ISSN : 0153-8756

Publication de
l'Université de Droit, d'Economie et des Sciences
d'Aix-Marseille III

ecologia mediterranea

revue d'écologie terrestre et limnique

Connaissance et conservation de la flore des îles de la Méditerrannée

Les actes du Colloque ont été édités avec le soutien financier de la Banque Mondiale

TOME XXI 1995

Fascicule 1/2

Faculté des Sciences et Techniques de Saint Jérôme, IMEP (case 461)
Avenue Escadrille Normandie-Niemen, F 13397 Marseille Cedex 20

ECOLOGIA MEDITERRANEA

Université d'Aix-Marseille III
Faculté des Sciences et Techniques de Saint Jérôme
Institut Méditerranéen d'Ecologie et de Paléoécologie (Case 461)
Avenue escadrille Normandie-Niemen
F 13397 MARSEILLE Cedex 20
Fax : 91 28 86 68

Directeur de la publication	P. QUEZEL	*Editor*
Secrétaire général	H. BRISSE	*Co-editor*
Comité de rédaction	L. BIGOT, R. LOISEL, N. POINSOT-BALAGUER, L. TESSIER	*Editorial board*
Trésorier	J.-L. de BEAULIEU	*Treasurer*
Equipe technique	C. GABOURIAUT, C. GOEURY	*Technical board*

COMITE DE LECTURE

AKMAN, Y., Ankara Universiti-Fen Facultesi-Biyologie Bolumu, Ankara, Turquie.
AUSSENAC, G., INRA, CNRF, Unité de Recherches en Bioclimatologie Forestière, Champenoux, F 54280 Seichamps.
BARBAULT, R., ENS, 46 rue d'Ulm, F 75230 Paris Cedex 05.
BARBERO, M., UAM III, Faculté de Saint Jérôme, Laboratoire de Botanique et Ecologie Méditerranéenne (Case 461), Avenue escadrille Normandie-Niemen, F 13397 Marseille Cedex 13.
BIROT, Y., INRA, Département des Recherches Forestières, Avenue Vivaldi, F 84000 Avignon.
BONIN, G., UAM I, Laboratoire de Biosystématique, Faculté de Saint Jérôme, F 13397 Marseille Cedex 13.
BOTTEMA, S., Biologisch-Archaeologisch Institut, Rijksuniversiteit Groningen, Poststraat 6, NL-9712, Groningen, Pays-bas.
BOUDOURESQUE, C.-F., UAM II, Faculté des Sciences de Luminy, LBMEB, (Case 901), F 13288 Marseille Cedex 9.
BOUVAREL, P., Thibompré, F 88480 Saint Rémy.
CATARINO, F.M., Museu, Laboratorio e Jardim Botanico, Faculdade de Ciencias, rua da Escola Politechnica, P 1294 Lisboa Codex.
CHAMPEAU, M., UAM I, Faculté des Sciences Saint Charles, 3 place Victor Hugo, F 13003 Marseille Cedex.
COSTA, M., Facultad de Farmacia, Departamento de Botanica, Avenida Blasco Ibanez 13, 46010 Valencia, Espagne.
DAGET, P., Université de Montpellier II, Institut de Botanique, Laboratoire de Systématique et Botanique méditerranéennes, 163 rue Auguste Broussonet F 34000 Montpellier.
DANIN, A., The Hebrew University of Jerusalem, Department of Botany, Jerusalem, Israël 91904.
DEBUSSCHE, M., CNRS-CEPE, Centre d'Ecologie Fonctionnelle et Evolutive, Route de Mende, BP 5051, F 34033 Montpellier Cedex.
DJEBAILI, S., Université des Sciences et de la Technologie Houari Boumedienne, INA, BP 9, Dar el-Beida, Alger, Algérie.
DODD, R.S., University of California, Forest Products Laboratory Richmond, Berkeley, CA-94804, Etats Unis d'Amérique.
Du MERLE, P., INRA, Station de Zoologie Forestière, Avenue Vivaldi, F 84000 Avignon.
GHABBOUR, S., Institut of African Research and Studies, Department of Natural Resources, Cairo University, Giza, Egypte.
GIUDICELLI, J., UAM III, Faculté de Saint Jérôme, Laboratoire d'Ecologie Animale, Avenue escadrille Normandie-Niemen, F 13397 Marseille Cedex 13.
GONZALEZ-BERNALDEZ, F., Universita Autonomia de Madrid, Facultad de Ciencias, Catedra de Ecologia, Ciudad Universitaria de Canto Blanco, 28049 Madrid, Espagne.
LAMOTTE, M., ENS, Laboratoire de Zoologie, 46 rue d'Ulm, F 75230 Paris 05.
LEFEUVRE, J.-C., MNHN, Laboratoire de l'Evolution des Systèmes Naturels et Modifiés, 57 rue Cuvier, F 75231 Paris Cedex 13.
LEMEE, G., 6 Avenue Garennière, F 94260 Fresnes.
LOWE, J.J., Royal Holloway and Bedford New College, Department of Geography, Egham, Surrey TW20 0EX, Royaume Uni.
LUMARET, R., CNRS-CEPE, Centre d'Ecologie Fonctionnelle et Evolutive, Route de Mende, BP 5051, F 34033 Montpellier Cedex.
MARGARIS, N.S., University of the Aegean, Department of Environmental Studies, 17 Karadotni str., 81100 Mytilène, Grèce.
M'HIRIT, O., Direction des Eaux et Forêts et de la Conservation des Sols, Division de Recherches et d'Expérimentations Forestières, Charia Omar ibn El-Khattab, BP 763, Rabat (Agdal), Maroc.
MUNAUT, A.V., Université Catholique de Louvain, Laboratoire de Palynologie et Dendrochronologie, 4 Place Croix-du-Sud, B 1348 Louvain-la-Neuve.
NAHAL, I., Université d'Alep, Faculté d'Agronomie, Laboratoire de Botanique, Alep, Syrie.
OECHEL, W., San Diego State University, Colleges of Sciences, Department of Biology, San Diego, CA 92182-0057, Etats Unis d'Amérique.
OZENDA, P., Université Joseph Fourier, Laboratoires d'Ecologie Végétale, BP 53 X, F 38041 Grenoble Cedex.
PEDROTTI, F., Università degli Studi di Camerino, Dipartimento di Botanica ed Ecologia, Via Pontoni 5, I 62032 Camerino.
PIUSSI, P., Università degli Studi di Firenze, Istituto di Selvicoltura, Via S. Bonaventura 13, I 50145 Firenze.
PONS, A., UAM III, Faculté des Sciences de Saint Jérôme, Laboratoire de Botanique Historique et Palynologie (Case 451), F 13397 Marseille Cedex 13.
RASMONT, P., Université de Mons, Laboratoire de Zoologie, Avenue Maistriau, B 7000 Mons.
RIOUX, J.-A., Université de Montpellier, Faculté de Médecine, Laboratoire d'Ecologie Médicale et Pathologie Parasitaire, 163 rue Auguste Broussonet, F 34000 Montpellier.
RIVAS-MARTINEZ, S., Universidad Complutense, Facultad de Farmacia, Departamento de Botanica, Madrid 3, Espagne.
ROMANE, F., CNRS-CEPE, Centre d'Ecologie Fonctionnelle et Evolutive, Route de Mende, BP 5051, F 34033 Montpellier Cedex.
RUNDEL, P.W., University of California, Laboratory of Biomedical and Environmental Sciences, 900 Veteran Avenue, Los Angeles, CA 90024-1786, Etats Unis d'Amérique.
SPECHT, R.L., The University of Queensland, Botany Department, St Lucia, Queensland 4072, Australie.
TERRADAS, J., Universitat Autonomia de Barcelona, Centre de Recerca Ecologica i Applicacions Forestals, 08193 Bellaterra (Barcelona), Espagne.
TAYLOR, H.C., Botanical Research Unit, PO Box 471, 76000 Stellenbosch, République Sud-Africaine.
VAN DEN MAAREL, E., Växtbiologiska Institutionen, Box 559, S 75122 Uppsala 1, Suède.

ABONNEMENTS

Pour la France, les tarifs d'abonnements incluent les frais de port. Pour l'étranger, le port est à ajouter.

Abonnement 1991 (Tome XVII) ..... France 450 F
Abonnement 1992 (Tome XVIII) ..... Etranger 500 F
Abonnement 1993 (Tome XIX)

La collection complète, incluant les tomes XV et XVI, est facturée 1.500 FF.
Tous les fascicules d'**Ecologia Mediterranea** sont disponibles. Les numéros antérieurs à 1989 sont facturés forfaitairement 200 FF par année.
Les commandes doivent être adressées au **Trésorier** de la revue, accompagnées du paiement par chèque ou mandat libellé au nom du :
Régisseur d'avances de l'U.D.E.S.A.M.

ecologia mediterranea

revue d'écologie terrestre et limnique

SOUS LE PATRONAGE

INTERNATIONAL
Commission des Communautés Européennes
Banque Mondiale
Fondation d'entreprise TOTAL
Union Internationale pour la Conservation de la Nature et de ses Ressources (U.I.C.N.)
Botanic Gardens Conservation International (B.G.C.I.)
Organisation pour la Recherche Phytotaxinomique dans la Zone Méditerranéenne (OPTIMA)

NATIONAL
Ministère de l'Environnement
Conservatoire de l'Espace Littoral et des Rivages Lacustres
Association française pour la conservation des espèces végétales

REGIONAL
Collectivité Territoriale de Corse
Office Régional de l'Environnement
Université de Corse

COMITE D'ORGANISATION

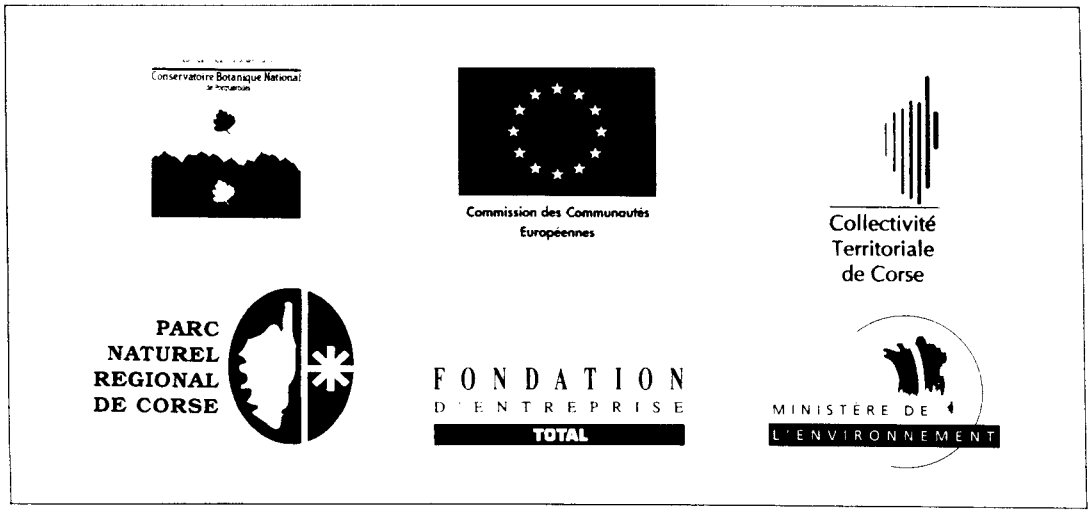
Président :
Pierre QUEZEL
Faculté des Sciences de St-Jérôme
Université de Marseille, France

Secrétaires :
Dr. Louis OLIVIER,
Conservatoire Botanique National de Porquerolles, France
Michel MURACCIOLE,
Agence pour la Gestion des Espaces Naturels de Corse, France

Membres :
Dr. Gabriel ALZIAR,
Jardin botanique de la ville de Nice, France
Dr. Jacques GAMISANS,
Faculté des Sciences de Marseille St-Jérôme,
Université de Marseille, France
Prof. César GOMEZ-CAMPO,
Escuela Tecnica Superior de Ingenieros Agronomos, Madrid, Espagne
Prof. Vernon HEYWOOD,
Botanic Gardens Conservation International, U.K.
Dr. Daniel JEANMONOD,
Conservatoire et Jardin Botaniques de la ville de Genève, Suisse
Dr. Alain JEUDY DE GRISSAC,
Union Internationale pour la Conservation de la Nature et de ses Ressources (U.I.C.N.), Gland, Suisse
Prof. Sandro PIGNATTI,
Université de Rome, Italie

Connaissance et conservation de la flore des îles de la Méditerrannée

Ajaccio, Corse, France (5-8 octobre 1993)



ecologia mediterranea
Marseille, 1995

PREFACE

Vers une meilleure connaissance et une meilleure conservation de la flore insulaire en Méditerranée

Le parc naturel régional de Corse et le conservatoire botanique national de Porquerolles ont engagé depuis 1980 une réflexion et des actions destinées à mieux connaître et sauvegarder les éléments les plus menacés de la flore de la Corse, qui ne compte pas moins de 121 espèces endémiques au sens strict, et 165 espèces endémiques qu'elle partage avec d'autres îles de la Méditerranée.

Pour le parc naturel régional de Corse, ces actions s'inscrivent dans une démarche globale qui associe étroitement protection de la nature et développement local, démarche dont les parcs naturels sont des opérateurs privilégiés.

De 1989 à 1993, une aide financière de la Commission des Communautés Européennes, dans le cadre du règlement MEDSPA, a permis de mettre en oeuvre une stratégie globale de connaissance et de conservation des espèces végétales rares, menacées et endémiques de la Corse.

Au terme des quatre années de ce programme, le parc naturel régional de Corse et le conservatoire botanique national de Porquerolles ont souhaité, avec leurs partenaires scientifiques, techniques, financiers et politiques, confronter, au travers de ce colloque, leur expérience avec celle des scientifiques et acteurs locaux des autres îles de la Méditerranée et proposer une réflexion sur les flores insulaires globalement en danger de par les mutations socio-économiques qui affectent ces espaces.

Ce colloque a réuni plus de cent participants, scientifiques, responsables d'institutions chargées de la conservation de la nature ou de collectivités publiques, provenant de dix pays : Espagne, Italie, Croatie, Grèce, Malte, France, Algérie pour les pays méditerranéens, Grande Bretagne, Suisse, Allemagne pour les pays non méditerranéens.

Il a permis d'effectuer un bilan sur l'état des connaissances du capital de phyto-diversité présent dans les îles et les archipels de Méditerranée, de préciser les moyens de gérer ce patrimoine, voire de le restaurer et de passer en revue les initiatives conservatoires dont il a fait l'objet.

Il aura aussi permis de souligner qu'aujourd'hui encore, la prise en compte de la conservation des espèces végétales menacées de disparition reste très insuffisante dans la plupart de ces îles, et qu'elle occupe une place très marginale dans les programmes nationaux et internationaux de conservation de la nature. La récente Directive européenne sur la conservation des habitats n'apportera qu'une réponse partielle à ce problème.

En parallèle au colloque scientifique, des tables rondes ont été organisées en vue de réfléchir à une coopération internationale pour la conservation de la flore des îles de la Méditerranée et de rédiger des conclusions qui vont faire l'objet d'une édition séparée sous l'égide du Plan Bleu (Programme d'Action des Nations Unies pour la Méditerranée).

Michel MURACCIOLE
Louis OLIVIER

Flore de la région méditerranénne et des îles de la Méditerranée

ECOLOGIA MEDITERRANEA XXI (1/2) 1995 : 1-10

Origin and peculiarities of Mediterranean island floras

Werner GREUTER*

SUMMARY

The countless small to minute islets of the Mediterranean Sea show a surprising floristic originality. They are ideal natural laboratories in which the biogeographer can study questions of long-range dispersal and migration, species turnover, and population dynamics. The larger islands have functioned as conservatories for mid-Tertiary floras to which they have provided shelter from the climatic fluctuations of the Pleistocene era and correlated shifts of vegetation belts. Their native flora was presumably impoverished after long-lasting insular isolation but that deficit has since been replenished by the activity of Man. Their rate of endemism is comparatively high. Vulnerability of island floras, as evidenced by documented cases of extinction, is prominent in the case of small, distant volcanic islets, but on the large islands virtually no loss of endemic species has so far occurred. The same is not true for the non-endemic element of the floras, however. In view of expanding tourism and shifting economy, measures for the conservation of island floras are necessary, but if designed intelligently and taken immediately they can still achieve saving virtually the whole floristic diversity at reasonable cost. It is important that they should include provision for encouraging and supporting research on threatened plants and their natural biota.

KEYWORDS : islets, demography, endemism, extinction, conservation

RÉSUMÉ

Les innombrables petits îlots de la mer Méditerranée, même les plus minuscules, montrent une originalité floristique remarquable. Ils sont les laboratoires naturels rêvés du biogéographe, où il peut étudier les phénomènes de dissémination et migration à distance, de turnover d'espèces et de dynamique des populations. Les grandes îles ont servi de conservatoires aux anciennes flores du Tertiaire moyen qu'elles ont mises à l'abri des fluctuations climatiques du Pléistocène et des déplacements des ceintures de végétation associés. Leur flore indigène était probablement appauvrie suite à de longues périodes d'isolement insulaire, mais ce déficit fut ensuite comblé grâce aux activités humaines. Leur taux d'endémisme est relativement élevé. La vulnérabilité de ces flores, estimée sur la base des cas documentés d'extinction, est très grande dans le cas de quelques îlots volcaniques lointains, mais sur les grandes îles le nombre d'espèces endémiques disparues est pratiquement nul. Il n'en est pas de même cependant de l'élément non-endémique. En raison du tourisme toujours croissant et d'autres changements économiques des mesures pour la conservation des flores insulaires s'imposent, mais si elles sont conçues intelligemment et réalisées sans tarder nous pouvons encore espérer sauver la diversité floristique intégrale à un coût relativement modeste. Il est important, cependant, que de telles mesures englobent l'encouragement et le soutien de recherches sur les plantes menacées et leur milieu naturel.

MOTS-CLES : îlots, démographie, endémisme, extinction, conservation

INTRODUCTION

The Mediterranean Sea is rich in islands of all sizes, from Sicily with its 25,700 square kilometres down to the pebble size of those that are formed and again disappear through the fluctuations of tide. Even when disconsidering those that do not bear higher plant life and are therefore uninteresting in the present context, there still remain many thousands, and no one has ever attempted to count them. Yet, if the large islands have always and for many reasons attracted the interest of biologists, the small and sometimes neglected ones have their own fascination. This paper will, in its first part, draw attention to small islets and to their importance as natural laboratories for the biogeographer, and then proceed to illustrate some features of the larger islands and their supposed role of conservatories of floras of the remote past.

* Botanischer Garten & Botanisches Museum Berlin-Dahlem, Königin-Luise-Str. 6-8, D-14191 Berlin, Germany

SMALL ISLETS

The botanical exploration of Mediterranean islets started relatively late. The first really minute such islet to have a separate inventory published was Amoi (Ammoudhi) off the northeastern corner of Karpathos in the South Aegean (MAJOR & BARBEY, 1895). Small-island biogeography became fashionable in Italy around the turn of the Century, starting with Florence botanists like SOMMIER (1902-1903) for the islets of Tuscany and BÉGUINOT (1902) for the Pontian Islands, to name but two examples out of an extensive series of publications. Outside Italy, a first major collecting and exploration campaign, on a multi-disciplinary basis, was devoted in 1911-1914 to the cliffs and islets of southern Dalmatia (GINZBERGER, 1915, 1921). Between the Wars, RECHINGER inventoried the flora of several of the smaller Aegean islets. After World War II, the systematic inventory of Mediterranean islet biota resumed in the early sixties with RUNEMARK and his school exploring the Aegean archipelago. The fauna and flora of the para-Corsican islets were inventoried fairly recently by LANZA & POGGESI (1986). Similar studies continue throughout the Mediterranean Sea, of which a few instances are being presented elsewhere in this Symposium volume, so that the selected references provided above are far from exhaustive.

To date, most of these islet studies were not aimed beyond the stage of establishing a basic inventory. Since they were mostly limited to one or perhaps a few visits, even as inventories they were predictably incomplete, be it only for seasonal constraints. Nevertheless, already at the alpha stage of their exploration, Mediterranean islets proved to be surprisingly original and interesting. In-depth research on them may have been triggered by the discovery of single-islet endemics such as *Asperula deficiens* Viv. on Tavolara near Sardinia (DIANA-CORRIAS, 1980), *Daphne rodriguezii* Texidor on Isla Colom near Menorca (FERGUSON, 1978), and *Anthemis glaberrima* (Rech. f.) Greuter on Agria Gramvousa off NW Crete (GREUTER, 1968), to which others keep being added, to name but *Euphorbia margalidiana* Kuhbier & Lewej. from the cliff Ses Margalides near Eivisa in the Balearic Islands (KUHBIER, 1978) and *Allium platakisii* Tzanoud. & Kypriotakis from Pondikonisi between Crete and Andikithira (TZANOUDAKIS & KYPRIOTAKIS, 1993).

Perhaps even more astonishing was the discovery that some taxa, while not endemic to a single islet, are obviously specializing on small islets and are sometimes totally confined to them, such as the Aegean annual *Silene holzmannii* Heldr. (GREUTER, 1972a). In a general way one can often observe striking differences between floristic inventories of minute offshore islets and those of the opposite coast, in spite of their apparently identical environment and of feeble isolation barriers in terms of distance, sea depth and time of separation. RECHINGER (1951) was among the first to realize the originality of this fact when he devoted a special appendix of his *Phytogeographia aegaea* to the Aegean islet biota. RUNEMARK (1969, 1970) underlined the potential of small islet populations as models for demographic and genetic studies, and although much of the immense data stock accumulated by him and his co-workers is still lying unpublished in cupboards and drawers at Lund, his ideas have challenged and inspired many other botanists' minds.

Recent work of Berlin botanists on islets around Karpathos may now well have started a new era in Mediterranean island biogeography. Over a dozen such islets have undergone thorough monitoring for a period of up to seven years, during which changes in floristic inventory (species turnover) have been recorded in detail, and selected sample areas were followed for changes in vegetation cover and population numbers (PLEGER, 1981 ; HÖNER & GREUTER, 1989 ; HÖNER, 1991). At the same time, controlled eradication and sowing experiments were carried out, as well as floatability tests on diaspores, studies on the effect of salt water exposure on seed germination (POTTHOFF, 1989), and first quantitative investigations of the seed bank in the soil. Results to date are still preliminary, but they already show an overall picture of remarkable stability of islet floras and plant populations when they are left untouched, as contrasted with their fragility with regard to foreign impacts and human interference. They also fully confirm the unique qualities of islet biota as natural laboratories in which the essential parameters that make up the biological peculiarities of islets can be quantified. Based on such data, modelling of floristic changes (or stability) on larger islands and over longer periods of time may become possible and sensible.

In view of the vulnerability of small island biota, and of the importance of enabling their in-depth study in the future, it is essential that at least a representative sample of them be kept untouched and unspoilt. This is a particularly urgent concern since the shorelines of the Mediterranean Sea are under heavy pressure from touristic development.

LARGE ISLANDS

The floras of the larger islands in the Mediterranean Sea have been explored by botanists since ancient times, and stand in the reputation of being relatively well known. Habitually they are considered to be ancient floras, relatively poor in species but rich in endemic taxa, and one readily assumes that, like other insular floras, they are particularly vulnerable. These hypothetical properties are plausible when one considers the insular domains as refugia which the sea has protected against the plant migrations and wholesale shifts of vegetation belts that took place on the mainlands during the climatic upheavals of the Pleistocene and that have, on the continents, displaced and eliminated most elements of the old floras of the Tertiary.

But can we in fact test how well-founded these assumptions are ? The overview of the Mediterranean flora provided by *Med-Checklist* (GREUTER *et al.*, 1984-1989) has now made available updated, comparable and statistically meaningful data for slightly less than one half of the Mediterranean flora. I have used them in the past for a first overview, and have based some conclusions on them, interpreting the diversity of Mediterranean floras as the product of the small ranges (endemicity and rarity) of its constituent species (GREUTER, 1991). In what follows, I shall endeavour to use that same set of *Med-Checklist* data to explore the originality of Mediterranean island floras, simply by singling out those territories of the *Med-Checklist* area that are exclusively insular : the Balearic islands (Bl), Corsica (Co), Sardinia (Sa), Malta (Me), Sicily (Si), Crete and Carpathos (Cr), the East Aegean islands (AE), and Cyprus (Cy). When comparing floristic data from these eight territories with those relating to the 19 remaining territories, one has to bear in mind that the latter are not exclusively mainland areas, but that some (Yugoslavia and Greece in particular) include numerous islands as well. In a statistic comparison this will hardly lead to a significant error, but when individual data, as on extinctions, are concerned we will have to take notice of this fact.

IS THE FLORA OF THE MEDITERRANEAN ISLANDS WELL-KNOWN ?

For centuries, islands have been a fashionable target for floristic investigations. There are good reasons for this. The most obvious is perhaps the fact that they have clear boundaries, which are natural and in the same time, in most cases, political. No need to use a reliable topographic map to be certain not to outstep their borders — just watch that you do not wet your feet ! An assessment of extant collections, published local floras, and ongoing floristic projects for the whole territoriy of Greece (GREUTER *et al.*, 1975) shows rather impressively, by the means of maps, how much better explored than the Greek mainland the islands are on average.

Med-Checklist data cannot help estimate the degree to which a floristic inventory is incomplete, since one cannot well assess the unknown. These data reveal, however, an interesting disparity between insular and mainland floras, that may be of some relevance in this context. As shown in figure 1, and more synthetically in figure 2, the rate of taxonomically doubtful taxa in an island flora is typically lower than, or of the same order of magnitude as, the rate of taxa that have been recorded but the presence of which is doubtful. Only two out of eight insular territories (Sicily and Cyprus) make an exception to this rule. Conversely, in mainland areas the proportion of doubtful taxa considerably exceeds that of the doubtfully present ones, allowing again for two exceptions : Sinai (Sn) and Egypt (Eg).

Whereas the high incidence of taxonomic doubt on the mainlands is probably the consequence of biogeographical reality, meaning the much more dynamic and fluent evolutionary situation resulting from the recent climatic shifts and correlated plant migrations of the Pleistocene, the high number of doubtful plant records from islands is likely a historical artifact. Errors, once published, are hard to eradicate and tend to accumulate. This is logical, since absence is much more difficult to prove (if it can at all be proven) than presence. While perhaps paradox at first sight, a positive correlation between the rate of floristic doubt and error with the degree of floristic exploration is thus to be expected, particularly when that exploration goes back through centuries in the past. While differences in local traditions of flora writing also play their role, as demonstrated by the four exceptions just mentioned, the overall picture is nevertheless clear, and provides an argument of some weight for answering the title question in the affirmative.

ARE ISLAND FLORAS ANCIENT ?

Before trying to answer this question, one should perhaps pose it more intelligently, because, unless one defines what an «ancient flora» is, it is pretty meaningless. A flora, or rather its cons-

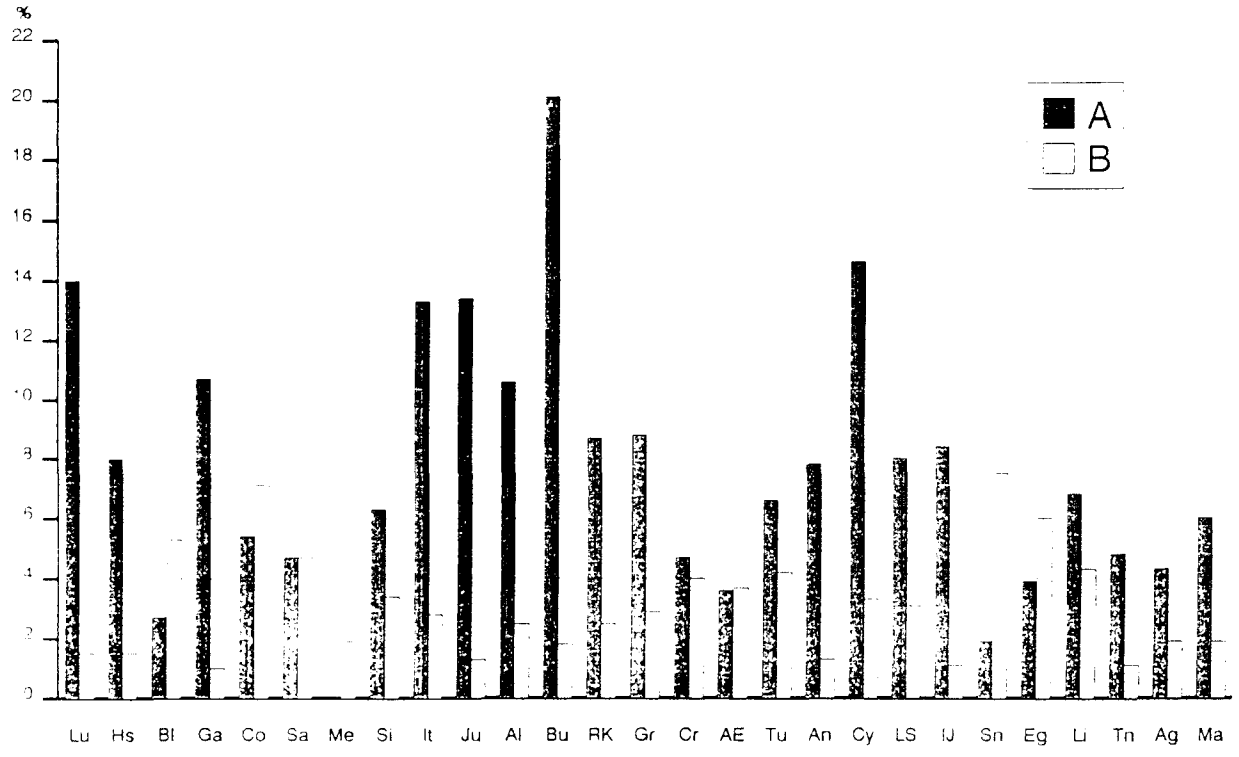


Figure 1.- Percent rates of taxonomic doubt (A : records of doubtful taxa per total number of taxa recorded) and chorological doubt (B : records of doubtful occurrence per total number of taxon records) for each of the 27 partial areas covered by *Med-Checklist* (GREUTER & *al.*, 1984-1989 ; based on data included there).

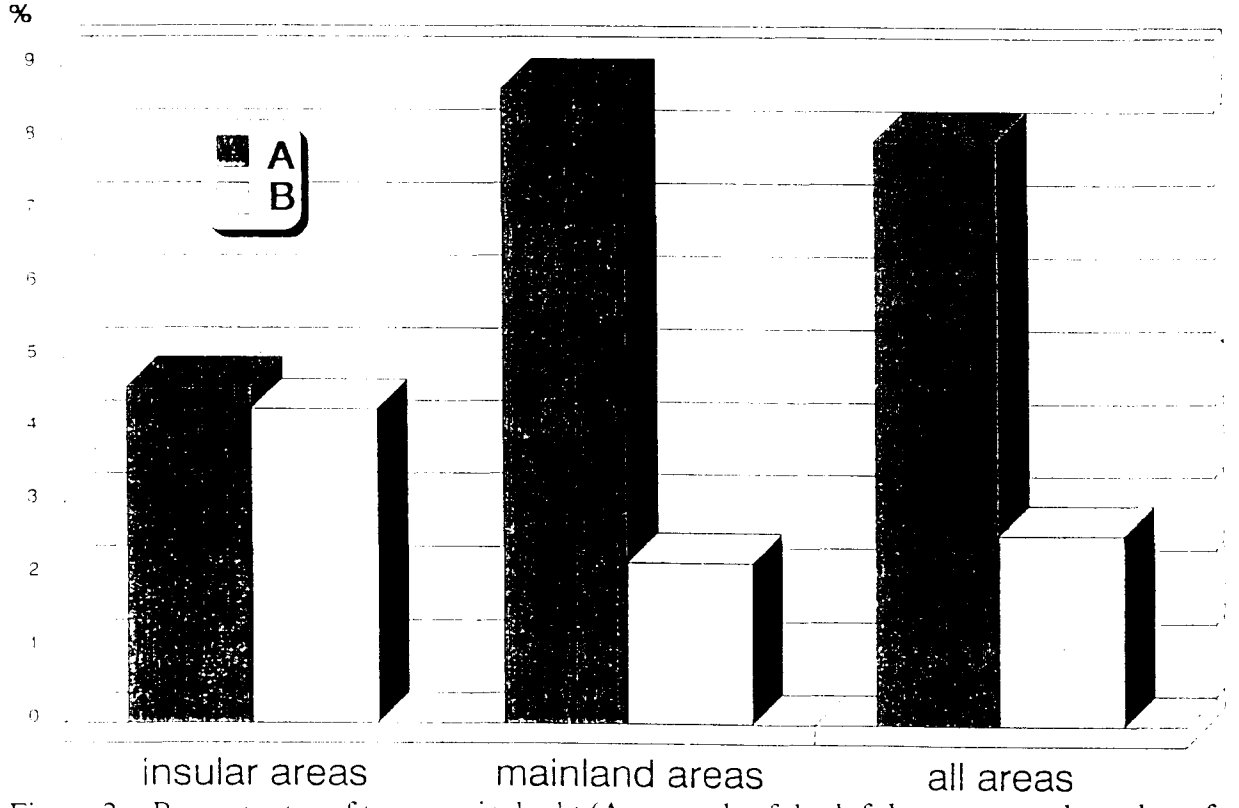


Figure 2.- Percent rates of taxonomic doubt (A : records of doubtful taxa per total number of taxa recorded) and chorological doubt (B : records of doubtful occurrence per total number of taxon records) for the 8 insular areas (Baleares, Corsica, Sardinia, Malta, Sicily, Crete, East Aegean, Cyprus), the 19 mainland areas, and all 27 areas, complexively, covered by *Med-Checklist* (GREUTER & *al.*, 1984-1989 ; based on data included there).

tituent taxa, may be qualified as ancient under a number of different though interrelated aspects : permanence in time, or absence of evolutionary change, is one ; permanence in space, i.e. continued presence in the present area, is another ; a third criterion may be the occurrence of archaic features, meaning characters that have evolved early in the phylogeny but were lost or modified in most of the other related taxa.

The latter feature is not particularly prominent in Mediterranean floras, or if it exists, it has not so far been noticed. Permanence *in situ* and prolonged evolutionary standstill are, however, salient characteristics of Mediterranean island floras (GREUTER, 1972b, 1979), an assumption based on the evidence of present distributional pattern when plotted against the background of palaeogeographic change.

Considerations of karyotype evolution, when applied at the level of whole floras (or at least of their endemic components), are a different way of assessing «age». Such surveys, following the pioneer work of CONTANDRIOPOULOS (1962) for Corsica, have recently been presented for the Balearic Islands (CONTANDRIOPOULOS & CARDONA, 1984) and Crete (MONTMOLLIN, 1987). They confirm the high incidence of palaeoendemics and «patroendemics» in Mediterranean insular floras, as contrasted with the relative scarcity of «apoendemism» denoting active speciation. True, similar overviews of portions of continental areas (Peloponnesus : IATROU, 1986 ; Morocco : GALLAND, 1991) yield results that are not significantly different — but then, they concern areas thought to have been largely shielded from the Pleistocene migrations, and that are therefore, at least to some extent, comparable to islands.

Clearly, more work is needed. Nevertheless, the assumption that the flora of at least the larger Mediterranean islands is of a relictual nature appears to be reasonably well supported by the present state of knowledge. In other words, one may assume that the basic stock of the Mediterranean island floras was already there at the time when the islands became isolated from the mainland, and has not since that time undergone appreciable evolutionary change, so that its age is at least the same as the age of the islands themselves (sometimes it may of course be considerably older). In the case of, e.g., Crete, Cyprus and the Balearic Islands, that age can be estimated to 5-6 million years, dating back to the post-Messinian transgression that initiated the Pliocene era ; whereas in other cases (e.g. for some of the Dalmatian and the marginal Aegean islands) it may not be more than a few thousand years and date from the post-Wnrm isostatic sea level rise.

ARE ISLAND FLORAS POOR ?

The standard theory of island biogeography (MACARTHUR & WILSON, 1967) predicts, among other things, that the number of species present on an island is smaller than that in a comparable mainland area of the same size. Given enough time for an equilibrium between extinction and immigration to be reached, the expected depression in species diversity would be largest in small and distant islands but smallest in large ones that are close to the continent. This theory has stimulated numerous investigations and publications which, as shown in modern textbooks (e.g. WILLIAMSON, 1981), partly support and partly contradict its conclusions.

The assumption that Mediterranean island floras are relatively poor in species appears to be reasonably well founded. One would indeed expect that the old islands in particular, having started with their full contingent of Miocene species 5 million years ago, must have lost a considerable share of them during the climatic fluctuations of the Pleistocene, and that replenishment of the flora by long-range dispersal cannot possibly have made up for all such losses. RUNEMARK (1969) has proposed a plausible model to explain some of the difficulty for the establishment of newcomers on an island, and his conclusions are well supported by HÖNER's (1991) observations. Although no quantitative prediction can be made, one would expect that the original species pool of an island flora must become considerably impoverished before immigration can balance extinction.

The figures now available contradict the impoverishment hypothesis, at least for the larger and medium-sized islands. When species number is plotted against area size in a double-logarithmic diagram, the insular and non-insular Mediterranean territories are scattered pretty nicely along a single straight line (GREUTER, 1991, figure 1). The impoverished island floras would thus turn out to be a myth.

The explanation of this apparent paradox is, I believe, to be found in the levelling action of Man. Through 6-8 millennia the former isolation barriers have broken down under human migration, trade and economy. Man as a sailor has provided the travelling means for plant diaspores, and as a shepherd and peasant he has opend the ground for newcomers to prosper. The diversity deficit that must, we assume, have built up

through times immemorial under isolation could thus be compensated within a few centuries. If human contribution to the present wild flora of Crete has indeed, as I have estimated (GREUTER, 1971), been of the order of magnitude of one third, and if as seems reasonable similar rates may be assumed for the other Mediterranean islands, then the present species numbers become plausible and everything falls nicely into place.

To answer the heading question : the wild flora of Mediterranean islands is not poor, but it was poor before Man appeared on the scene. It may never be possible to know with full certainty which species owe their presence on a given island to Man, but assuming we can quantify the autochthonous share of present floras, we will indeed find that share to be relatively poor in species. The absence from the islands of many tree species and of their floristic corollary aptly exemplifies what is meant. While the old core species of Mediterranean woodlands, the leathery-leaved evergreen oaks *(Quercus ilex* or *Q. alnifolia, Q. coccifera)*, are amply represented in all insular areas, and so are the Mediterranean pine trees *(Pinus halepensis* or *P. brutia)*, spruce and hornbeam *(Picea, Carpinus)* are completely absent, while beech and fir *(Fagus, Abies)* only reach Corsica and Sicily, and hop-hornbeam *(Ostrya)* the same plus Sardinia. The recently documented fact that white oak *(Quercus pubescens)*, a submediterranean element, is not native but only naturalized in Crete (MATTHÄS, 1988) is particularly illustrative in this respect (see GREUTER, 1975).

ARE ISLAND FLORAS RICH IN ENDEMICS ?

We have long been used to consider the Mediterranean islands as botanists' paradises in view of their high proportion of endemic species and consequent originality. Facts and figures look disappointing. The *Med-Checklist* territories with the highest numbers of endemic taxa (species and subspecies) are, in order, Asiatic Turkey (An), Spain (Hs), Morocco (Ma), and Greece (Gr). When rates of endemism are calculated, the same four territories come again on top, with Morocco and Spain switching places. The richest among insular domaines, Crete (Cr), comes fifth in terms of rates of endemism, and only ninth in numbers (GREUTER, 1991).

Are then the plentiful island endemics, again, a mere myth ? I think not. Numbers of endemics and rates of endemism in a given territory, when endemics are defined as taxa confined to that territory, both depend on the territory's size. It does not make sense to compare such figures except when the territories concerned are of comparable size.

When one plots the rates of endemism against the logarithm of area size, as done in Figure 3, one finds the island botanists' collapsed world to be healed again. Islands do have a relatively high endemism rate, although Mediterranean mainlands, too, cannot by any standards be said to be poor. If rates for non-Mediterranean European countries were to be added to our graph, the discrepancy with their Mediterranean counterparts would be striking. The diagram therefore underlines, if need should be, that the Mediterranean area as a whole is one of the world's main centres, not only of floristic diversity but more particularly of endemism and rarity.

ARE ISLAND FLORAS VULNERABLE ?

Rarity is, by a tradition that became well established through the IUCN red data categories, one of the criteria for considering plant taxa to be threatened. Accepting this, the flora of the Mediterranean islands with their high incidence of rare, local endemic species are, *eo ipso*, threatened to a considerable degree. But is it really appropriate to consider rarity in itself, when it is a natural rather than a man-made phenomenon, as a threat to the existence of a taxon ?

Perhaps the best way for assessing the vulnerability of a flora is by looking at the damage that has already occurred. If island floras are vulnerable, then many of their species will already have disappeared. If rarity is indeed a measure of threat, then extinctions of island endemics should be relatively frequent, for two reasons : the high incidence of endemism on islands, confirmed under the last heading, and the more than average rarity of island endemics that ensues from the relatively small surface of islands. Such expectations are, fortunately I may say, contradicted by the established facts.

In a recent paper (GREUTER, 1994) I provided a new overview of Mediterranean plant taxa presumed to be extinct. There are 33 of them (31 species, 2 subspecies), corresponding to a mere 0.11 % of the total flora of the Mediterranean area (or 0.18 % of the endemic Mediterranean element, or 0.31 % of Mediterranean single-area endemics).

A single one of these 33, *Lysimachia minoricensis* Rodr. of Menorca, Balearic Islands,

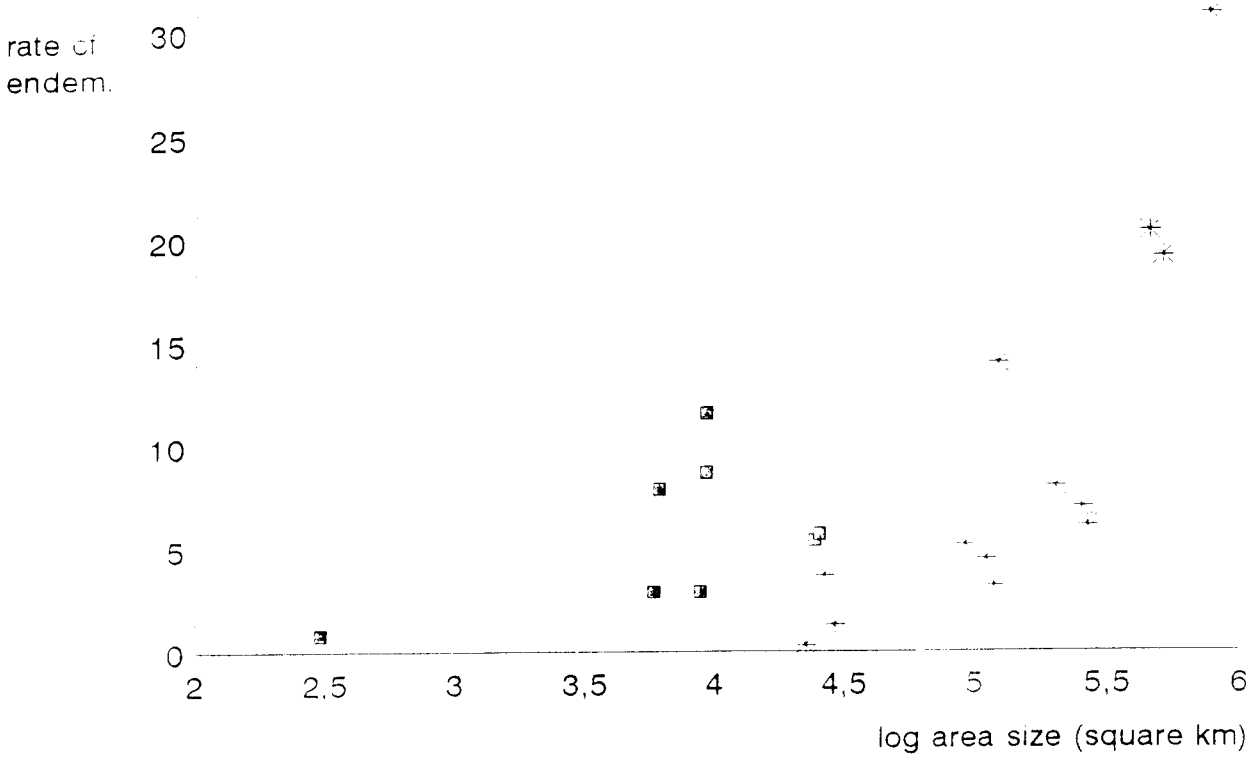


Figure 3.- Endemism in the insular areas (squares) and mainland areas (stars) covered by ***Med-Checklist***. Percent rates of single-area endemics (species and subspecies) are plotted against the logarithmic values of the respective surface areas. Six areas with prevalent desert conditions, which have abnormally low values of endemism, are not shown (Israel/Jordan, Sinai, Egypt, Libya, Tunisia, Algeria).

became extinct in one of the insular *Med-Checklist* territories. Since the 8 island territories of the Mediterranean total over 1000 single-area endemics, the corresponding extinction rate is 0.1 %, less than one third of the rate for the whole Mediterranean region.

Three further reported cases of extinction do relate to single-island endemics, but they concern islands that are included in the continental territories of Spain (Hs), Yugoslavia (Yu) and Greece (Gr), respectively. Presumed extinctions of Mediterranean island endemics therefore sum up to four cases, detailed below.

Lysimachia minoricensis Rodr. (GÓMEZ-CAMPO, 1987) was known in one exactly located spot from which its single colony has obviously disappeared, meaning that extinction is reasonably well documented. KNOCHE (1923, p. 351) found it growing in the seaward mouth of a gorge, on deep ground at the foot of cliffs, where it was associated with *Ballota nigra* L., a ruderal, nitrophilous plant. *L. minoricensis* is considered to be a taxonomically isolated species, perhaps most closely related to the Indo-Pacific *L. mauritiana* Lam. (KNOCHE, 1922). Disappearance was likely caused by Man, as suggested by the vicinity of human settlement, the fertile soil on which it grew, and the observed incipient ruderalization of the site. While extinct in the wild, the species survives in cultivation, and efforts to reintroduce it into natural habitats, though unsuccessful so far, continue.

Diplotaxis siettiana Maire (GÓMEZ-CAMPO, 1987) is also a well documented case of extinction in the wild, although the species survives in the Madrid seed-bank and reintroduction efforts appear to be promising. It was endemic to the Alboràn islet, half-way between Almería in Spain and Melilla in Morocco, where it was growing on nitrate-rich, sandy ground. It fell victim to the cementing of the helicopter landing place, and to sea water irrigation of its surroundings meant to avoid dust. Taxonomically, it is closely related to *D. catholica* (L.) DC., under which it is sometimes placed as a subspecies and from which it probably derives.

Dianthus multinervis Vis. (GREUTER, 1991) was discovered by the Dalmatian plant collector and self-taught botanist Botteri, about the middle of last century, on the islet of Jabuka (Pomo) west of Vis. It has never been collected again, and as the expedition of Ginzberger (1915), that explored the islet thoroughly during three visits in June 1911 and July 1914, did not find it (GINZBERGER, 1921), it is almost certainly extinct. In terms of taxonomy it is a somewhat

mysterious plant, having been compared with the cultivated pink (*D. caryophyllus* L.) of which one might suppose it to have been a naturalized variant. It might also have been a neo-endemic derived from the related *D. arrostii* C. Presl of Sicily and Sardinia or, perhaps more likely, from the less similar but geographically closer *D. sylvestris* subsp. *tergestinus* (Rchb.) Hayek. The reasons for its dissappearance are unclear. Unless one assumes that its discoverer Botteri eradicated it on the spot, extinction may well be due to natural causes.

Geocaryum bornmuelleri (H. Wolff) Engstrand (ANONYMOUS, 1983) was known from a single gathering made on the North Aegean island of Thasos, where later Engstrand (1977, p. 35) looked twice for it in vain. The case for presuming it to be extinct is rather weak. It is an unobtrusive, geophytic species resembling other umbels, and was found in shrubland in a rather loosely defined area. Its natural habitat is unlikely to have been profoundly affected by Man. We may neither be sure that the species is restricted to the area from which it was described, nor can we confidently declare that it has disappeared from its locus classicus.

Summing up, not even a single extinction record of an endemic plant concerns the large Mediterranean islands. One well documented case relates to Menorca in the Baleares, and another, very doubtful one to the North Aegean island of Thasos. But in the same time no less than two neo-endemics of minute islets were lost, certainly an alarmingly high proportion of Mediterranean small-island endemics. (There is no inventory of them available, but I would estimate that the number of genuine Mediterranean islet endemics, in the strict sense, is less than two dozen.) These two cases show striking parallels, since both concern far-off thalassogenous («oceanic») islets of volcanic origin. Alborán is an andesitic platform thought to be the remnant of an old caldera ; it is 10-12 m high on average, 605 m long and 205 m broad, and its shortest distance from the African coast is 53 km (GENOVA *et al.*, 1986). Jabuka is a steep cliff of magmatic rock (Augite-Diorite) that is roundish in outline (Pomo and Jabuka both mean apple) and almost as high (96 m) as wide since it has a coastline of 400 m (GINZBERGER, 1915) ; its distance from the coast of Dalmatia is at least 60 km, and that from its closest neighbour, the islet Svetac, is 22 km.

While what has been said until now concerns extinction in the strict sense, meaning loss of endemic taxa, and while it may sound pretty reassuring except for the case of small islets, a look at wild island floras as a whole may cause some concern. GAMISANS & JEANMONOD (1993, and in this volume) mention no less than 79 probable disappearances from the flora of Corsica through historical times, a figure that, if it is confirmed, would correspond to over 3 % of the native flora. Figures for the small island group of Malta, where anthropic change was quite severe, are even more alarming : LANFRANCO (*in* SCHEMBRI & SULTANA, 1989) qualifies 80 wild species and subspecies as presumed extinct (68 of them with some doubt), which would correspond to 8 % of the vascular flora. TURLAND *et al.* (1993) list no less than 144 species and subspecies of vascular plants that may have disappeared from either Crete or Karpathos, and in one case from both, since they are said not to have been collected there since 1930. This figure includes introduced aliens and cultivated plants, and when limited to the native flora it can be reduced to perhaps half its present length since the authors appear to have been unaware of what had been done by others. Yet, for Crete and Karpathos, a loss in the order of magnitude of some per cent of the native flora may also have occurred. Incidentally, two of the species listed by TURLAND *et al.* are local endemics, *Astralagus idaeus* Bunge and *Trifolium barbeyi* Gibelli & Belli, neither of which was so far presumed extinct : the first is a somewhat mysterious species on which more research is needed, and the second has recently been collected again on its home island of Karpathos (RAUS, pers. comm.).

CONCLUSIONS

The floras of the islands in the Mediterranean Sea are a unique patrimony of inestimable value. Small islets are natural laboratories in which phenomena such as long distance migration, species turnover and population dynamics can be studied at close quarters. The large islands are conservatories of old, often mid-Tertiary floras showing a high degree of endemism and outstanding scientific interest.

Mediterranean island floras appear to be subject to a considerable drain of species, a phenomenon that is not however sufficiently studied and reliably quantified as yet. Surprisingly, the number of documented losses of endemic taxa is so far negligible. Mediterranean island taxa appear to be old, well adapted plants that are in perfect harmony with their natural environment, and although they are often very rare, they will not vanish if they are left alone. There probably have been extinctions during the

early phases of human settlement, prior to botanical documentation (GREUTER, 1994), but this we shall never know for certain.

New trends and sweeping changes in human economy, and especially touristic development, may constitute fatal threats for many of the island endemics. The increasing awareness of Mediterranean people of the value of their natural patrimony, and their consequent concern over its possible loss, can make salvation possible. However, even assuming goodwill of managers and political decision-makers, there remains a constant risk of extinctions being caused inadvertantly and by sheer ignorance as long as so little is known of island floras, their biology, demography and exact distribution. Research on Mediterranean plant diversity is urgently needed. Pending such research, a new legislation is necessary, ensuring that each and every building and development project affecting natural or semi-natural areas be preceded by an assessment of its impact on the wild flora and fauna.

Special protective measures for the myriads of small islets scattered all over the Mediterranean should be taken immediately, since their biota are demonstrably at high risk. There again, biological studies should be promoted as a matter of urgency, and priority areas should be rapidly defined, to be screened off completely from human interference.

While the overall situation of Mediterranean island floras may cause justified concern, it is far from being desperate. Such measures as are now required must be well considered but are neither very far-reaching nor exceedingly costly ; yet they can achieve preservation of the present insular floras in their near totality.

REFERENCES

ANONYMOUS (1983). *List of rare, threatened and endemic plants in Europe (1982 edition).* [Council of Europe, Nature and Environment Series, 27]. Strasbourg.

BÉGUINOT A. (1902). L'arcipelago ponziano e la sua flora. *Boll. Soc. Geogr. Ital.*, 39, 1-80.

CONTANDRIOPOULOS J. (1962). *Recherches sur la flore endémique de la Corse et sur ses origines.* Thèse, Montpellier.

CONTANDRIOPOULOS J., CARDONA M. A. (1984). Caractère original de la flore endémique des Baléares. *Bot. Helv.*, 94, 101-131.

DIANA-CORRIAS S. (1980). Le piante endemiche della Sardegna : 74-77. *Boll. Soc. Sarda Sci. Nat.*, 19, 289-309.

ENGSTRAND L. (1977). *Biosystematics and taxonomy in* Geocaryum *Cosson (Umbelliferae).* Thesis, Lund.

FERGUSON L. F. (1978). *Daphne rodriguezii* Texidor. *In* LUCAS G., SYNGE H. (ed.), *The IUCN plant red data book,* 525-526. International Union for the Conservation of Nature and Natural Resources, Morges.

GALLAND N. (1991). Recherche sur l'origine de la flore orophile du Maroc. Etude caryologique et cytogéographique. *Trav. Inst. Sci. Univ. Mohammed V, Sér. Bot.*, 35.

GAMISANS J., JEANMONOD D. (1993). *Catalogue des plantes vasculaires de la Corse (seconde édition).* [Compléments au Prodrome de la flore corse, Annexe 3.] Genève.

GENOVA M. M., GOMEZ F., MORENO J. C., MORLA C., SAINZ H. (1986). El paisaje vegetal de la isla de Alboràn. *Candollea*, 41, 103-111.

GINZBERGER A. (ed.) (1915). Beiträge zur Naturgeschichte der Scoglien und kleineren Inseln Süddalmatiens, I. Teil. *Denkschr. Kaiserl. Akad. Wiss. Wien, Math.-Naturwiss. Kl.*, 92, 261-404.

GINZBERGER A. (1921). Beitrag zur Kenntnis der Flora der Scoglien und kleineren Inseln Süd-Dalmatiens. *Österr. Bot. Z.*, 70, 233-248.

GÓMEZ-CAMPO C. (ed.) (1987). *Libro rojo de especies vegetales amenazadas de España peninsular e islas Baleares.* Madrid.

GREUTER W. (1968). Contributio floristica austro-aegaea 13. Revision des *Anthemis* du groupe *Ammanthus*. *Candollea*, 23, 143-150.

GREUTER W. (1971). L'apport de l'homme à la flore spontanée de la Crète. *Boissiera 19*, 329-337.

GREUTER W. (1972a). L'écueil à *Silene holzmannii*, en Crète, et son peuplement végétal. *Saussurea*, 3, 157-166.

GREUTER W. (1972b). The relict element of the flora of Crete and its evolutionary significance. *In* VALENTINE D. H. (ed.), *Taxonomy, phytogeography and evolution*, 161-177. London.

GREUTER W. (1975). Die Insel Kreta — eine geobotanische Skizze. *Veröff. Geobot. Inst. ETH Stiftung Rübel Zürich 55,* 141-197.

GREUTER W. (1979). The origins and evolution of island floras as exemplified by the Aegean Archipelago. *In* BRAMWELL D. (ed.), *Plants and islands*, 87-106. London.

GREUTER W. (1991). Botanical diversity, endemism, rarity, and extinction in the Mediterranean area : an analysis based on the published volumes of *Med-Checklist. Bot. Hron.*, 10, 63-79.

GREUTER W. (1994). Extinctions in Mediterranean areas. *Philos. Trans., Ser. B* (in print).

GREUTER W., BURDET H. M., LONG G. (1984-1989). *Med-Checklist. A critical inventory of vascular plants of the circum-mediterranean countries.* Vol. 1, 3, 4. Conservatoire et Jardin botaniques, Ville de Genève ; Secrétariat *Med-Checklist*, Berlin-Dahlem.

GREUTER W., PHITOS D., RUNEMARK H. (1975). Greece and the Greek islands. A report on the available floristic information and on current floristic and phytotaxonomic research. *Colloq. Int. C.N.R.S.*, 235, 67-89.

HÖNER D. (1991). Mehrjährige Beobachtungen kleiner Vegetationsflächen im Raume von Karpathos (Nomos Dhodhekanisou, Griechenland). Ein Beitrag zur Klärung des «Kleininselphänomens». *Diss. Bot.*, 173.

HÖNER D., GREUTER W. (1989). Plant population dynamics and species turnover on small islands near Karpaathos (South Aegean, Greece). *Advances Veg. Sci.*, 9, 129-137.

IATROU G. A. (1986). *Sumbolê stê meletê tou endêmismou tês hlôridas tês Peloponnêsou. Thesis,* Patras.

KNOCHE H. (1922, 1923). *Flora balearica. Etude phytogéographique sur les Iles Baléares.* Vol. 2, 3. Montpellier.

KUHBIER H. (1978). *Euphorbia margalidiana* —eine neue Wolfsmilch-Art von den Pityusen. *Veröff. Überseemus. Bremen, Reihe* A, 5, 25-37.

LANZA B., POGGESI M. (1986). Storia naturale delle isole satelliti della Corsica. *L'Universo,* 66, 1-198.

MACARTHUR R. H., WILSON E. O. (1967). *The theory of island biogeography.* Princeton.

MAJOR C. J. F., BARBEY W. (1895). Amoi. Etude botanique. *Bull. Herb. Boissier*, 3, 30.

MATTHÄS U. (1988). Die laubwerfenden Eichen Kretas. *Diss. Bot.*, 119.

MONTMOLLIN B. de (1987). *Contribution à l'étude cytotaxonomique de la flore crétoise et en particulier de ses endémiques.* 2 Vols. Thesis, Neuchâtel (unpublished).

PLEGER R. (1981). *Zufallsbedingte Pflanzengemeinschaften der südägäischen Kleinstinseln.* Diploma thesis, Free University, Berlin (unpublished).

POTTHOFF S. (1989). *Schwimmfähigkeit und Salztoleranz von Diasporen küstenbewohnender Pflanzen der Südostägais und ihre Möglichkeiten der Verbreitung durch Meeresströmungen.* Diploma thesis, Free University, Berlin (unpublished).

RECHINGER K. H. (1951). Phytogeographia aegaea. *Österr. Akad. Wiss. Math.-Naturwiss. Kl., Denkschr.*, 105(2,2).

RUNEMARK H. (1969). Reproductive drift, a neglected principle in reproductive biology. *Bot. Not.*, 122, 90-129.

RUNEMARK H. (1970). The role of small populations for the differentiation in plants. *Taxon*, 19, 196-201.

SCHEMBRI P. J., SULTANA J. (1989). *Red data book for the Maltese Islands. Malta.*

SOMMIER S. (1902-1903). La flora dell' arcipelago toscano. *Nuovo Giorn. Bot. Ital., ser.* 2, 9, 319-354 ; 10, 133-200.

TURLAND N. J., CHILTON L., PRESS J. R. (1993). *Flora of the Cretan area. Annotated checklist & atlas.* London.

TZANOUDAKIS D., KYPRIOTAKIS Z. (1993). *Allium platakisii*, a new species of the Greek insular flora. *Fl. Medit.*, 3, 309-314.

WILLIAMSON M. (1981). *Island populations.* Oxford.

ECOLOGIA MEDITERRANEA XXI (1/2) 1995 : 11-18

The Mediterranean flora in the context of world biodiversity

La flore méditerranéenne dans le contexte de la biodiversité mondiale

Vernon H. HEYWOOD*

SUMMARY

The author deals with the great importance of plant biodiversity in the Mediterranean region and other regions of Mediterranean climate and vegetation on a world scale.

The characteristics of the regions of Mediterranean climate (Mediterranean Basin, North Africa, California, Australia, Chile) are first described in terms of variations in climatic - edaphic conditions, floristics, the total numbers of species and the endemism percentage, and the effects of human activities on vegetation. Then, problems of assessing the richness of the floras are stressed by comparing the different systems of taxonomy used in different countries. The great interest of the island floras, which contain many endemic taxa, is pointed out before drawing conclusions about the lessons to be learned from the Mediterranean floras for other parts of the world.

KEYWORDS : biodiversity, Mediterranean region, flora, human activities, island floras

RÉSUMÉ

L'auteur traite, dans ce texte, de la grande importance de la biodiversité végétale de la région méditerranéenne et des régions à végétation et climat méditerranéens à l'échelle mondiale.

Les régions à climat méditerranéen (Bassin méditerranéen, Afrique de Sud, Californie, Australie, Chili) sont, tout d'abord décrites avec leurs caractéristiques concernant les variations des conditions climato - édaphiques, la flore, le nombre total d'espèces et le pourcentage d'endémisme et l'interférence des activités humaines sur la végétation. Les problèmes liés à l'estimation des richesses de la flore sont ensuite mis en évidence grâce à la comparaison des flores utilisées dans les différents pays. Le grand intérêt de la flore des îles qui possède beaucoup de formes endémiques est signalé avant de conclure sur les leçons pouvant être tirées de la flore méditerranéenne pour les autres régions du monde.

MOTS-CLES : biodiversité, région méditerranéenne, flore, activités humaines, flore des îles

INTRODUCTION

This colloquium is being held in the aftermath of the UNCED meetings in Rio de Janeiro in 1992 when the growing world concern at the loss of biodiversity reached a climax and led to the signing of the Convention on Biological Diversity and the adoption of Agenda 21. Much attention has been focused on the plight of the tropics, especially the rainforests which are being converted to other uses at an alarming rate. The reason has been the enormous richness and diversity of their flora and fauna and the ecological complexity of their ecosystems as well as the belief that they contain untapped reservoirs of plants and animals which are of potential benefit to humanity.

In taking a global view of biodiversity, while recognizing the undoubted significance and importance of tropical regions, we must not neglect the riches to be found in other parts of the world, notably those with a Mediterranean cli-

* Botanic Gardens Conservation International, Richmond, U.K.
* Now at Department of Botany, School of Plant Sciences, University of Reading, Whiteknights PO Box 221, Reading RG6 2AS, U.K.

mate and vegetation. In fact a great deal of research has been undertaken during the past twenty years or so into the ecology, structure, ecosystem dynamics, ecological function, productivity and invasibility and conservation needs of Mediterranean ecosystems (e.g. DI CASTRI and MOONEY 1972 ; DI CASTRI *et al.*, 1981 ; DI CASTRI *et al.* 1990, GOMEZ-CAMPO 1985 ; GREUTER 1979 ; HUNTLEY 1988 ; MOONEY 1988 ; QUEZEL and BARBERO 1985 ; RAVEN and AXELROD 1978), as well as intensive floristic and taxonomic studies (cf. CNRS 1975 ; GREUTER 1991 ; HEYWOOD 1991a ; QUEZEL 1978, 1985, 1991 for summaries). Attention should be drawn to the important stimulus provided by the Organization for the Phyto-Taxonomic Investigation of the Mediterranean Area (OPTIMA) and the various projects and activities it has engendered, including the Med-Checklist Project (GREUTER *et al.*, 1984, 1986, 1989). The Mediterranean basin and adjacent territories form one of the world's great gene centres - the Mediterranean Centre in Vavilov's classification of World Centres of Origins of Cultivated Plants - and the plants listed range from cereals and legumes, such as wheat, lentil, pea, lupin through forages such as clover to oil and salad plants (flax, rape, olive, lettuce, chicory, etc.) and aromatic and medicinal plants (thyme, salvia, marjoram, lavander, mint, fennel etc).

All of this work demonstrates the very great importance of the plant biodiversity of the Mediterranean region and other regions of Mediterranean climate and vegetation in a world context and the need for continuing efforts to be made to study, conserve and use it sustainably.

Another significant feature of the Mediterranean basin in particular is the degree to which it has been subjected to human modification for over three thousand years. Despite this it shows a remarkable resilience and offers lessons that other parts of the world might profit from studying.

THE CHARACTERISTICS OF THE MEDITERRANEAN REGIONS

The regions of Mediterranean climate and vegetation have a special interest to the student of biodiversity. As MOONEY (1988) notes, the five Mediterranean-climate regions of the world, namely the Mediterranean basin, California, Chile, Australia and South Africa, are of special interest for two main reasons - firstly, they rival tropical regions for their biological richness, and secondly, because they have had different histories of human settlement and consequent modification of the landscape, vegetation and flora, and so they provide a basis for interesting comparisons when we come to study the human impact on biological diversity in other areas such as the tropics.

The Mediterranean basin

The countries bordering the Mediterranean basin and those in adjacent South West Asia house some of the world's richest floras. Climatic factors and a varied geology have produced a very diverse flora and vegetation which man in turn has severely modified over the centuries by transhumance, agriculture, forestry, intensive horticulture, fire, felling of forests, terracing, road building, urbanization, industrialization, tourism, pollution etc.

In particular the Mediterranean basin, which covers more than 2 million square kilometers, is significant for the following reasons (cf HEYWOOD 1977) :

1) Its floristic richness compared with adjacent temperate and desert regions. The flora has been estimated by QUEZEL (1985) as containing 25,000 species and more recently by GREUTER (1991) as 24,000 ± 600 or 29,700 plus 750 additional taxa (species plus additional subspecies) based on an analysis and extrapolation from the published volumes of Med-Checklist. Individual countries such as France, Spain, Greece, Morocco, Italy have up to 4-5,000 species and Anatolia has about 9,000.

2) The high numbers of species found in unit areas : NAVEH and WHITTAKER (1977) have found sites in Mediterranean Israel which have as many species per 0.1 hectare sample plots as have been reported for woody species in sample areas in tropical forests in Ecuador. GREUTER also concludes after plotting taxon numbers against area sizes that the flora of the whole Mediterranean region is about twice as large as would be expected, even though deserts make up half of its total surface area without adding significantly to its floristic diversity.

3) The high degree of both local and regional endemism. This is related to the high species diversity per unit area. QUEZEL (1985) estimates that about 50% of the flora is endemic to the region but GREUTER (1991) in his analysis based on MedChecklist gives an extrapolated figure of 37.4% or 10,800 taxa for the whole vascular flora although he believes this is on the high side as the Monocots which have not yet been treated by MedChecklist are known for their significantly smaller share of endemics.

The endemics are of several different kinds - notably mountain top and island endemics (many of them epibiotic Tertiary relicts), and more recently derived endemics, often annual species.

4) The high degree of human interference and disturbance of the vegetation, a process which dates back several thousand years, which has transformed much of the native vegetation and has led to the formation of many subseral or secondary communities such as the characteristic scrub, maquis, garrigue, phrygana, etc. communities which form such a conspicuous part of the landscape and which afford good conditions for hybridization and further evolution and differentiation. As RAVEN (1973) has commented, the Mediterranean region is a great natural laboratory for students of evolution, especially of annual plants. The region as a whole has been described by NAVEH and DAN (1973) as «composed of innumerable variants of different degradation and regeneration stages».

The high degree of diversity is largely explained as a consequence of the various components of disturbance, most notably fire (TRABAUD 1981), water stress, grazing (LE HOUEROU 1981) and cutting. In particular fire has been regarded a powerful ecological factor in the evolution and differentiation of the Mediterranean flora and is considered by NAVEH (1991) as the driving force in the co-evolution of Mediterranean man and landscapes in the Pleistocene.

5) The dry summers and the seasonal, restricted rainfall allowing the development of a mosaic pattern of different soils. In each soil-type different combinations of species tend to grow. The low seasonal rainfall leads to a slow rate of weathering of the parent rock which has been a factor in the development of ecological races or ecotypes - as in normally silicicolous species which occur quite often on calcareous soils, the inertness of the limestone in the main growng season because of the low rainfall being a contributing factor.

6) The mosaic pattern of soils, and the xeric conditions, which combined with very marked topographic and altitudinal variation has led to active evolution in many groups.

7) The year-to-year climatic variations which have been particularly marked in recent years, leading to significant effects on annual species (therophytes) whose population size may suffer major changes from season to season. Drastic reductions in population size can lead to catastrophic selection sensu Harlan Lewis.

8) The high percentage of annuals in the flora, especially in some families and genera (e.g. in the tribe Anthemideae of the Compositae *Chrysanthemum, Coleostephus, Glossopappus, Prolongoa, Lepdiphorum* etc.). These are often clearly distinct species and form a series of «satellite» mono- or pleiotypic genera around larger, usually perennial genera. There are numerous examples in the Cruciferae, Umbelliferae and Caryopyllaceae as well as in the Compositae.

9) The large numbers of exotic or invasive species which have become established in the region.

These then are some of the factors which make the Mediterranean basin so special as regards its landscapes, vegetation and floristics and therefore of high priority in biodiversity research.

Southern Africa

Southern Africa as a whole covers some 2,573,000 km^2 and has a flora of some 23,000 species. The more strictly Mediterranean climate region, the Cape Floral Kingdom contains some 8,500 species which are, as HUNTLEY (1988) notes, compressed into an extremely small area of 90,000 km^2 with a remarkable 94.49 species per 1000 km^2. This may be compared with 1.5 species per 1000 km^2 in Tropical Africa, 4.73 in Brazil and 8.93 in Southern Africa as a whole. The diversity in floristic composition within the area is unparalleled elsewhere : two sides of a valley may differ by 45%.

Some 10% of the species that occur in Southern Africa are threatened to some degree. The Cape Floristic Kingdom which occupies less than 4% of Southern Africa accounts for 68% of the threatened species, most of them in the fynbos vegetation which covers 56% of the Mediterranean-climate area, the rest being covered with renosterveld (36%) and strandveld (8%). Much of the vegetation of the region (34% according to satellite imagery) has been modified by human activity (HUNTLEY 1988). Intensive land use has reduced the renosterveld from 36% of the area to 1% ; and today farmland and other non-native vegetation plus urban development covers over 50% of the southwest Cape Region. The whole region is also greatly threatened by invasion by large, woody exotic weeds which are estimated to have invaded about one fourth of the native vegetation (JARMAN 1986).

California

Most of the State of California has a Mediterranean-type climate. It covers 411,000 km^2 and contains over 5,000 native vascular plants of which some 30% are endemic. About 1 species in 10 is threatened to some degree and a about a quarter of the extinct or endangered plants of the United States as a whole occur in this region.

Again, the vegetation has been seriously modified by human activities such as : agriculture, industry and housing, especially in the coastal and valley regions. O'NEILL (cited in Myers 1990) estimates that by 1980 the Californian Floristic Province had lost 78,000 km^2 of its former extent to urbanization and irrigated agricultural land, leaving 246,000 km^2 so far undisturbed although much of this is subject to disruption by stock grazing, logging and mining and further population increase. Entire ecosystems have been destroyed such as the native perennial grassland of the Central Valley which has been replaced by annual grassland dominated by species introduced from the Mediterranean basin.

Australia

The Mediterranean-type climate in Australia occurs in the southern part of the continent, from western Victoria in the east to southwest Western Australia in the west. It is occupied by semi-arid mallee communities *(Eucalyptus)* on relatively rich soils (accounting for 71%) , and sclerophyll mallee and heathland on oligotrophic soils (the remainder). The flora of this region has been estimated at 3,630 species by MYERS (1990) of which 78% are endemic. It should be noted, however, that while the last national census for Australia (HNATIUK 1990) gave a figure of 15,638 species, it is estimated that 3,000-5,000 species still remain to be be named so that the figure for the Mediterranean region in the southwest could be substantially increased as the flora is better studied.

Large parts of the Mediterranean-type shrubland on more fertile soils have been destroyed by agriculture. According to SPECHT (1981), modern farming techniques have achieved in the last fifty years in Australia what has taken over 2,000 years in the Mediterranean basin.

Chile

The mediterranean-type vegetation of Chile, matorral, espinal and related communities, occurs mainly in the populous central valley (Valle Central). The flora of Central Chile comprises probably some 2,000 species of which 95% are endemic to Chile.

Human impact on the vegetation probably dates back 10,000 years (RUNDEL 1981) with hunting and agriculture actively practised by the Indians long before the arrival of the Spaniards in the 16th century. Land was cleared by fire and there are even traces of shifting agriculture in Neolithic times. The European settlers replaced native crops and introduced livestock which put great pressure on the land. Harvesting of wood for charcoal and the felling of trees to provide additional land for agriculture led to severe depletion of the dry forests and shrublands. Today heavy human pressure maintains most of the vegetation of Central Chile in a disturbed state (RUNDEL 1981).

PROBLEMS OF ASSESSING THE OVERALL RICHNESS OF THE FLORAS OF THE MEDITERRANEAN-CLIMATE FLORAS

It is quite clear that the different areas of Mediterranean-type vegetation are highly diverse floristically. The floras of South Africa and California are well studied while we have fairly reliable estimates for the Mediterranean basin but the figures for Australia and Chile are not yet fully worked out. A simple addition of the floras as at present known or estimated would give a figure of nearly 60,000 species and there is very little duplication of species between the different regions :

Mediterranean basin	25,000
Southern Africa	23,000
Australia	3,630
Chile	2,000
California	5,000
Total	**58,630**

Of course, we can adopt broader or narrower definitions of the areas to be considered as Mediterranean-type : by restricting the South African region to the Cape floristic region, the figure reduces to about 45,000 but by adopting a wider concept of Mediterranean and similar or adjacent subtropical vegetation types (cf. GREUTER 1991), we can reach a figure of over 80,000 species. It is, however, not profitable to play such floristic arithmetic. The important conclusion that we can draw is that in terms of floristic richness, concentration of endemic species, ecosystem diversity and degree of threat, Mediterranean-type floras are of major concern in biodiversity studies and we neglect them at our peril. They also provide us with valuable lessons

for the understanding and possible handling of diversity in other parts of the world.

I want to draw attention, however, to another largely overlooked problem of floristics and phytogeography yet one that is widely used today in discussions of biodiversity : the comparison of floras. Floristic diversity is of course but one element in the study, analysis and comparison of biodiversity. It belongs to that level of biodiversity known as species or taxonomic diversity, as opposed to landscape/ecosystem diversity and genetic diversity.

Comparing different floras is a poorly studied procedure. How can one add floras together when different taxonomic concepts have been applied ? Also, floras in different parts of the world, or in different parts of a single continent, have been explored and studied to different degrees. Even in Europe, the floras of the northern and central parts have been intensively studied with many countries possessing an array of national and local Floras as well as more detailed monographic or biosystematic studies, while in the south, several countries bordering the Mediterranean still do not possess a complete modern Flora.

I have drawn attention on previous occasions to the problems of comparing species in different published European Floras because of the differences in usage of the taxonomic categories (HEYWOOD 1973b) : compare, for example, Fiori's liberal *Flora Analitica d'Italia* with Komarov's dialectically materialistic *Flora USSR*. Or even within a single country, France, how does one compare the conservative species of Coste's *Flore de France* with the more analytical and at the same time synthetic approach of Rouy and Foucaud's *Flore de France*.

Even in contemporary systematics we have the problem of comparing the treatments in three excellent major Floras which cover all or part of Spain : the *Flora Iberica, Flora dels Paisos Catalans* and the *Flora de Andalucía Occidental*. At a regional/continental level we have substantially different approaches adopted in *Flora Europaea* and *Med-Checklist*.

I have also noted, elsewhere (HEYWOOD 1991), the continental dimensions to this problem when comparing tropical floras such as those of Southeast Asia, Latin America and Tropical Africa. In the *Flora Malesiana* region, influenced by van Steenis (who once stated that we should not ask how many species there are in an area but how few), a broad species concept is adopted while in Latin America, as the late lamented Al GENTRY pointed out (GENTRY 1990), many taxonomists feel a need to recognize small species since infraspecific taxa tend to be overlooked or ignored. In Tropical Africa a somewhat intermediate species concept is often used.

Obviously when we compare the floras of the different areas of Mediterranean-type vegetation and climate, such differences should be considered as they will almost certainly affect the figures substantially. Despite these problems, in most analyses and comparisons of biodiversity, species numbers are taken at face value as though they were all equivalent in some way apart from their designation as species. This is a serious issue and quite apart from the problems of comparison, it does stress the need for us to consider in analyses of biodiversity not just species numbers but infraspecific variants such as subspecies, varieties etc. Certainly in questions of genetic resource conservation considerations of such variation and variability within species is paramount.

ISLAND FLORAS IN THE MEDITERRANEAN AND THEIR FUTURE

One of the characteristics of the Mediterranean is the large number of islands, many of which possess floras of special interest. In particular the Balearic Islands, Corsica, Sardinia, Sicily, Crete and Cyprus have been the subject of detailed research. Not only do they have rich floras but contain many endemic forms, some of them relictual, some of them more recent. The origin and taxonomic status of such endemics poses many problems and has been thoroughly investigated in the case of West Mediterranean islands by CARDONA and CONTANDRIOPOULOS (1979) and VERLAQUE *et al.*, (1991) and for the Aegean archipelago by GREUTER (1979).

Island floras are fragile and vulnerable because of the special conditions caused by their insularity. Important factors are size, type, height, origin, age, geology, soils and past history. Many suffer hydrological problems because of their separation from the mainland and this can cause conditions of stress to which the plants and animals that colonize the islands have to adapt if they are to survive.

The most important factor that will determine the future of island floras, just as it has been responsible for their present state, is human action. The effects of human intervention on islands in the Mediterranean basin are essentially

similar to those that obtain generally in the region but are magnified because of the insularity. A common pattern of events (HEYWOOD 1979) has been human colonization or visitation, leading to deforestation and fire, terracing and other forms of agriculture, introduction of goats, sheep and other grazing animals, cultivation of lower slopes, invasion by exotic species some of which invade natural ecosystems. These lead normally to changes in climate, increased aridity, establishment and spread of secondary, successional plant communities, the formation of marginal habitats which are susceptible to invasion by weedy or invasive species. The biological consequences include the breaking down of reproductive barriers, the preferential spread of aggressive invasive species, sometime replacing natural vegetation, and the adaptation of populations of species to these new conditions, sometimes involving changes in the breeding system, changes in or loss of dispersal mechanisms, etc. (HEYWOOD 1979).

In recent years the effects of human influence on island vegetation and floras have accelerated and to the factors just mentioned have to be added changes in social patterns, often leading to a migration from the land to the towns, use of modern high-input agriculture using chemical fertilizers and weed killers, the abandonment of traditional crops and cultivation patterns with the consequent loss of traditional land races of crops, the abandonment of terracing, introduction of new crops, industrial and urban development, road building, dams and reservoirs, development of tourism and the necessary infrastructure of hotels, airports, etc.

The emphasis today has to be on the development and implementation of national strategies for biodiversity, including overall landuse planning, resolving the conflicts between the legitimate demands of development and maintenance of biodiversity at the landscape, ecosystem, population and genetic level, a rethinking of the role of national parks and protected areas, involvement of botanic gardens in integrated approaches to conservation, habitat restoration and rehabilitation, the intelligent use of set-aside areas and, above all, education of the administrators and the public about the fragility of our ecosystems and the limits of their carrying capacity.

LESSONS TO BE LEARNED FROM THE MEDITERRANEAN

I have stressed in this chapter the long history of human action on the environment, from the early introduction of transhumance and historic deforestation down to the present day of agricultural subsidies, industrial and urban development and mass tourism. I have drawn attention to the drastically altered state of the natural vegetation cover, now largely replaced by semi-natural or secondary communities or by introduced species such as *Eucalyptus, Acacia* or exotic conifers, when not completely eliminated by agriculture or building. Yet the Mediterranean still retains a great deal of beauty and charm and attracts millions of visitors every year : the semi-natural and exotic vegetation and the towns and villages still create pleasant and attractive landscapes.

Other parts of the world, especially in the tropics, are now being exposed increasingly to the effects of human action. Forest conversion is proceeding at an alarming rate, and most other kinds of habitats, including wetlands and marine habitats, are at risk. Predictions of alarming rates of loss of species are being made. In addressing these issues, I would suggest that much more attention should be paid to studying the effects of human modification of the environment in regions of Mediterranean type climate and vegetation. While no direct comparisons can be made with tropical regions, there are many factors in common and possibly some of the solutions that have evolved over the centuries in the Mediterranean as Man has learned to adapt to his changing habitat and circumstances might provide some guidance and hope.

What is surprising is the fact that only a small number of species have apparently been lost completely during these centuries of change. GREUTER (1991) notes that 22 extinctions of taxa are recorded in the 3 published volumes of Med-Checklist and even seven of these are, he says of little significance since they refer to species which are apparently mythical and probably never existed, are taxonomically doubtful or may be no more than an occasionally formed hybrid.

On the other hand data from the World Conservation Monitoring Centre cited by RAMADE (1990) suggest that of 4,777 species endemic to a single Mediterranean country (excluding Syria, Lebanon and Turkey), 2,758 are Rare, 180 Endangered, 344 Vulnerable and 454 of Indeterminate status, following the IUCN categories of threat. This suggests that we need to be vigilant, closely monitor the flora and take appropriate action when needed. Fortunately, it does seem that many if not most Mediterranean endangered species are able to persist successfully for long periods of time, often in small

populations in specialized niches as in the case of rupicolous plants, and the likelihood of many of these species becoming totally extinct is small (GREUTER 1991a). Much more research is needed however into the population biology and demography of such species and their status should be under constant surveillance.

The Bern Convention and the new EC Habitats Directive provide us with frameworks for action and the Convention on Biological Diversity now in force will add a further dimension in addition to existing national legislation. As I noted recently (HEYWOOD 1993), «The necessary instruments are now in place, our knowledge of European plants is greater than that of any other continent, we have the institutional resources, the people and the know-how. All that is needed now is the will to succeed.» This Conference is a clear demonstration that the will is there.

REFERENCES

CARDONA, M.A. and CONTANDRIOPOULOS, J. 1979. Endemism and evolution in the islands of the Western Mediterranean. In : Bramwell, D. (ed), Plants and Islands, 133-170. Academic Press, London.

DI CASTRI, F. and MOONEY, H.A. (eds) 1973. Mediterranean Type Ecosystems. Origin and Structure. Springer Verlag, Berlin.

DI CASTRI, F., GOODALL, D.W. and SPECHT, R.L. (eds) 1981. Mediterranean-type shrublands. Elsevier Scientific Publishing Company, Amsterdam.

DI CASTRI, F., HANSEN, A.J. and DEBUSSCHE, M. (eds) 1990. Biological Invasions in Europe and the Mediterranean Basin. Kluwer, Dordrecht.

CNRS. 1975. La Flore du Bassin Méditerranéen, essai systématique synthétique. CNRS, Paris.

GENTRY, A. H. 1990. Herbarium taxonomy versus field knowledge. Flora Malesiana Bulletin Special volume 1 : 31-35.

GOMEZ CAMPO, C. 1985. Plant Preservation in the Mediterranean area. W. Junk Publishers, Dordrecht.

GREUTER, W. 1979. The origins and evolution of island floras as exemplified by the Aegean Archipelago. In Bramwell, D. (ed), Plants and Islands, 87-106. Academic Press, London.

GREUTER, W. 1991. Botanical diversity, endemism, rarity, and extinction in the Mediterranean area : an analysis based on the published volumes of Med-Checklist. Bot Chron. 10 : 63-79.

GREUTER, W. 1991a. The need to preserve genetic resources. In : The Conservation of Wild Progenitors of Cultivated Plants. 12-19. Environmental Encounters Series No.8. Council of Europe, Strasbourg.

GREUTER, W., BURDET, H.M. and LONG, G. 1984, 1986, 1989. Med-Checklist. A critical inventory of vascular plants of the circum-mediterranean countries/ Inventaire critique des plantes vasculaires des pays circum-méiterranéens. 1,2,3,4. Geneva and Berlin.

HEYWOOD, V.H. 1973. Taxonomy in crisis ? or taxonomy is the digestive system of biology. Acta Academiae Scientiarum Hungaricae 19 : 139-146.

HEYWOOD, V.H. 1977. The floristics of the Mediterranean basin - research perspectives. Optima Newsletter 2, 26-29.

HEYWOOD, V.H. 1979. The future of island floras. In Bramwell, D. (ed), Plants and Islands, 431-442. Academic Press, London.

HEYWOOD, V.H. 1991a. Assessment of the state of the flora of the West Mediterranean basin. In Rejdali, M. and Heywood, V.H. (eds), Conservation des Ressources Végétales, 9-17. Actes Editions, Institut Agronomique et Vétérinaire Hassan II, Rabat.

HEYWOOD, V.H. 1991b. Needs for stability of nomenclature in conservation. In : Hawksworth, D.L. (ed), Improving the Stability of Names : needs and options, 53-58. Koeltz Scientific Books, Koenigstein.

HEYWOOD, V.H. 1993. Flora conservation. Naturopa No. 71,24-25.

LE HOUEROU, H.N. 1981. Impact of man and his animals on Mediterranean vegetation. In : di Castri, F., Godall, D.W. amnd Specht, R.L. (eds), Mediterranean-type Shrublands, 479-521. Elsevier Scientific Publishing Company, Amsterdam.

HUNTLEY, B.J. 1988. Conserving and monitoring biotic diversity. Some African examples. In : Wilson, E.O and Peter, F.M. (eds), Biodiversity, 248-260.

JARMAN, M.L. 1986. Conservation Priorities in the Lowland Regions of the Fynbos Biome. South African National Scientific Programmes Report No. 40. Council for Scientific and Industrial Research, Pretoria.

MOONEY, H.A. 1988. Lessons from Mediterranean-climate regions. In : Wilson, E.O. and Peter, F.M. (eds), Biodiversity 157-165. National Academy Press, Washington DC.

MYERS, N. 1990. The biodiversity challenge : expanded hot-spots analysis. The Environmentalist 10 : 343-256.

NAVEH, Z. 1991. The role of fire in Mediterranean vegetation. Bot. Chron. 10 : 385-405.

NAVEH, Z. and DAN, J. 1973. The human degradation of Mediterranean landscapes in Israel. In : di Castri, F. and Mooney, H .A. (eds), Mediterranean-type Ecosystems. Origin and Structure, 370-390. Springer Verlag, Heidelberg.

NAVEH, Z. and WHITTAKER, R.H. 1979. Structural and floristic diversity of shrublands and woodlands in northern Israel and other Mediterranean areas. Vegetatio 41 : 171-190.

QUEZEL, P. 1978. Analysis of the flora of Mediterranean and Saharan Africa. Ann. Missouri Bot Gard. 65 : 479-534.

QUEZEL, P. 1985. Definition of the Mediterranean region and the origin of its flora. In : Gómez Campo, C. (ed), Plant Conservation in the Mediterranean Area, 9-24. W. Junk, Dordrecht.

QUEZEL, P. 1991. Structures de végétation et flore en Afrique du Nord : leurs incidences sur les problèmes de conservation. In : Rejdali, M. and Heywood, V.H. (eds), Conservation des Ressources Végétales, 19-33. Actes Editions, Rabat.

QUEZEL, P. and BARBERO, M. 1985. Carte de la végétation potentielle de la région méditerranéenne. CNRS, Paris.

RAVEN, P.H. 1973. The evolution of Mediterranean floras. In : di Castri, F. and Mooney, H.A. (eds), Mediterranean Type Ecosystems. Origin and Structure, 213-224. Springer-Verlag, Berlin.

RAVEN, P.H. and AXELROD., D.I. 1978. Origins and Relationships of the Californian Flora. Univ. Calif. Publ. Bot. 72 : 1-34.

RUNDEL, P.W. 1981. The matorral zone of central Chile. In : di Castri, F., Goodall, D.W. and Specht, R.L. (eds), Mediterranean-type Shrublands, 175-201. Elsevier Scientific Publishing Company, Amsterdam.

TRABAUD, L. 1981. Man and fire : impacts on Mediterranean vegetation. In : di Castri, F., Goodall, D.W. and Specht, R.L. (eds), Mediterranean-type Shrublands, 523-537. Elsevier Scientific Publishing Company, Amsterdam.

VERLAQUE, R., ABOUCAYA, A., CARDONA, M. A. and CONTANDRIOPOULOS, J. 1991. Quelques exemples de spéciation insulaire en Méditerranée occidentale. Bot. Chron. 10:137-153.

ECOLOGIA MEDITERRANEA XXI (1/2) 1995 : 19-39

La flore du bassin méditerranéen : origine, mise en place, endémisme

Pierre QUEZEL*

RÉSUMÉ

L'auteur envisage respectivement la signification biogéographique et historique des flores circum-méditerranéennes. Sur le plan biogéographique sont brièvement analysés les éléments biogénétiques de souche tropicale, autochtone et septentrionale, en fonction de leurs origines, de l'ancienneté de leur mise en place mais aussi de leurs affinités écologiques globales. Sur le plan historique une approche comparable est tentée, au moins depuis le Néogène, sur la valeur écologique des grands ensembles évoqués ci-dessus. Les critères paléoclimatiques sont dans la mesure du possible corrélés avec les cortèges floristiques ; un accent particulier est mis sur les phases d'aridité et en particulier la crise de salinité messinienne dont la signification biogéographique est discutée. Un chapitre important est enfin consacré à l'analyse historique et paléoécologique de la flore des îles Canaries, dont le rôle de conservatoire pour les flores s'étant succédées en région méditerranéenne depuis le Miocène est hautement significatif. Ces considérations amènent à poser enfin le problème de l'apparition en région circum-méditerranéenne d'un contingent élevé de taxa endémiques et des processus divers qui peuvent en être à l'origine.

MOTS-CLES : flore méditerranéenne, signification biogéographique, histoire, mise en place, endémisme

SUMMARY

The author respectively considers the biogeographic and historical significance of the circum-mediterranean flora. In the biogeographic field, the biogenetic elements of tropical, autochtonal and septentrional origin are briefly analyzed according to their origins, the oldness of their setting but also according to their ecological affinities. In the historical field, a similar approach is attempted, at least since the Neogene, on the ecological value of the units above mentionned. The paleoclimatic criteria are, as far as possible, correlated with the floristic corteges. The arid periods are particularly emphasized and specially the messinian saline crisis, the biogeographic significance of which is discussed. An important chapter is devoted to the historical and palaeoecological analysis of the flora of the canarian islands. This flora indeed plays an highly significative part of conservatory for the various flora which had followed one another in the mediterranean region since the Miocene. These considerations lead at last to set the problem of the emergence, in the circum-mediterranean region, of a high number of endemic taxa and the various possible process originating them.

KEYWORDS : Mediterranean flora, biogeographical value, history, establishment of present flora, endemism

* IMEP/URA CNRS 1152, Université d'Aix-Marseille III
Faculté de Saint-Jérôme
Laboratoire de Botanique et Ecologie Méditerranéenne, Case 461
13397 MARSEILLE Cedex 20

La compréhension globale de la flore méditerranéenne, origine, mise en place, signification biogéographique, a bénéficié des progrès réalisés au cours des dernières décennies, tant en taxinomie pure, qu'en paléobotanique (macrorestes, pollens, charbons) et en paléoécologie. Si la part des spéculations reste encore importante dans l'attente de travaux nouveaux tout spécialement en paléobotanique au moins pour certaines périodes ou certaines parties du bassin, des acquis permettent toutefois à l'heure actuelle de proposer des explications sur bien des points particulièrement discutés.

Sur le plan purement biogéographique, il convient tout d'abord d'interpréter l'ensemble de la flore méditerranéenne en fonction de sa valeur : éléments d'origine méridionale (tropicale), éléments autochtones, éléments de souche septentrionale, dont l'analyse précise permet une première approche des chronologies et des modalités de leur mise en place.

Sur le plan historique seront évoqués ensuite les origines de la flore et du climat méditerranéen, à la lumière des travaux récents réalisés tant par la réinterprétation de certains résultats anciens, mais aussi la découverte de gisements de macrorestes ou de sédiments riches en matériel sporo-pollinique. L'établissement de corrélations chronologiques et paléoclimatiques fiables ont grandement aidé à la reconstitution des flores et de la végétation depuis le Miocène.

A titre exemplaire, le problème soulevé par la crise messinienne et ses influences sur la mise en place des flores méditerranéennes sera discuté à la lumière de résultats récents, ainsi que le rôle que les îles macaronésiennes et l'archipel des Canaries en particulier ont pu jouer à la fois comme conservatoire des paléoflores méditerranéennes, mais aussi comme centre de spéciation et comme modèle de mise en place d'une flore aujourd'hui hautement spécialisée.

Ces réflexions conduisent à évoquer enfin de façon très synthétique le problème de l'endémisme au niveau de la flore circum-méditerranéenne.

ANALYSE BIOGEOGRAPHIQUE DES FLORES ACTUELLES

L'analyse biogéographique des flores actuelles présentes sur le pourtour méditerranéen est susceptible de fournir de précieux renseignements sur les modalités de leur mise en place, en particulier à la lumière des données paléohistoriques. Parmi les travaux consacrés à cette question signalons tout particulièrement parmi les plus récents ceux de WALTER et STRAKA, 1970 ; AXELROD, 1973 ; AXELROD et RAVEN, 1978 ; PIGNATTI, 1978 ; QUEZEL, 1978, 1985. C'est toutefois semble-t-il ZOHARY, 1971, qui a le premier attiré l'attention des phytogéographes sur l'hétérogénéité des origines de la flore actuellement caractéristique de la région bioclimatique méditerranéenne (EMBERGER, 1930a). Celle-ci (cf. en part. QUEZEL, 1985) répond en effet à trois ensembles biogénétiques et biogéographiques majeurs : l'ensemble de souche méridionale différencié dans les zones chaudes des blocs continentaux tropicaux, l'ensemble autochtone individualisé plus ou moins *in situ* sur les marges de la Tethys puis de la Mésogée, et en particulier sur les microplaques qui sont apparues là (BIJU-DUVAL *et al.*, 1976), et un ensemble holarctique et eurasiatique caractéristique des grands complexes continentaux septentrionaux.

Il est sans doute inutile de revenir dans le détail sur l'analyse de ces divers éléments, analyse qui a déjà été réalisée dans les travaux cités ci-dessus ; toutefois un certain nombre de points paraissent mériter actuellement quelques compléments d'information.

Les éléments d'origine méridionale

Les éléments montrant une répartition pantropicale au niveau des familles ou des genres, constituent une part non négligeable de la flore méditerranéenne actuelle. Beaucoup d'entre eux se retrouvent non seulement dans les zones à climat tropical actuel, mais aussi dans les autres régions méditerranéennes du globe, Californie surtout mais également Afrique du Sud, Australie et Chili méditerranéens. Ceci est vrai en particulier pour des familles telles que les *Datiscaceae, Buxaceae, Aquifoliaceae, Aristolochiaceae, Asparaginaceae, Coriariaceae, Moraceae, Myrtaceae, Celastraceae, Rhamnaceae, Styracaceae, Mimosaceae, Ulmaceae, Vitaceae, Tamaricaceae,* etc. Les vicariances génériques bien que souvent encore mal précisées, sont nombreuses ; signalons en particulier le cas des Cupressacées du groupe *Tetraclinis* (Afrique du Nord), *Widdringtonia* (Afrique du Sud) et *Callitris* (Australie et Nouvelle Calédonie).

Les éléments de souche paléotropicale, de mise en place plus récente, sans doute Oligo-Miocène, sont présents actuellement au niveau de la laurisylve macaronésienne *(Lauraceae : Persea, Ocotea, Apollonias, Myricaceae, Myrsinaceae, Clethra,* etc. cf. infra) pour les éléments mésophiles, et plus souvent dans les milieux arides et semi-arides du revers méridio-

nal de la Méditerranée et en particulier dans le sud-ouest marocain (cf. infra) pour les taxa xérophiles voire désertiques *(Kalanchoe, Aizoon, Oropetium, Stipagrostis, Hertia, Pentzia, Andrachne, Caralluma,* etc.). Ces derniers s'intègrent en général dans la «randflora» (MONOD, 1951) caractéristique des zones arides et désertiques africaines du Kalahari à l'Afrique du Nord. Certains genres largement présents en Méditerranée répondent également à cet ensemble, compte tenu que beaucoup atteignent l'Himalaya occidental à climat actuel de type méditerranéen (FREITAG, 1971). L'exemple le plus remarquable est fourni par les *Olea* du groupe *europaea* (figure 1) présents du Cap aux Canaries et à l'Himalaya, mais aussi par les *Palmae* avec les genres *Chamaerops* en Méditerranée occidentale et *Nannorrhops* au Pakistan ou encore les *Sapotaceae* avec les genres *Argania* au Maroc sud-occidental et *Monothea* également au Pakistan (figure 2). On peut leur adjoindre encore les genres *Asparagus, Capparis, Jasminum, Nerium, Phillyrea.* L'avancée jusqu'au contact de la région méditerranéenne, lors des phases interglaciaires (pluviaux africains) de la flore tropicale de type sahélien est enfin à signaler en Afrique du Nord et au Proche Orient, notamment après le dernier pluvial pour *Acacia*, les *Capparidaceae* arborescentes, *Grewia, Cocculus, Balanites*, voire *Panicum turgidum, Pennisetum dichotomum, Cassia* spp. etc. (QUEZEL et BARBERO, 1993).

C'est à propos de cet ensemble (GOLDBLAT, 1978 ; RAVEN, 1972,1973 ; BURT, 1971) qu'il convient d'évoquer les rapports existant entre la flore du Cap et celle de la région méditerranéenne. Les voies de migrations que nous avions signalées dès 1958 restent valables et suivent essentiellement les axes montagneux africains où la flore afrosubalpine voire afroalpine montre de nombreux relais pour des éléments aussi bien d'origine septentrionale que méridionale. Le cas des *Ericaceae* et de *Erica arborea* en particulier est certainement le plus représentatif (figure 3) mais aussi celui des représentants des genres *Mesembryanthemum, Lotononis, Argyrolobium, Helichrysum, Ifloga,* etc. sans oublier celui de nombreux genres endémo-vicariants, au moins pour les flores d'origine méridionale. Tous ces taxa ou presque présentent des relais sur les montagnes africaines (HEDBERG, 1965) et leur mise en place est donc postérieure à leur surrection ; les périodes les plus probables restant les phases sèches et souvent fraiches qui se sont succédées en Afrique depuis le Pliocène (BONNEFILLE, 1983 en part.). Des contacts plus anciens peuvent être également évoqués, mais dans les conditions biogéographiques et écologiques bien différentes, puisque *Restionaceae* et *Proteaceae* surtout, jouent un rôle appréciable dans les flores Oligo-Miocènes d'Europe méridionale (MEDUS et PONS, 1980 ; ROIRON, 1992).

Des migrations nord-sud ont fonctionné de toute évidence par les mêmes voies et aux mêmes périodes comme le suggère la répartition de *Juniperus excelsa* (inclus *J. procera)* (KERFOOT, 1975), ainsi que la présence de genres méditerranéens dans l'est africain : *Pistacia, Ceratonia, Anemone, Cyclamen, Coris, Globularia,* etc. (FICI, 1991 ; LAVRANOS, 1976) voire l'existence de centres secondaires d'endémisme en Afrique méridionale pour certains genres essentiellement méditerranéens : *Silene, Dianthus, Linum, Scabiosa, Cephalaria, Limonium, Convolvulus, Androcymbium, Hypericum, Salvia,* etc. (BURTT, 1971) (figure 3). Si les mises en place des ensembles signalés ci-dessus sont de toute évidence prépleistocènes, cette voie de migration a continué à fonctionner durant les phases froides et sèches pleistocènes jusqu'à des dates récentes sans doute, pour des éléments très dynamiques et spécialement certaines Andropogonées (QUEZEL, 1978) mais aussi diverses autres graminées.

Les éléments autochtones

Les marges de la Mésogée et les microplaques qui s'y sont développées ont de toute évidence fonctionné depuis au moins l'Oligocène, comme un centre actif de formation *in situ* d'espèces ; toutefois les données paléohistoriques ne sont fiables que pour les éléments arborés et pour cette raison, l'histoire de la très grande majorité des taxa mésogéens ou méditerranéens reste pour l'instant hypothétique.

Les éléments strictement méditerranéens représentent une part très importante de la flore méditerranéenne actuelle, mais si de nombreux genres peuvent y être rattachés, des différences importantes du point de vue floristique existent entre Méditerranée occidentale, centrale et orientale au niveau des compositions spécifiques et souvent génériques ; beaucoup de ces taxa se retrouvent également dans les zones climatiquement méditerranéennes de l'Himalaya occidental. C'est le cas en particulier pour des éléments arborescents et arbustifs, plus rarement herbacés, faisant partie de la flore oromésogéenne (QUEZEL, 1957). Répartis aujourd'hui des Atlas à l'Himalaya, surtout dans les parties méridionales du bassin moins influencées par les glaciations quaternaires, leur mise en place est très généralement Mio-Pliocène, même si certains de ces taxa ont pu être présents plus au nord à des périodes antérieures. C'est le cas du genre *Cedrus*

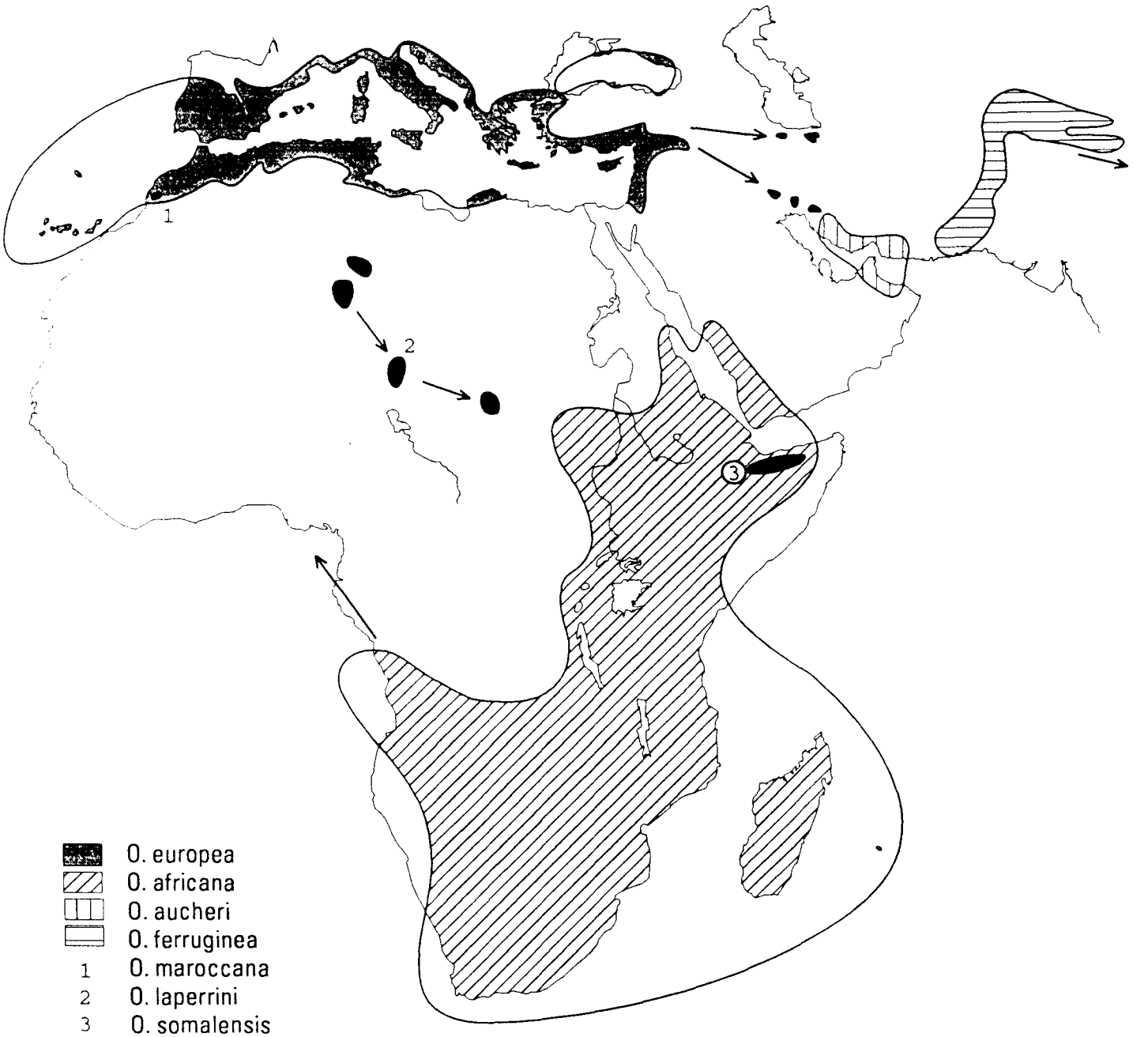


Figure 1.- Aire schématique des *Olea* du groupe *europaea* (d'après Meusel 1971 modifié)

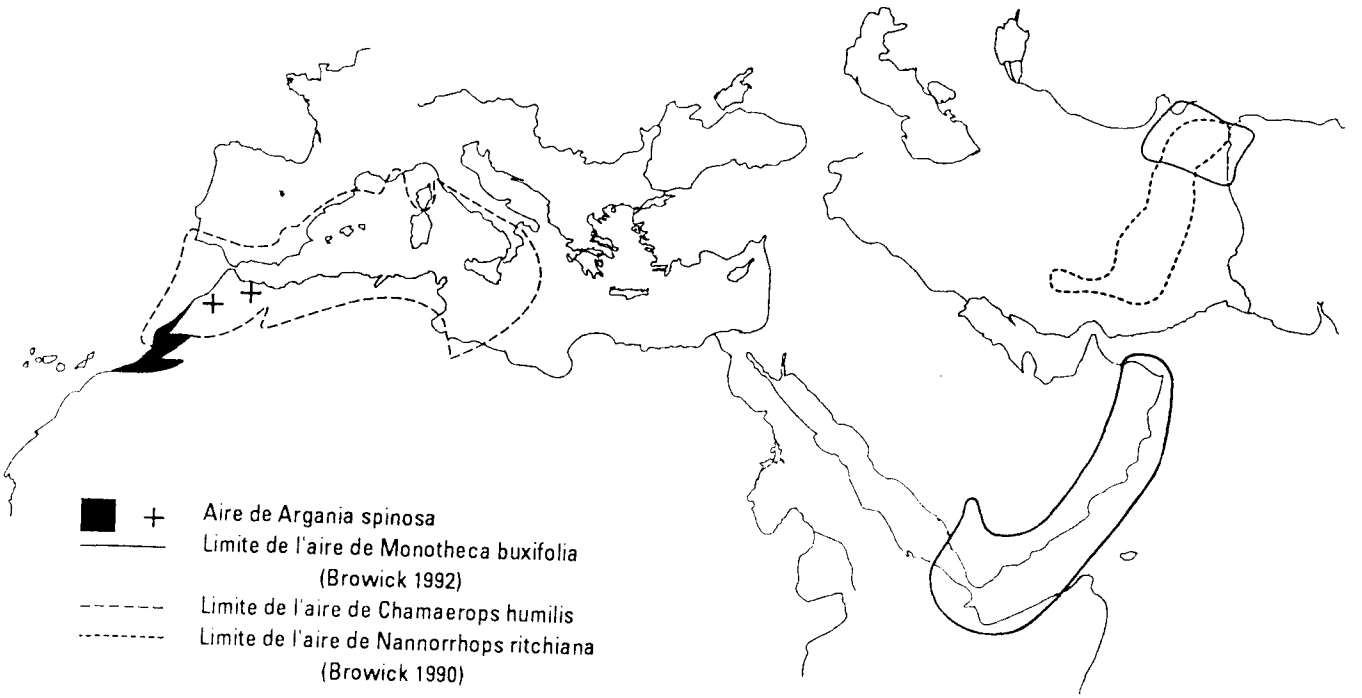


Figure 2.- Aire de deux Palmae et de deux Sapotaceae

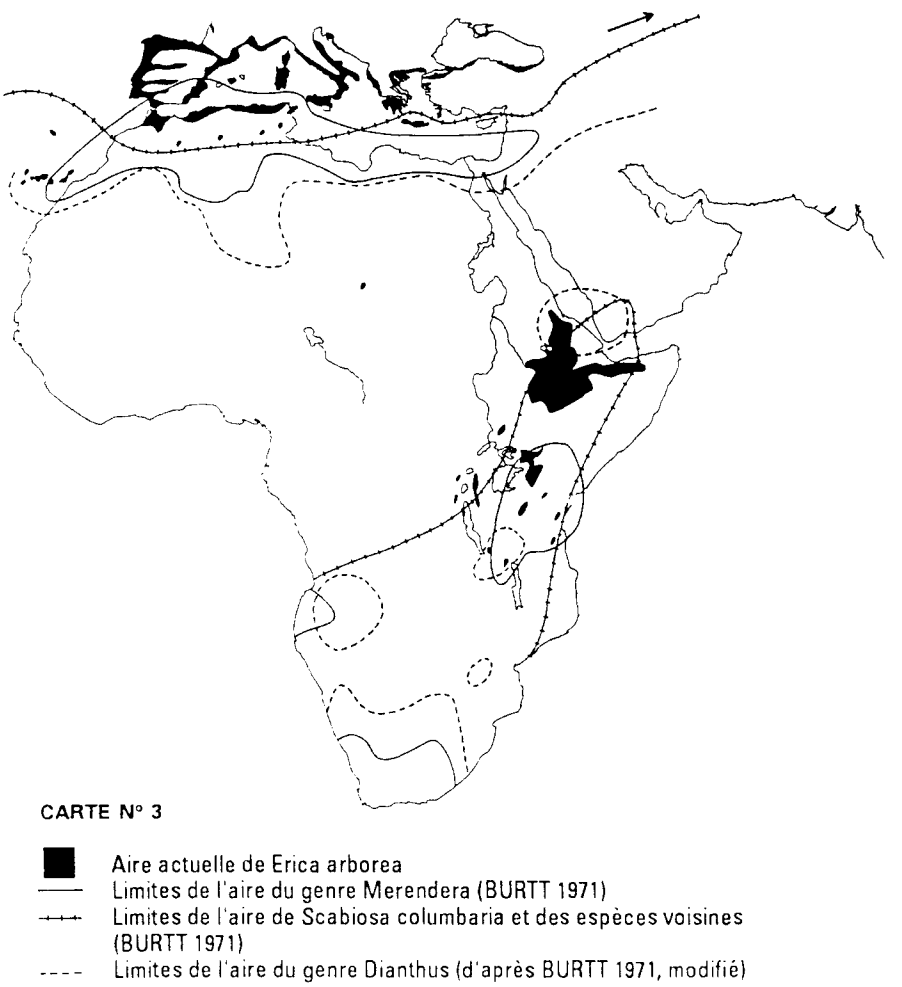


Figure 3.- Aires de distribution de *Erica arborea* et de quelques taxons

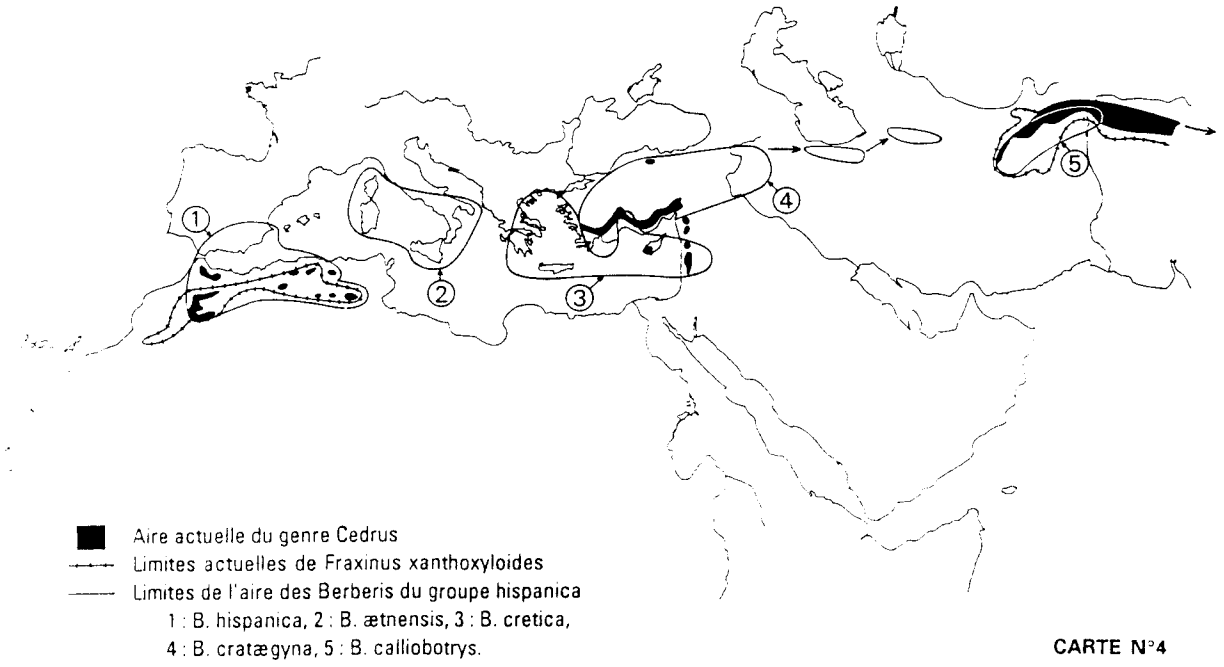


Figure 4.- Aires du genre *Cedrus*, *Fraxinus* et *Berberis*

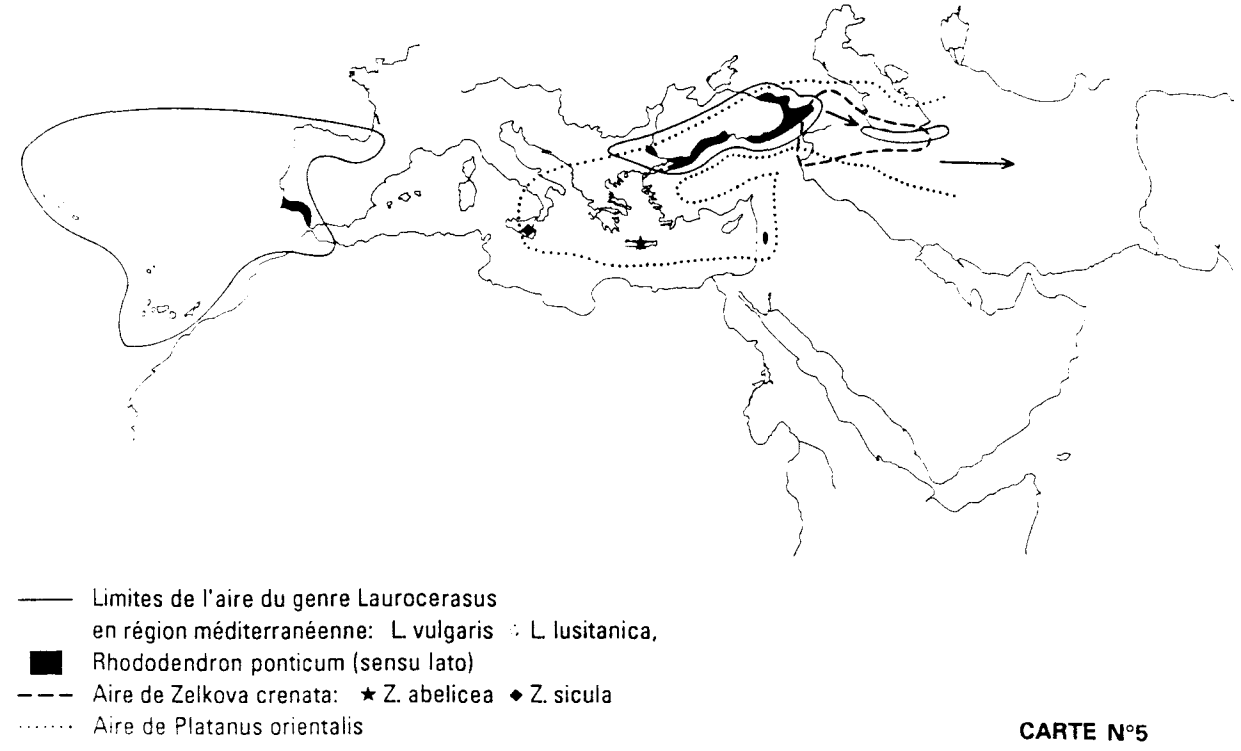


Figure 5.- Aires de quelques taxons méditerranéens

(figure 4) ainsi que de nombreuses espèces qui lui sont plus ou moins directement inféodées : *Berberis, Cotoneaster, Lonicera* cf. *arborea, Fraxinus xanthoxyloides, Cerasus* cf. *prostrata, Daphne* cf. *oleoides, Juniperus* cf. *thurifera-excelsa, Dracocephalum,* etc., mais aussi à des altitudes plus faibles, de *Quercus* sclérophylles voire caducifoliés et des endémo-vicariants actuels s'intégrant aux genres *Abies, Pinus, Cupressus, Colutea, Nepeta, Salvia,* etc.

Toutefois, le fait le plus remarquable reste l'existence de centres très importants d'endémismes généralement liés à la présence de microplaques ainsi que nous l'avions déjà souligné (QUEZEL, 1978, 1985). Nous aurons l'occasion de revenir sur ce point.

Les éléments Irano-Touraniens correspondent généralement aujourd'hui à des espèces de steppe froide dont l'aire actuelle est centrée sur les zones arides de l'Iran et du Turkmenistan, mais toujours liées à la zone isoclimatique méditerranéenne, sensu DAGET (1977). En région méditerranéenne proprement dite, ces éléments occupent une place appréciable dans les bioclimats aride et semi-aride, surtout dans les régions montagneuses : hauts plateaux, Atlas, Taurus, etc. Ils prédominent dans des paysages steppiques proprement dits avec surtout des *Salsolaceae (Noaea, Salsola, Suaeda)* et des représentants des genres *Artemisia* et *Ephedra.* Sur les hautes montagnes méditerranéennes ils contribuent largement, surtout dans l'Est du bassin, à la constitution des garrigues à xérophytes épineux en coussinet *(Astragalus, Acantholimon, Onobrychis)* (QUEZEL, 1973). Nous savons aujourd'hui que ces structures de végétation, bien repérables par leur signature palynologique (WALTER et STRAKA, 1970 ; REILLE, 1975) ont existé en fait très tôt sur le pourtour méditerranéen, à l'occasion de phases climatiques sèches et froides et au moins depuis le Miocène. Les glaciations plio-pleistocènes leur ont été particulièrement favorables. Leurs vestiges sont actuellement surtout piégés sur les hauts plateaux anatoliens et les hautes montagnes de Méditerranée Orientale *(Eremurus, Sageretia, Atraphaxis, Baumgardia, Cousinia, Rheum, Eremostachys,* etc.) et à moindre titre sur la meseta ibérique *(Krascheninnikovia, Kalidium)* et les hauts plateaux du Maghreb et les Atlas *(Astracantha, Gypsophila, Artemisia spp., Ephedra spp., Asphodeline,* etc.).

Les lignées Saharo-Arabes sont à peine présentes en région méditerranéenne ; il est toutefois évident qu'elles progressent vers le nord notamment en Oranie et au Maroc oriental où la limite du Sahara se superpose sensiblement à l'heure actuelle à l'isohyète 150 mm et non plus 100 mm (QUEZEL et BARBERO, 1993), comme cela était admis il y a encore une trentaine d'années (CAPOT-REY, 1953 ; QUEZEL, 1965). Il faut cependant signaler que quelques endémiques nord-africains voire ibéro-maurétanien se rattachent à des lignées essentiellement saharo-arabes ; c'est en particulier le cas pour *Fagonia harpago, Zygophyllum fontanesii, Anabasis prostrata,* etc.

Les éléments Holarctiques et Eurasiatiques

Individualisés sur les ensembles continentaux situés au nord de la Tethys ou de la Mésogée, il est possible d'y distinguer divers ensembles (QUEZEL, 1965, 1985 ; SUC, 1984).

L'ensemble mésotherme qui a joué un rôle très important dans la flore méditerranéenne préglaciaire, est actuellement assez mal représenté en région méditerranéenne, où il supporte mal les stress hydriques estivaux. Il y est surtout localisé dans les zones qui ont été le moins affectées par les glaciations et en particulier la Méditerranée Orientale où apparaissent, parfois très marginalement et souvent en position hygrophile ou hygro-mésophile, divers taxa lui appartenant : Hamamelidaceae *(Liquidambar orientalis), Platanaceae (Platanus orientalis), Juglandaceae (Juglans regia, Pterocarya fraxinifolia), Hippocastanaceae (Aesculus hippocastanum),* mais aussi les genres *Cercis, Fontanesia, Forsythia.* Les îles méditerranéennes ont singulièrement conservé des microendémiques appartenant au genre *Zelkova* : Crète : *Z. abelicea,* Sicile : *Z. sicula* (QUEZEL, DI PASQUALE, GARFI, 1993), alors que *Laurocerasus, Rhododendron* cf. *ponticum, Paeonia, Ostrya, Epimedium, Castanea* sont présents à l'état disjoint dans toute la région méditerranéenne et réapparaissent en Amérique septentrionale mais aussi dans l'Himalaya (figure 5).

L'ensemble microtherme, qui constitue le fond floristique majeur des régions tempérées eurasiatiques et très souvent laurasienne, joue un rôle appréciable surtout au nord de la Méditerranée, mais aussi dans les montagnes et les milieux humides où, à la suite de multiples migrations vers le sud, contemporaines des grandes phases glaciaires plio-pleistocènes, il a trouvé des conditions écologiques favorables à son maintien. Si l'endémisme générique fait défaut, un endémisme spécifique peut apparaître à la suite de phénomènes d'isolement, en particulier chez les phanérophytes dans les genres *Betula* (figure 6), *Acer, Quercus, Alnus, Ulmus,* etc. Il en est de même pour certaines herbacées : *Aquilegia, Doronicum, Aconitum, Gentiana,* etc.

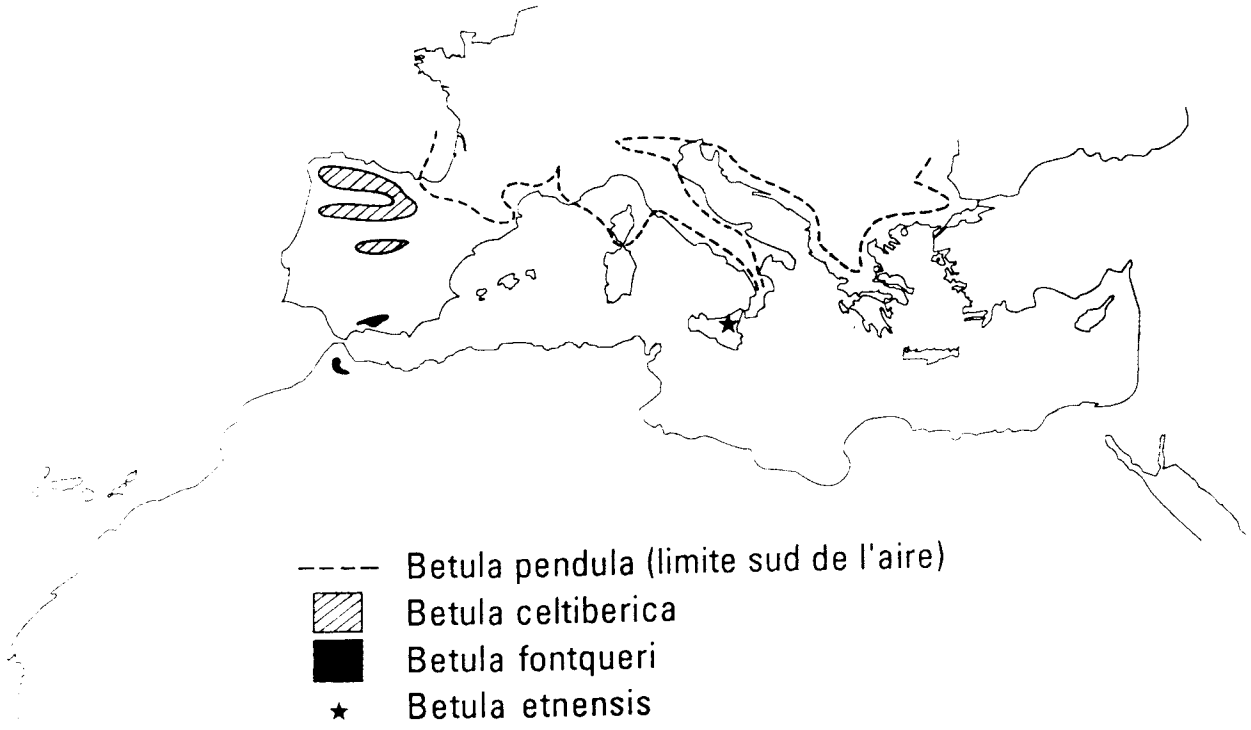


Figure 6.- Aires comparées de quatre *Betula*

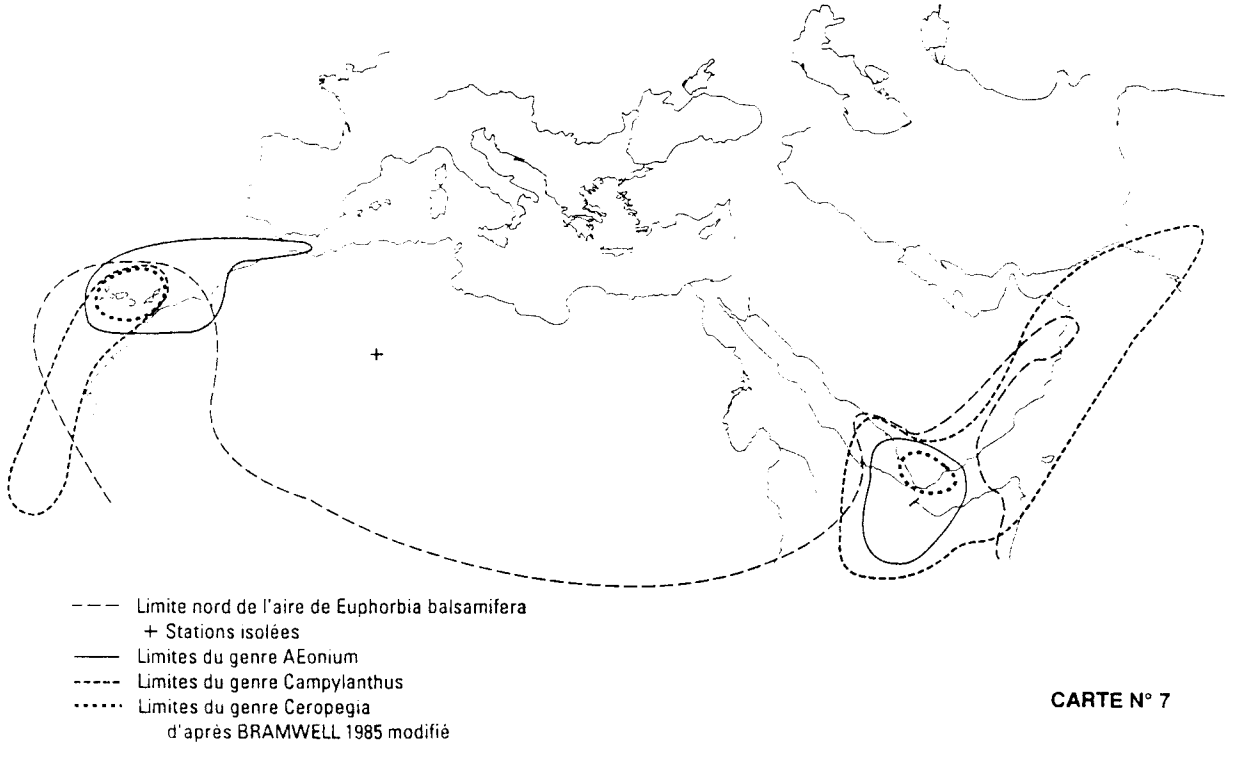


Figure 7.- Aires comparées de quelques genres sud-méditerranéens et asiatiques

L'ensemble arctico-alpin joue un rôle discret sur les montagnes méditerranéennes et devient franchement résiduel au sud du bassin : une vingtaine d'espèces sur le Haut-Atlas, moins de 15 sur le Taurus. L'endémisme est quasi-absent sauf toutefois en Corse (CONTANDRIOPOULOS et GAMISANS, 1974) avec des micro-endémiques, parfois présents aussi en Italie méridionale tels que *Erigeron paoli, Luzula italica.*

L'ensemble sarmatique (BRAUN-BLANQUET, 1923 ; WALTER et STRAKA, 1970 ; QUEZEL , 1985) parfois difficile à distinguer de l'ensemble irano-touranien, répond à des lignées xérophiles inféodées plutôt à un climat de type continental accentué. Certains de ses représentants se sont adaptés à une sécheresse de type méditerranéen : *Stipa, Dasypyrum, Eremopyron, Asperugo, Agropyron, Seseli, Nonea.* Comme l'élément irano-touranien, celui-ci a sans doute bénéficié des grandes crises climatiques pliopleistocènes et en particulier des avancées glaciaires pour s'installer en région méditerranéenne voire européenne où il constitue parfois des populations très disjointes, où l'endémisme peut apparaître *(Aster* cf. *amellus, Corispermum, Polycnemon, Kochia, Adonis* cf. *vernalis).*

LES ORIGINES DE LA FLORE ET DU CLIMAT MEDITERRANEENS

La région méditerranéenne actuelle peut être définie par des critères floristiques évidents puisque environ 50 % des quelques 25.000 espèces présentes dans la zone climatiquement méditerranéenne (EMBERGER 1930 a et b) et à plus forte raison dans la zone bioclimatique méditerranéenne (DAGET, 1977) sont endémiques (QUEZEL, 1985). Toutefois à côté des espèces méditerranéennes au sens biogénétique, existe également comme nous venons de le voir un nombre appréciable de taxa qui, soit appartenant à des souches biogéographiques différentes y sont actuellement localisées, ou encore se rattachant à d'autres ensembles floristiques, y sont également présents voire y jouent un rôle important. Ces faits ne sont pas gratuits ; ils traduisent en fait l'hétérogénéité des flores qui, au cours des âges, se sont développées dans une des région du monde où l'histoire a été la plus complexe. De très nombreux travaux ont été consacrés à l'étude de l'histoire de la flore méditerranéenne dont une synthèse récente a été dressée dans les Actes du Colloque intitulé «La mise en place, l'évolution et la caractérisation de la flore et de la végétation circumméditerranéenne» (DENIZOT et SAUVAGE, Edit., 1980) ; aussi nous bornerons nous ici à évoquer, surtout à la lumière de résultats récents, quelques uns des points les plus saillants.

Les divers éléments biogéographiques et écologiques individualisés ci-dessus, peuvent être reconnus dans les résultats fournis par la paléoflore, compte tenu bien évidemment des incertitudes à la fois taxinomiques et écologiques relatives à un nombre important de taxa répertoriés.

Dans la partie septentrionale du bassin, dès la fin du siècle dernier SAPORTA (1863, 1888, 1889, etc.) s'est attaché à différencier les affinités biogéographiques des genres ou des espèces répertoriées. Beaucoup plus près de nous, SUC (1984) a retenu une classification écologique mais aussi biogénétique très proche de celle que nous avions proposée en 1978 pour interpréter les origines de la flore méditerranéenne. Raisonnablement il paraît vain de vouloir tenter cette approche pour des vestiges antérieurs au Néogène quoique des «genres» réputés méditerranéens aient existé bien auparavant (MEDUS et PONS, 1980) : *Cedrus, Tetraclinis, Laurus, Quercus* de type sempervirent, *Myrtus, Nerium,* etc. Depuis le Néogène (- 38 Ma) les documents sont nombreux et montrent une prédominance évidente de taxa de souche méridionale où coexistent, en proportion variable suivant les périodes et les gisements, des macrorestes (cf. en part ROIRON, 1979, 1992) ou des pollens (cf. en part. PONS, 1964 ; SUC, 1978, 1984). Les éléments macrothermes sont abondants : *Bombacaceae, Meliaceae, Myrsinaceae, Palmae, Sapindaceae, Sterculiaceae, Taxodiaceae* spp., *(Taxodium),* mais aussi il faut le souligner : *Proteaceae (Banksia, Grevillea, Protea)* et *Restionaceae.* La majeure partie de cet élément disparait progressivement dès le début du Pliocène. Au niveau des éléments macro-mésothermes, les taxa de souche méridionale dominent également : *Lauraceae* surtout *(Laurus, Persea, Ocotea, Cinnamomum), Ebenaceae, Ulmaceae, Myricaceae,* etc. mais ceux se rattachant à des lignées septentrionales ne sont pas absents : *Hamamelidaceae (Parotia, Hamamelis), Magnoliaceae, Taxodiaceae* spp. *(Sequoia).* Ces lignées septentrionales prédominent toutefois au niveau des éléments mésothermes : *Juglandaceae (Carya, Engelhardtia, Juglans, Pterocarya), Ulmaceae (Zelkova), Platanaceae, Hamamelidaceae (Liquidambar)* etc., mais aussi par la présence des genres *Carpinus, Alnus* spp., *Ulmus* spp., *Quercus* spp., *Abies* spp., *Pinus* spp. Les éléments microthermes sont rarement absents, mais sont globalement mieux représentés du Miocène au Pliocène : *Picea, Tsuga, Betula, Fagus, Abies* spp., etc.

C'est toutefois au niveau des taxa réputés xérophiles, qu'il convient de rechercher la majorité des ancêtres de la flore méditerranéenne

actuelle. Ici encore des éléments de souche méridionale et de souche autochtone peuvent être distingués.

Parmi les éléments méridionaux (tropicaux) il faut citer les genres *Phoenix, Dracaena,* et les représentants de diverses familles s'intégrant essentiellement à l'élément africain xérophile, et qui jouent un rôle important pratiquement à toutes les périodes : *Buxaceae, Celastraceae, Mimosaceae, Myrtaceae, Oleaceae, Rhamnaceae, Smilacaceae,* etc.

Les éléments autochtones *(Pinus* spp., *Juniperus* spp., *Cupressus* spp., *Quercus* cf. *ilex, Quercus coccifera, Quercus* cf. *faginea, Quercus* cf. *cerris, Cedrus, Tetraclinis, Paliurus, Ceratonia, Arbutus, Cistus,* etc.) sont au moins épisodiquement nombreux voire dominant dans certaines flores ; leur importance s'accroît au Pliocène (MEDUS et PONS, 1980).

En Afrique du Nord, KOENIGUER (1985) a établi une synthèse des résultats connus, essentiellement à partir de bois fossiles. Jusqu'à l'Oligocène, la flore est essentiellement tropicale voire équatoriale et laisse supposer la coexistence de paysages forestiers et de savanes sans grandes affinités avec ce qui existait au nord de la Tethys. A partir du Néogène les processus d'aridification deviennent évidents. Les espèces de savane sèche dominent (cf. *Anogeissus,* cf. *Acacia,* cf. *Albizzia,* cf. *Bombax,* etc. DESCHAMPS, 1983) alors que dans les zones les plus continentales un climat subdésertique s'installe *(Retama, Tamarix,* THOMAS, 1979). En situation littorale et sublittorale, mangrove et laurisylve à *Lauraceae* sont toutefois présentes.

Les périodes s'étendant du Messinien à la charnière plio-pleistocène, ont pu récemment être étudiées notamment en Italie méridionale (COMBOURIEU-NEBOUT, 1990) mais aussi en Sicile et en Tunisie. Les résultats montrent, essentiellement en milieu évaporitique, une présence remarquable d'éléments sahariens *(Calligonum, Neurada, Retam)* voire steppique *(Artemisia, Lygeum)* alternant ou parallèle à des taxa méditerranéens *(Ceratonia, Olea, Quercus, Pistacia, Myrtus, Cistus,* etc.) mais également tropicaux : *Taxodiaceae, Bombax, Avicennia* (jusqu'à - 6 Ma), etc. (SUC *et al.,* 1992). DRIVALIARI (1993) vient de confirmer ces observations en Méditerranée orientale, avec toutefois une présence importante d'éléments tropicaux le plus souvent xérophiles au niveau de sondages réalisés en Israël et près du delta du Nil. Ces résultats sont tout à fait compatibles avec ceux qu'ARAMBOURG *et al.* avaient obtenus à Ichkeul, en Tunisie septentrionale dès 1952, pour une flore pliocène supérieure, où coexistent *Quercus ilex, Quercus suber, Olea, Juglans* avec *Fagus* et *Ulmus,* mais encore *Sapindus, Pittosporum, Cassia.*

Les rares macrorestes se rattachant au Pleistocène en Afrique du Nord continentale (KOENIGUER, 1974), appartiennent à peu près exclusivement à des taxa xérophiles : *Tamarix, Acacia, Olea.*

Il convient de remarquer que ces travaux concernent essentiellement des ligneux, repérables à la fois par leur macrorestes et leurs pollens, alors que les herbacés, largement dominants dans la flore méditerranéenne actuelle, restent très difficiles à identifier précisément, voire à repérer. Les tentatives de reconstitution des structures de végétation demeurent pour celà, mais aussi en raison des transports à distance par le vent ou par l'eau, toujours délicates à interpréter. De plus, des portions importantes de territoire, en Afrique du Nord en particulier, restent encore pratiquement inexplorées, de même que certaines périodes, et singulièrement la majeure partie du Pleistocène.

Ces résultats, ici très brièvement résumés, montrent à l'évidence que sur la région méditerranéenne actuelle, mais également en Europe (PALAMAREV, 1967 ; GIVULESCU, 1962 ; SZAFER, 1961 ; etc.), ont existé au moins des épisodes à climat sec très généralement liés à des phases de refroidissement, et ce depuis au moins l'Oligocène. Ces conclusions sont confirmées par d'autres approches : courbes isotopiques (VAN DEN ZWANN et GUDJONSSON, 1986), micropaléontologie (THUNELL *et al.,* 1990). C'est ainsi que les glaciations antarctiques sont sans doute responsables des refroidissements apparaissant épisodiquement entre - 14 et - 12 Ma et - 5 et - 4 Ma (VAN DEN ZWANN et GUDJONSSON, loc. cit.), alors que les refroidissements ultérieurs dépendraient plutôt des glaciations arctiques (RATMO *et al.,* 1989). Toutefois, rien ne permet d'affirmer que ces phases, étaient liées à un climat de type méditerranéen, si ce n'est la nature des critères floristiques.

Ces oscillations climatiques représentent donc l'annonce des phénomènes plus intenses apparus dès la fin du Pliocène et qui ont affecté l'ensemble du Quaternaire. En région méditerranéenne, ces glaciations ont déterminé l'élimination quasi définitive des éléments macro-mésotherme et mésotherme, les plus sensibles au froid, en ménageant toutefois quelques refuges évoqués ci-dessus, notamment dans les îles, et le cas des Canaries qui sera envisagé plus loin est de ce point de vue exemplaire, mais aussi la Crète,

Chypre, la Sicile, voire l'Anatolie sud-occidentale et la péninsule italienne (FOLLIERI *et al.*, 1988) où l'extinction du genre *Zelkova* ne date que de 31 000 ans.

En raison des discussions passionnées qu'elle a suscitées, tant chez les géologues, les paléoclimatologues que les paléobotanistes, il nous a paru utile de consacrer ici un court paragraphe à la «crise messinienne» telle qu'il est possible de l'analyser.

L'existence d'une «crise de salinité» contemporaine du Messinien c'est-à-dire sensiblement entre - 6 et - 5 Ma, est actuellement un fait acquis en Méditerranée (LE PICHON *et al.*, 1971 ; HSU, 1972, etc.). Les modalités qui sont à l'origine de dépôts très épais de sédiments divers évaporites surtout, sont encore discutées. Si l'hypothèse «eau basse et bassin profond» (RYAN, 1973) a longtemps été privilégiée, les géologues sont maintenant beaucoup plus critiques (ROUCHY, 1989).

Ce phénomène majeur lié à la fermeture vers l'ouest de la Méditerranée, a bien sûr entrainé la naissance de théories biogéographiques basées sur un «modèle floristique messinien» (BOCQUET, WILDER et KIEFER, 1978 ; BOCQUET, 1980) qui s'étaient révélées fort prometteuses pour expliquer le peuplement de la région méditerranéenne et de ses îles en particulier. Ce modèle était basé sur l'hypothèse que cette baisse du niveau de la mer était liée à l'existence d'un climat très sec (ROUCHY, 1982), qui se serait accompagné d'un décalage vers le bas des étages de végétation, facilitant ainsi grandement la circulation des taxa, en particulier à la faveur d'oscillations ou de variations climatiques. C'est ce point de vue qui avait été retenu par BOCQUET et ses collaborateurs.

Toutefois, très tôt, HSU (1977) a estimé que la crise messinienne n'avait pas été causée a priori, par l'apparition de conditions plus arides, mais que le climat contemporain était au contraire du même type que celui qui a existé en Méditerranée au Miocène supérieur et au Pliocène inférieur. Malheureusement, les données paléontologiques et paléobotaniques en particulier, sont restées longtemps trop fragmentaires (BERTOLANI-MARCHETTI et CITA, 1975 en part.) pour trancher le débat. Cependant, depuis quelques années (SUC et BESSAIS, 1990 ; SUC *et al.*, 1991 ; ROIRON, 1992 ; COMBOURIEU-NEBOUT, 1990) l'exploitation de nombreux résultats tant au niveau des pollens que des macrorestes, montre clairement que durant le Messinien la végétation n'a pas varié profondément, comme on aurait pu s'y attendre. Sur le revers nord (ROIRON, 1992) la flore miocène classique reste présente à côté toutefois d'éléments méditerranéens traduisant l'existence au moins localement d'un climat relativement contrasté et sec (cf. supra). Par contre, dans la portion méridionale du bassin méditerranéen, Sicile (SUC *et al.*, 1991), Espagne méridionale apparaissent des éléments thermophiles, qui persistent d'ailleurs durant le Pliocène inférieur (ALVAREZ-RAMIS et FERNANDES-MARRON, 1984) traduisant au moins localement un climat chaud et sec, voire de type saharien avec *Calligonum, Neurada, Nitraria, Lygeum*, qui sont toutefois présents à côté d'une flore de type méditerranéen à *Ceratonia, Pistacia lentiscus, Olea*, etc., mais aussi de type mésotherme *(Sequoia, Cathaya, Lauraceae)*. Il en était de même en Méditerranée Orientale (DRIVALIARI loc. ed.).

Ces observations qui objectivent le fait que le climat général du Messinien n'a pas été sensiblement différent de celui des périodes voisines, et surtout qu'un abaissement des étages de végétation était impossible dans ces conditions, ont amené SUC et ses élèves (SUC, 1989 ; SUC et BESSAIS, loc. cit. ; ROIRON, loc. cit.) à récuser le modèle floristique messinien. Il n'est pas inutile de rappeler que, en cas de fermeture du détroit de Gibraltar sous le climat actuel, le niveau de la Méditerranée s'abaisserait de 5 à 6 m par an (CLAUZON, 1992) ! Ceci conduirait à une situation comparable à celle du Messinien en quelques millénaires sans nécessiter de faire intervenir les moindres variations climatiques (ROUCHY, loc. cit.).

LE CONSERVATOIRE BOTANIQUE CANARIEN, SA SIGNIFICATION DANS UNE INTERPRETATION GLOBALE DE LA MISE EN PLACE DES FLORES MEDITERRANEENNES

Les îles macaronésiennes et tout spécialement les Canaries, représentent à l'heure actuelle un remarquable conservatoire botanique des taxa*, mais aussi des structures de végétation qui ont peuplé le monde méditerranéen depuis le Miocène. En effet, (SCHMINKE, 1976 ; CARRACEDO, 1984 ; WILDPRET DE LA TORRE et DEL ARCO AGUILAR, 1987) il est maintenant admis que ces îles sont entièrement de type océanique, et qu'elles correspondent à divers ensembles volcaniques émergés au plus depuis environ 20 millions d'années et le plus

* Notion déjà évoquée par G. MANGENOT in DENIZOT et SAUVAGE, 1980, p. 193

souvent moins de 7, qui n'ont jamais présenté de contact direct avec le continent africain pourtant tout proche.

C'est ainsi que les Canaries en particulier se sont progressivement édifiées selon un gradient est-ouest entre le Miocène et le Pleistocène. Leur peuplement végétal, qui n'a pu dès lors s'effectuer que par des apports de diaspores par le vent, les oiseaux ou la mer, est resté essentiellement tributaire de la végétation se développant en Afrique nord-occidentale.

Toutefois, alors qu'en Afrique septentrionale comme dans toute la région méditerranéenne les vicissitudes climatiques survenues depuis le Miocène ont profondément perturbé flores et structures de végétation, aux Canaries par contre, en raison de leur situation insulaire, le climat local a été infiniment moins perturbé. Sur l'ensemble de l'archipel, les mésoclimats voire les microclimats locaux ont donc permis le maintien de nombreux taxa aujourd'hui disparus d'Afrique nord-occidentale et à plus forte raison d'Europe.

Ces phénomènes ne doivent pas faire oublier que ces îles nouvellement émergées ont également fonctionné ainsi que celà a été montré pour les îles océaniques (Hawaï, FOSSBERG, 1948 ; SOHMER *et al.*, 1987 - Mascareignes, CADET, 1980 ; etc.), comme des centres d'évolution et de diversification pour au moins un certain nombre de taxa (HUMPHRIES, 1979), et ici en particulier les genres *Crambe, Descurainia, Aeonium, Lotus, Teline, Limonium, Echium, Micromeria, Sideritis, Rubia, Sonchus, Senecio,* etc. (tableau 1).

Dans ces conditions, il est possible de retrouver dans la flore des Canaries (SUNDING, 1979 ; BRAMWELL, 1985), mais aussi dans les structures de végétation actuellement encore en place, le souvenir, bien évidemment plus ou moins fidèle en fonction des aléas de leur colonisation végétale, des flores et des végétations de la Méditerranée depuis le Miocène. Si l'on tente d'interpréter leur valeur biogéographique mais aussi paléohistorique, il est possible de proposer un schéma cohérent de leur peuplement en parallèle avec l'histoire de la flore et de la végétation méditerranéennes. Certes en l'absence actuelle quasi-complète de document paléohistoriques en Afrique nord-occidentale cette tentative ne saurait être qu'hypothétique ; elle a toutefois le mérite d'être en accord avec les données relatives à des portions plus éloignées de la région méditerranéenne déjà évoquées ci-dessus. Rappelons que sur le plan biogéographique, les Canaries sont actuellement considérées (RIVAS-MARTINEZ *et al.*, 1993) comme une superprovince de la sous-région canarienne, s'intégrant elle même dans la région méditerranéenne.

Tableau 1

Endémiques de l'archipel canarien - genres présentant plus de 10 espèces endémiques d'après la liste publiée par Information Ambiental : listado de plantas endemicas, raras o amenazadas de Espana.

Aeonium	33
Argyranthemum	32
Echium	29
Micromeria	23
Sonchus	22
Sideritis	22
Senecio	17
Limonium	17
Monanthes	17
Lotus	16
Cheirolophus	16
Aichryson	14
Teline	13
Euphorbia	11
Convolvulus	10

Il est possible de retrouver aux Canaries, les représentants ou leurs descendants de lignées appartenant aux divers grands ensembles biogéographiques définis plus haut.

Les lignées mégathermes de souche tropicale mésophile semblent n'avoir que peu survécu aux Canaries, où comme en Europe et en région méditerranéenne, elles ont dû être décimées par les rafraichissements climatiques pliocènes. Il est peut être possible d'en retrouver toutefois quelques représentants : Palmae *(Phoenix canariensis)*, Sapotaceae *(Sideroxylon marmulano)*, voire Ternstroemiaceae *(Visnea mocanera)*.

Les lignées méso-mégathermes mésophiles, elles aussi de souche tropicale sont par contre largement représentées dans la laurisylve. Il s'agit surtout de Lauraceae *(Laurus, Ocotea, Persea, Apollonias)*, d'*Oleaceae (Picconia)*, de *Myrsinaceae (Pleiomeris, Heberdenia)*, d'*Aquifoliaceae (Ilex)*, voire de *Myricaceae (Myrica* spp.) et à Madère et aux Açores de *Clethraceae (Clethra)*.

Toutes ces espèces ont joué un rôle important dans les flores tertiaires européennes et nord-méditerranéennes (ROIRON, 1979, 1992 ; SUC, 1984, 1989) et en particulier au Mio-Pliocène. C'est de cette période que doit dater leur arrivée sur les archipels puisqu'elles ont

disparu en général avant le Pleistocène d'Europe et d'Afrique du Nord, ou sont devenues hautement résiduelles : *Laurus azorica* (QUEZEL *et al.*, 1981). Soulignons de plus que les taxa arborés de la laurisylve sont représentés actuellement par des espèces voire des genres endémiques très comparables, sinon identiques, aux macrorestes connus du Mio-Pliocène d'Europe (ANDREANSKY, 1963 ; SUNDING, 1979).

Les lignées méso-mégathermes xérophiles apparaissent essentiellement aux Canaries à l'étage infracanarien (RIVAS-MARTINEZ, 1983) en situation sublittorale très chaude et peu arrosée. Elles constituent actuellement le paysage caractéristique des «cardonales» et des «tabaibales» où dominent les lignées cactoïdes et crassulescentes appartenant aux *Euphorbiaceae (Euphorbia), Asclepiadaceae (Ceropegia), Asteraceae (Kleinia), Crassulaceae (Aeonium* mais aussi les genres endémiques *Aichryson, Greenovia* et *Monanthes), Scrophulariaceae (Campylanthus).* Il est également possible d'intégrer à ce groupe les représentants locaux des genres *Dracena, Periploca, Drusa, Andrachne* voire endémiques : *Plocama, Phyllis, Kunkeliella*, etc.

Contrairement à l'ensemble précédent, celui-ci est encore en place sur le littoral africain et en particulier au Maroc sud-occidental (MATHEZ, 1977) mais avec des éléments crassulescents ou cactoïdes dont très peu sont communs aux Canaries *(Euphorbia regis-jubae* et *E. balsamifera).* Les éléments arborescents dominants au Maroc sont eux aussi très différents de ceux déjà cités aux Canaries : *Argania spinosa* est taxinomiquement très éloigné du *Sideroxylon* canarien et *Acacia gummifera* est absent des Canaries.

Ces lignées méso-mégathermes xérophiles s'incluent dans un ensemble africain actuellement bien développé en Afrique séche et en particulier dans la corne orientale et le rift, mais aussi dans la portion sud-occidentale de la péninsule arabique (figure 7). Elles sont à peine présentes dans la paléoflore circum-méditerranéenne au moins pour les arbres : *Acacia* (SAPORTA, 1888-89), *Dracaena* (SAPORTA, 1888-89), voire *Argania* (BIONDI *et al.*, 1985).

Le passage de cet élément aux Canaries (il est très rare à Madère) a dû s'effectuer surtout lors de phases séches mio-pliocènes évoquées plus haut et en particulier lors de celle correspondant à la charnière Zancléo-Plaisancienne (-3,5-3 Ma), soit à la rigueur lors des glaciations pleistocènes à partir de -1,5 Ma.

Il est probable que ces mêmes périodes ont permis le passage sur les archipels macaronésiens d'un certain nombre d'éléments africains mésothermes présents en particulier dans la région du Cap et/ou sur les montagnes africaines déjà signalés ci-dessus, mais dont plusieurs ont actuellement disparu de la région méditerranéenne. BRAMWELL (1985) a particulièrement cité le cas des *Canarina, Justicia, Dendrocrambe, Sutera, Argyranthemum*, etc., mais également des groupes endémovicariants *Phyllis-Galopina* chez les *Rubiaceae, Bencomia - Hagenia - Cliffortia* chez les *Rosaceae Sanguisorbeae.*

Les lignées méso-xérophiles de type méditerranéen sont arrivées sur l'archipel sans doute de façon épisodique depuis sa surrection à la faveur d'épisodes climatiques de type méditerranéen perceptibles plus au nord depuis au moins la fin du Miocène (cf. supra). En fait, plusieurs ensembles peuvent être distingués, sans doute en fonction de l'ancienneté de leur mise en place :

- Les éléments anciens, à aire très disjointe, appartiennent au fond floristique mésogéen archaïque présent jusque sur l'Himalaya, voire en Amérique (RAVEN, 1972). Citons en particulier *Pinus canariensis* vicariant local de *Pinus roxburgii* himalayen, ainsi que le genre *Boscea* (Canaries, Chypre, Himalaya), les *Cneoraceae* (Canaries, W. méditerranée, Cuba) mais aussi *Lavatera, Arbutus* et les *Rumex* de la section Hastati (MEUSEL, 1971).

- Les éléments de souche circum-méditerranéenne à mise en place mio-pliocène sont probablement surtout représentés par les genres à différenciation spécifique multiple signalés ci-dessus, mais aussi par quelques genres endémiques probablement dérivés de lignées méditerranéennes *(Spartocytisus, Dendropoterium*, etc.).

- Les éléments d'immigration récente, sans doute pleistocène, réunissent des espèces méditerranéennes représentées par des micromorphes locaux, voire par les mêmes types qu'au Maroc. Tous ces taxa sont encore largement présents sur les rivages africains voisins : *Pistacia atlantica, Pistacia lentiscus, Retama monosperma, Sorbus aria, Juniperus turbinata, Olea europaea, Viburnum tinus (rigidum), Osyris quadripartita, Daphne gnidium, Ephedra* spp., *Cistus* spp., etc. Remarquons qu'ici comme d'ailleurs dans les groupes précédents, ce sont essentiellement les espèces à fruits transportables par les oiseaux et plus rarement par le vent, voire par la mer, qui sont éventuellement parvenues à s'installer. Il n'en est pas de même pour les barochores le plus souvent incapables de résister à une action prolongée de l'eau de mer *(Quercus, Juglandaceae* en particulier), qui ne sont jamais arrivées à coloniser les archipels macaronésiens du moins

avant que l'homme ne les y amène volontairement. De même, la rareté relative des thérophytes dans la flore canarienne semble confirmer la faible importance de la dissémination des diaspores par le vent à partir du littoral nord-africain.

Quelques espèces sont cependant communes aux Canaries et au Maroc essentiellement sud-occidental ; mais elles appartiennent toutes ou presque à des taxa halophiles ou psammophiles littoraux. Bien que certaines incertitudes taxinomiques persistent à leur sujet, il ne paraît pas exister d'endémisme ni même de micro-endémisme à leur niveau, ce qui plaide en faveur d'une mise en place très récente. Citons en particulier : *Traganum moquini, Astydamia latifolia, Helianthemum canariense, Bassia tomentosa, Pulicaria lozanoi, Zygophyllum fontanesii.*

Même si l'élément saharo-arabe auquel appartiennent précisément quelques uns des taxa ci-dessus, n'est pas totalement absent des Canaries où il est en fait plutôt représenté par des éléments de liaison saharo-méditerranéens *(Gymnocarpos, Forsskaolea, Pteranthus),* sa quasi-absence est surprenante, d'autant que les conditions écologiques locales seraient, au moins actuellement favorables à son développement notamment sur les îles orientales. Il en est de même pour les éléments sahéliens qui jouent un rôle important sur les îles du Cap Vert, mais qui font défaut aux Canaries (CHEVALIER, 1935), alors qu'ils sont présents dans le sud marocain. L'absence quasi-complète de documents paléo-historiques sur le Sahara océanique ne permet pas de proposer d'explication satisfaisante. BALLOUCHE (1991) a toutefois signalé dans la région de Tarfaya, une flore pliocène très proche de celle qui est actuellement en place.

L'élément septentrional microtherme fait lui aussi défaut aux Canaries alors qu'il est présent sur les sommets des Atlas marocains (QUEZEL, 1957) où il est arrivé lors des phases froides du Pleistocène.

Par contre, les orophytes anciens de souche mésogéenne existant en particulier sur le Haut Atlas, ont bien atteint les montagnes canariennes : *Viola cheirantifolia* et *Viola palmensis* offrent quelques affinités avec *Viola dyris* atlasique ; il en est de même pour les représentants des genres *Adenocarpus, Teline, Genista, Pterocephalus.* Un endémisme élevé, générique pour *Spartocytisus*, plaide pour une mise en place ancienne de ces taxa, probablement lors des premières phases froides pleistocènes.

L'ENDEMISME EN REGION MEDITERRANEENNE

Comme nous l'avons indiqué plus haut avec ses quelques 25 000 espèces, la région méditerranéenne représente une des régions du globe les plus riches et à taux d'endémiques élevé, environ 50 %. Remarquons tout d'abord que le cas de la région circum-méditerranéenne ne diffère en rien de ce point de vue de celui des autres régions méditerranéennes du monde : le taux d'endémisme en Californie méditerranéenne est très comparable (47,7 %, GOLDBLATT, 1978) et encore plus élevé dans les régions méditerranéennes de l'hémisphère sud : 73 % par exemple dans la région du Cap (GOLDBLATT ibidem).

Une des raisons susceptible de rendre compte de la richesse en endémiques de la région circum-méditerranéenne est sans conteste sa richesse en thérophytes. STEBBINS (1952), STEBBINS et MAJOR (1965), ont semble-t-il les premiers attiré l'attention des biogéographes et des généticiens sur le rôle de l'aridité du climat et en particulier du stress hydrique estival, sur les processus de spéciation. Ceux-ci, favorisant les espèces à cycle court, thérophytes surtout, accélèrent les échanges génétiques et se révèlent effectivement comme des facteurs primordiaux dans les processus de formation d'espèces. Mais il ne s'agit là en aucune façon d'une condition suffisante puisque si sur les quelques 50 % de thérophytes constituant la flore circum-méditerranéenne, un pourcentage un peu plus élevé correspond bien à des endémiques, en zone sahélienne au contraire, en bioclimat aride ou semi aride où ces mêmes thérophytes constituent localement plus de 70 % de la flore (QUEZEL, 1965) l'endémisme fait pratiquement défaut. Si l'ancienneté de la mise en place, effective pour les premiers, peut expliquer au moins en partie ces particularités, d'autres facteurs doivent entrer en jeu, et en particulier le rôle de refuge que les régions méditerranéennes ont joué depuis le Miocène au moins, pour la conservation de flores archaïques*, mais aussi de valeur biogéographique très hétérogène, ce qui n'est pas le cas au Sahel où l'installation d'une flore tropicale banale ne date que de quelques millénaires (QUEZEL, 1965 ; QUEZEL et BARBERO, 1993).

L'influence des phénomènes de «stress» en région méditerranéenne, jointe à une paléohistoire complexe et une paléoécologie

* C'est en particulier le cas dans la région méditerranéenne du Cap où malgré un taux très élevé de l'endémisme, les thérophytes ne jouent qu'un rôle très discret (7%), comme d'ailleurs en Australie et au Chili méditerranéens.

variée, se sont faits sentir également sur les espèces à longue espérance de vie, les phanérophytes et les chaméphytes en particulier, notamment à la faveur de disjonction d'aire, par la formation d'endémovicariants (schizoendémiques au sens de FAVARGER et CONTANDRIOPOULOS, 1961) soit encore à la suite des cataclysmes climatiques quaternaires, pour les néoendémiques (schizo et apoendémiques sensu FAVARGER et CONTANDRIOPOULOS).

Un autre type de stress dont le rôle ne saurait être sous estimé dans la diversification de la flore circumméditerranéenne, trouve son origine au niveau de la nature des substrats et en particulier au niveau de la roche mère. En effet l'abondance de zones où dominent les affleurements dolomitiques ou ultrabasiques en particulier a permis l'apparition d'une riche flore liée à ces roches (QUEZEL, 1952, 1967, 1973 ; RITTER-STUDNICA, 1956 ; etc.). Le cas des gabbros et des serpentines, largement présents en Méditerrranée orientale, est de ce point de vue particulièrement significatif, puisque plusieurs centaines d'espèces et quelques dizaines de genres y sont localisés, permettant l'individualisation de syntaxa particuliers (associations mais aussi alliances voire ordres) à très riches cortèges hautement spécialisés, bien évidemment endémiques.

Une autre série de facteurs a largement contribué à l'apparition d'une flore riche et très diversifiée en région circumméditerranéenne, ce sont les facteurs paléohistoriques et paléogéographiques déjà évoqués plus haut (HSU, 1977). En effet l'actuelle région circum-méditerranéenne a représenté les rivages septentrionaux et méridionaux des grands blocs continentaux gondwanien et laurasien, mais en fait très tôt Tethys, puis Mésogée, n'ont pas fonctionné comme des barrières infranchissables, mais plutôt comme un filtre sélectif grâce au transport de diaspores, et l'exemple canarien le montre clairement, puis très rapidement comme un lieu privilégié de spéciation par le biais de la formation de microplaques et l'apparition de contacts continentaux (QUEZEL, 1985).

Ces microplaques, ibérique, apulienne et arabique surtout, n'ont pas été contemporaines, et sont restées liées au déplacement vers le nord de la plaque africaine, aux fermetures épisodiques et multiples de la Mésogée et aux orogénèses pyrénéo-alpines voire himalayennes. Les quelques exemples évoqués dans le tableau 2 permettent de se faire une idée du rôle éminent qu'elles ont joué dans la constitution et la mise en place des flores autochtones.

Si ces flores de souche autochtone, du moins à partir de la seconde moitié du Tertiaire, sont encore prédominantes à l'heure actuelle, des vestiges appréciables d'éléments génétiquement allochtones ont toutefois pu localement subsister en région méditerranéenne, à la faveur de microclimats locaux ou encore de phénomènes d'isolement. Mais ici, les phénomènes d'endémisme sont discrets, au moins chez les éléments de souche laurasienne ou eurasiatique et tout spécialement au niveau des taxa arctico-alpins voire microthermes, dont la date de mise en place définitive est certainement récente, sur le pourtour méditerranéen. De même les vestiges mésothermes pourtant généralement présents depuis le Mio-Pliocène, ne semblent pas avoir sensiblement varié depuis ces périodes, du moins les phanérophytes, malgré la situation hautement résiduelle qu'accusent la majorité d'entre eux. La néospéciation atteint tout au plus le rang subspécifique chez les colonies disjointes de *Rhododendron ponticum* ! Les îles méditerranéennes ont permis toutefois l'apparition d'espèces endémiques au sein du genre *Zelkova (Z. abelicea et Z. sicula)*. Faute de données historiques valables, le cas des espèces herbacées et des chaméphytes reste difficile à apprécier.

L'élément de souche méridionale préglaciaire, s'est intégré très généralement à la flore autochtone et a évolué avec elle et comme elle, en raison de son isolement lié à la désertification quasi continue des espaces sahariens depuis le Pliocène au moins. Son devenir est toutefois resté lié à ses exigences écologiques ; les taxa mégathermes ont disparu, les taxa méso-mégathermes ont surtout persisté sur les rivages méridionaux et les éléments mésophiles se sont réfugiés dans les archipels macaronésiens, et ont pu y persister essentiellement parce que les éléments constitutifs des forêts mésophiles caducifoliées voire sclérophylles de souche autochtone n'y sont point parvenus. Ceci est également vrai pour la forêt xérophile à *Pinus canariensis* qui occupe les niches écologiques habituellement colonisées par la forêt à chênes sclérophylles. Tous ces taxa présents encore au Pliocène en région circum-méditerranéenne, en ont disparu à l'occasion des phases froides pleistocènes. Inversement, sur les montagnes du sud de la Méditerranée, l'influence glaciaire restée discrète mais aussi l'isolement ont empêché, au moins localement, l'arrivée des lignées microthermes, favorisant en cela le maintien d'écosystèmes préexistants : à *Tetraclinis* en Afrique du Nord, à *Cupressus* sur le Haut Atlas, en Crète voire en Méditerranée Orientale, à *Cedrus* et sapins méditerranéens, des Atlas au Taurus voire en Himalaya, déterminant par là, ainsi qu'au niveau de la végétation oroméditerranéenne (QUEZEL, 1981), l'apparition d'une véritable explosion d'endémo-

Tableau 2
Quelques genres endémiques(*) ou probablement issus des microplaques ibérique, apulienne et anatolo-arabique

Microplaque ibérique (ou mieux ibéro-marocaine)

Amaryllidaceae	:	Leucoium, Lapiedra*, Narcissus, Hannonia*
Apiaceae	:	Sclerosciadium*, Pachyctenium*, Balansaea*, Brachyapium*
Asteraceae	:	Prolongoa*, Daveaua*, Glossoppapus*, Fontquera*, Anvilleina*, Mecomischus*, Lifago*
Boraginaceae	:	Echium
Brassicaceae	:	Trachystoma*, Raffenaldia*, Hemicrambe*, Cordylocarpus*, Fezia*, Kremeriella*, Muricaria*, Crambella*, Otocarpus*, Ceratocnemum*, Rhytidocarpus*, Psychine*, Boleum*, Euzomodendron*, Hutera*, Vella*
Campanulaceae	:	Jasione
Caryophyllaceae	:	Arenaria, Silene
Chenopodiaceae	:	Oreobliton*, Traganopsis*
Cistaceae	:	Cistus, Helianthemum, Halimium, Tuberaria
Lamiaceae	:	Saccocalyx*, Pitardia*, Thymus, Teucrium
Liliaceae	:	Braxireon*, Battandiera*
Papilionaceae	:	Hesperolaburnum*, Argyrocytisus*, Retama, Genista, Ulex
Scrophulariaceae	:	Laffuentea*, Linaria, Antirrhinum

Microplaque apulienne

Apiaceae	:	Huetia, Carum, Petagnia*, Sclerochorton*
Boraginaceae	:	Halacsya*
Brassicaceae	:	Peltaria*, Ricotia, Alyssoides, Bornmuellera*, Degenia*, Petteria*
Campanulaceae	:	Petromarula*, Edraianthus*, Symphyandra
Caryophyllaceae	:	Drypis*, Dianthus
Gesneriaceae	:	Jankaea*, Haberlea*

Microplaque anatolo-arabique

Apiaceae	:	Olymposciadium*, Microsciadium*, Crenosciadium*
Asclepiadaceae	:	Cyprina*
Boraginaceae	:	Nonea, Alkanna, Onosma
Brassicaceae	:	Aethionema, Heldreichia, Tschihatchewia*, Aubrietia
Campanulaceae	:	Michauxia*, Asyneuma
Caryophyllaceae	:	Thurya*, Bolanthus, Petrorrhagia, Phryna*
Crassulaceae	:	Rossularia
Lamiaceae	:	Dorystaechas*, Salvia, Phlomis, Micromeria
Papilionaceae	:	Gonocytisus*, Ebenus, Sartoria*
Scrophulariaceae	:	Verbascum

vicariants à côté de paléoendémiques dont la persistance a été toutefois beaucoup plus aléatoire en fonction des massifs et de leurs climats respectifs.

CONCLUSIONS

L'approche biogéographique et paléohistorique esquissée dans les pages précédentes est donc susceptible de proposer, dans la mesure des connaissances actuelles sur ces questions, une tentative d'explication sur l'origine et la mise en place des flores circum-méditerranéennes. Singulièrement l'exemple des Iles Canaries, sur un territoire et une flore plus restreints et indiscutablement moins perturbés par les grands cataclysmes climatiques plio-pleistocènes permet de mieux comprendre, sans préjuger la part d'interprétations subjectives qui demeure, ce qui a pu se passer sur les rives de la Tethys puis de la Mésogée depuis le Paléocène.

Le rôle de conservatoire joué par l'archipel canarien, comme d'ailleurs les autres îles macaronésiennes pose très clairement la question des modalités de migration des espèces, mais aussi de leur installation. En effet, le contexte biogéographique et écologique actuels ne permet pas toujours de fournir d'explication aisée voire logique à ces questions. BOCQUET (1980) a eu le mérite d'envisager fort clairement les diverses solutions proposées depuis plus d'un siècle, pour expliquer certains types de répartition, en particulier en région méditerranéenne.

Les difficultés rencontrées l'avaient amené à favoriser le modèle messinien, effectivement bien commode, mais qui actuellement paraît devoir être écarté, et qui de toutes façons n'a pu jouer dans le cas des archipels macaronésiens. En fait, actuellement ces migrations floristiques (et faunistiques aussi) paraissent ne pouvoir relever que de deux séries majeures de causes :

- Les changements climatiques se révèlent un processus majeur de migration de flores, non seulement en Europe à l'occasion des refroidissement plio-pleistocènes et holocène, mais aussi sur le pourtour méditerranéen et le continent africain, où la succession de phases sèches et fraîches et humides et chaudes est aujourd'hui admise (BONNEFILLE, 1983 ; MALEY, 1987) avec des variations de la température moyenne annuelle de l'ordre de 5 à 9°C.

- Le transport à longue distance par le vent et les oiseaux a surtout joué un rôle majeur dans le peuplement des îles océaniques, mais aussi des îles continentales. Son rôle pour les zones émergées est évident bien que sans doute plus modeste sauf pour la colonisation des montagnes, en particulier lors et à la suite des crises orographiques alpines et africaines.

- A côté de ces critères majeurs, les modifications du modelé géographique depuis le Miocène, peut également avoir joué un certain rôle, sans toutefois qu'il soit nécessaire d'évoquer les hypothèses de ponts continentaux ou de continent effondré (FURON, 1961 ; FORSYTH-MAYOR, 1983), pas plus que celle de l'évolution polytopique parallèle (BRIQUET, 1901), dont le rôle ne saurait être que très marginal.

En fait il semble bien que ce sont essentiellement les actions conjuguées des modifications climatiques et du transport à distance qui permettent aujourd'hui d'expliquer le mieux la mise en place des flores, leur diversification dérivant ensuite le plus souvent de processus d'évolution *in situ* par disjonction d'aires et formation de métapopulations, en particulier en milieu ou climat imposant des situations de stress. Toutefois au niveau des espaces vides (îles océaniques, hautes montagnes, voire zones de retrait de la mer ou des glaciers), la colonisation de niches écologiques inoccupées a permis une accélération évidente des processus évolutifs (STEBBINS et MAJOR, 1965 ; GRIME, 1977), tout spécialement par le biais de spéciation progressive (adaptative radiation) localement fréquente en région méditerranéenne mais particulièrement bien étudiée aux Canaries notamment pour les *Aeonium* (LEMS, 1960), les *Echium* (BRAMWELL, 1973) et les *Argyranthemum* (HUMPHRIES, 1976).

INDEX BIBLIOGRAPHIQUE

ALVAREZ-RAMIS C. et FERNANDEZ-MARRON T., 1984 - Comparaisons des paléoclimats du Tertiaire de Sarreal et de Ribesalbes (Espagne) par l'étude des types foliaires. C.R. 99ème Cong. Soc. Savantes, Paris, 2 : 367-372.

ANDREANSKI G., 1963 - Das Trokenelement in der jungteriäre Flore Mitteleuropas. Vegetatio, II : 155-172.

ARAMBOURG C., ARENES J. et DEPAPE G., 1953 - Contribution à l'étude des flores fossiles d'Afrique du Nord. Arch. Mus. Hist. Nat, 2 : 1-81.

AXELROD D.I., 1973 - History of the Mediterranean ecosystem in California. In : Di Castri F. & Mooney H.A. (Eds.). Mediterranean-type Ecosystems Origin and Structure. Ecological Studies, n° 7 : pp 225-283, New York, Springer Verlag.

AXELROD D.I.et RAVEN P., 1978 - Late cretaceous and tertiary history of Africa. In : Werger M.J.A. (Eds.) Biogeography apnd Ecology of Southern Africa : 77-130, Jang, The Hague.

BALLOUCHE A., 1991 - Végétation pliocène supérieure du Sahara atlantique : étude palynologique du Maghrebien de Tarfaya. Etudes récentes sur la géologie de l'Afrique. Rocci & Deschamps (Eds.) Orléans : 285-288.

BERTOLANI-MARCHETTI D. et CITA M.B., 1975 - Palynological investigation on late messinian sediments recorder at DSDF site (Tyrrhenian bassin). Riv. Ital. Palontol., 81 (3) : 281-308.

BIJU-DUVAL B. et MONTADERT L., 1976 -

Structural history of the Mediterranean basin. Proc. Int. Symp. Split (Tecnip. Eds.), Paris.

BIONDI E., KOENIGUER J.C. et PRIVEGILL C., 1985 - Bois fossiles et végétations arborescentes des régions méditerranéennes durant le Tertiaire. Giornale Botanico Italiano, 116, 3-4 : 167-196.

BONNEFILLE R., 1983 - Evidence for a cooler and drier climate in the Ethiopian upland towards 2.5 Myr ago. Nature, 303, n° 5917 : 487-491.

BOCQUET G., 1980 - Crise de salinité messinienne et floristique méditerranéenne. Naturalia Monspeliensia : 21-31.

BOCQUET G., WIDLER B. et KIEFER H., 1978 - The Messinian model : a new outlook for the floristics and systematics of the Mediterranean area. Candollea, 33 : 269-287.

BRAMWELL D., 1973 - Studies on the Genus *Echium* from Macaronesia. Monogr. Biol. Canar., 4 : 71-82.

BRAMWELL D., 1985 - Contribucion à la biogeografia de las Islas Canarias. Botanica macaronesica, 14 : 3-34.

BRAMWELL D. et BRAMWELL Z., 1974 - Flores silvestres de las Canarias. Jardin Bot. Canario «Viera y Clavijo» (Edit.) : pp. 278.

BRAUN-BLANQUET J., 1923 - L'origine et le développement des flores dans le Massif Central de France, Paris, L'homme (Ed.) : 282.

BRIQUET J., 1901 - Recherches sur la flore des montagnes de la Corse et de ses origines. Ann. Conserv. Bot. Genève, 5 : 12-119.

BROWICZ C., 1991-92 - Chorology of trees and shrubs in south-west Asia and adjacent regions. Polish Acad. of Sc. Inst. of Dendrol. Sorus (Ed.) Poznan, t. 7 et 9.

BURT B.L., 1971 - From the South : an African view of the floras of Western Asia. In : «Plant Life of South-Western Asia». Botanical Soc. Edinburgh : 135-117.

CADET Th., 1980 - La végétation de l'Ile de La Réunion. Imp. Cazal St-Denis de La Réunion : pp. 312.

CAPOT-REY R., 1953 - Les limites du Sahara français. Trav. Inst. Rech. Sah. Alger, 8 : 23-48.

CARRACEDO J.C., 1984 - Los volcanos de los islas Canarias. Rueda (Edit.) Madrid.

CHEVALIER A., 1935 - Les îles du Cap Vert, Flore de l'archipel. Rev. Bot. Appl., 15 : 753-1090.

CLAUZON C., 1992 - The Mediterranean sea, past, present, future. 8th Int. Palynol. Congress, Aix-en-Provence, Introductory lecture.

COMBOURIEU-NEBOUT N., 1990 - Les cycles glaciaires-interglaciaires en région méditerranéenne de -2,4 à -1,5 : analyse pollinique de la série de Crotone (Italie méridionale). Paléobiologie continentale, Montpellier, 17 : 35-59.

CONTANDRIOPOULOS J. et GAMISANS J., 1974.- A propos de l'élément arctico-alpin de la flore Corse. Bull. Soc. Bot. France, 121 : 175-204.

COPPENS Y. et KOENIGUER J.C., 1978 - Signification climatique des paléoflores ligneuses du Tchad. Bull. Soc. Geol. Fr., 18 : 1009-1015.

DAGET Ph., 1977 - Le bioclimat méditerranéen, caractères généraux, modes de caractérisation. Vegetatio, 34 : 1-20.

DENIZOT M. et SAUVAGE C., 1980 - Actes du coll. : Mise en place, évolution et caractérisation de la Flore et de la Végétation circumméditerranéennes. Naturalia Monspeliensia, Montpellier : pp. 237.

DESCHAMPS R., 1983 - Preliminary result of the study of fossil wood from Sahabi (Libya). Garyoumis Soc. Bull., 4 : 15-18.

DRIVALIARI A., 1993 - Images polliniques et paléoenvironnements au Néogène supérieur en Méditerranée Orientale. Thèse Doct. en Sc. Univ. Montpellier II : pp. 334.

EMBERGER L., 1930a - Sur une formule climatique applicable en géographie botanique. C.R. Acad. Sc., 191 : 389-390.

EMBERGER L., 1930b - La végétation de la région Méditerranéenne. Essai d'une classification des groupements végétaux. Rev. Géo. Bot., 42 : 641-662.

FAVARGER C. et CONTANDRIOPOULOS J., 1961 - Essai sur l'endémisme. Ber. Schweiz. Bot. Ges., 71 : 384-404.

FICI S., 1991 - Floristic relations between eastern Africa and the Mediterranean region with spacial reference to Somalia. Flora Mediterranea, I : 175-185.

FOLLIERI M., NAGRI D. et SADORI L., 1988 - Late Pleistocene *Zelkova* extinctions in Central Italy. New Phytologist, 103 : 9-27.

FORSYTH-MAYOR M., 1983 - Die Tyrrhenis, Studien uber geographische Verbreitung von Thieren and Pflanzen in westlichen Mittelmeergebeite. Kosmos, 7, 1-17 : 81-106.

FOSSBERG F.R., 1948 - Derivation of the flora of Hawaian Islands. In : ZIMMERMAN C., Insects of Hawaii, vol. 1 : 107-119.

FREITAG H., 1971 - Studies in the natural vegetation of Afganistan. In : Plant Life of South-West Asia, Botanical Soc. Edinburgh : 89-106.

FURON R., 1961 - Documents paléogéographiques pour servir à l'histoire du peuplement des Iles méditerranéennes. In : Coll. CNRS «Le peuplement des Iles méditerranéennes», Banyuls/Mer : 17-27.

GIVULESCU R., 1962 - Die fossile Flora von Valea Neagrea, Bezirk Grisana, Rumanian. Paleontographica, Stuttgart, E, 110, 5-6 ; 128-187.

GOLDBLATT P., 1978 - An analysis of the flora of Southern Africa. Its characteristics, relationships and origins. Ann. Missouri Bot. Gard., 65 : 369-436.

GRIME J.P., 1977 - Evidence for the existence of three primary strategies in plants and its relevance to ecological and evolutionary theories. Amer. Nat. II : 1169-1194.

HEDBERG O., 1965 - Afroalpine flora elements. Webbia, 19 : 519-529.

HSÜK.J., 1972 - When the Mediterranean dryed up. Sci. Americ., 227 : 27-36.

HSÜ K.J., 1977 - Tectonic evolution of the Mediterranean Bassin. In : Naim A. *et al.* (Eds.) «The Ocean bassins margin». 4 A., New York : 29-75.

HUMPHRIES C.J., 1979 - Endemism and evolution in Macaronesia. In : Bramwell (Eds.) «Plant and Island». Academic Press : 171-199.

HUMPHRIES C.J., 1976 - Evolution and endemism in *Argyranthemum*. Botanica macaronesica, I : 25-50.

KERFOOT O., 1975 - Origin and speciation of *Cupressaceae* in sud-saharian Africa. Boissiera, 24 : 145-160.

KOENIGUER J.C., 1974 - Les bois fossiles de *Tamarix* d'Acacia et de *Retama* du Plio-Quaternaire saharien. C.R. Ac. Sc., 278 : 3069-3072.

KOENIGUER J.C., 1985 - L'Afrique septentrionale. In : Biondi *et al.* : «Bois fossiles et végétation arborescentes des régions méditerranéennes durant le Tertiaire». Giorn. Botan. Italiano, 119, n° 3-4 : 168-170.

LAVRANOS J.J., 1976 - On the Mediterranean and western Asiatic flora element in the area of the Gulf of Aden. Bot. Jahrb. Syst., 99 : 152-167.

LEMS K., 1960 - Botanical Notes on the Canary Islands, II. The evolution of plants forms in the islands : *Aeonium*. Ecology, 41 : 1-17.

LE PICHON X. *et al.*, 1971 - La Méditerranée occidentale depuis l'Oligocène schéma d'évolution. Earth Planet Sc. Letters, 13 : 145-152.

MALEY J., 1987 - Fragmentation de la forêt dense africaine et extension des biotopes montagnards au Quaternaire récent : Nouvelles données polliniques et chronologiques, implications paléoclimatiques et biogéographiques. Paléoécology of Africa, vol. 18 : 307-334, Balkema (Ed.) Rotterdam-Brookfield.

MATHEZ J., 1977 - La flore de la région d'Ifni. Bull. Soc. Sc. Phys. Maroc, 54 : 20-23.

MEDUS J. et PONS A., 1980 - Les prédécesseurs des végétaux méditerranéens actuels jusqu'au début du Miocène. In : Denizot M. et Sauvage C. (Eds.) «Mise en place.....». Naturalia Monspeliensia : 11-20.

MEUSEL H., 1971 - Mediterranean elements in the flora and vegetation of the west Himalaya. In : «Plant Life of South-West Asia». Botanical Soc. Edinburgh : 53-72.

MONOD Th., 1951 - Biologie des régions arides. In : «Bases écol. régén. vég. zones arides : 33-44. Paris, U.I.S.B., Publ. UNESCO.

PALAMAREV E., 1967 - Xerotherme Elemente in der Tertiärflora Bulgariens. Abh. Zentr. Geol. Inst. Berlin, 10 : 165-175.

PIGNATTI S., 1978 - Evolutionary trends in the Mediterranean flora and vegetation. Vegetatio, 37 : 175-185.

PONS A., 1964 - Contribution palynologique à l'étude de la flore et de la végétation pliocènes de la région rhodanienne. Ann. Soc. Nat. Bot. Paris, 5 : 499-722.

QUEZEL P., 1952 - Quelques aspects de la végétation sur dolomite. Rec. Tv. Lab. Bot. Gen. et Zool. Fac.Sc. Montpellier, 5 : 63-77.

QUEZEL P., 1957 - Peuplement végétal des hautes montagnes de l'Afrique du Nord. Paris, Lechevalier (Ed.), pp. 464.

QUEZEL P., 1958 - Mission botanique au Tibesti. Inst. Rech. Sahar. Alger, mémoire n° 4, pp. 357.

QUEZEL P., 1965 - La végétation du Sahara. Stuttgart. Fischer Verlag, pp. 333.

QUEZEL P., 1967 - La végétation des hauts sommets du Pinde et de l'Olympe de Thessalie. Vegetatio, 14, 1-4 : 127-228.

QUEZEL P., 1973 - Contribution à l'étude phytosociologique du massif du Taurus. Phytocoenologia, I (2) : 131-222.

QUEZEL P., 1978 - Analysis of the flora of Mediterranean and Saharan Africa. Ann. Missouri Bot. Garden, 65 : 479-534.

QUEZEL P., 1981 - Les hautes montagnes du Maghreb et du Proche Orient : essai de mise en parallèle des caractères phytogéographiques. Ann. Jard. Bot. Madrid, 37 (2) : 353-372.

QUEZEL P., 1983 - Flore et végétation de l'Afrique du Nord, leur signification en fonction de l'origine, de l'évolution et des migrations des flores et structures de végétation passées. Bothalia, 14 : 411-416.

QUEZEL P., 1985 - Definition of the Mediterranean region and the origin of its flora. In : Gomez-Campo Ed., «Plant conservation in the mediterranean area», Junk Publ., Dordrecht : 9-24.

QUEZEL P., BARBERO M., BENABID A. et PEYRE C., 1981 - Sur la présence au Maroc de Laurus azorica (Steub.). Franco Ann. Jar. Bot. Madrid, 37 (2) : 467-472.

QUEZEL P. et BARBERO M., 1993 - Variations climatiques au Sahara et en Afrique sèche depuis le Pliocène : enseignements de la flore et de la végétation actuelles. Bulletin d'Ecologie, 24, 2-3-4 :191-202.

QUEZEL P., Di PASQUALE G. et GARFI G., 1993 - Découverte d'un *Zelkova* en Sicile sud-orientale. Incidences biogéographiques et historiques. C.R. Acad. Sci. Paris, 316, III : 21-26.

RATMO N.E., RUDDMAN W.F., BACKMAN J., CLEMENT N.B. et MARTISON D.G., 1989 - Late Pliocene variations in Northern Hemisphere ice sheets and North-Atlantic deep water circulation. Paleoceanography, 4 (4) : 413-446.

RAVEN P., 1971 - Relationships between Mediterranean Floras. In : «Plant Life of South-West Asia». Botanical Soc. Edinburgh : 119-134.

RAVEN P., 1972 - Plant species disjunction : a summary. Ann. Missouri Bot. Garden, 59 : 234-246.

RAVEN P., 1973 - The evolution of Mediterranean flora. In : Di Castri F. et Mooney H.A. (Eds). Mediterranean-type Ecosystems : Origins and Structure. Ecological Studies n° 7, pp. 213-224, New-York, Springer Verlag.

REILLE M., 1975 - Contribution pollenanalytique à l'histoire tardiglaciaire et Holocène de la végétation des montagnes corses. Thèse Doct. d'Etat, Fac. Sc. Marseille-Saint-Jérôme, pp. 189.

RITTER-STUDNICKA H., 1956 - Beitrag zur Ökologie der Serpentinflora in Bosnian. Vegetatio, 7 : 89-98.

RIVAS-MARTINEZ S., 1983 - Pisos bioclimaticos de Espana. Lazaroa, 5 : 33-43.

RIVAS-MARTINEZ S., WILDPRET de la TORRE W. *et al.*, 1993 - Excursion guide ; Outline vegetation of Tenerife Island (Canary Islands). Itinera Geobotanica, 7 : 5-167.

ROIRON P., 1979 - Recherches sur les flores Plio-Quaternaires méditerranéennes. Thèse de 3ème cycle, Univ. Sc. et Tech. Languedoc, Montpellier, pp. 221.

ROIRON P., 1992 - Flores, végétations et climats du Néogène méditerranéen : apports de macroflores du sud de la France et du S.E. de l'Espagne. Thèse Doct. es-Sc. Univ. Montpellier II, pp. 296 + annexes.

ROUCHY J.-M., 1982 - La crise évaporitique messinienne de Méditerranée : nouvelles propositions pour une interprétation génétique. Bull. Museum Nat. Hist. Nat. Paris, Section C, 4 (3-4) : 107-136.

ROUCHY J.-M., 1989 - Sur la signification paléogéographique des évaporites messiniennes du domaine méditerranéen : une mise au point. C.R. Soc. Biogéo. 65, 3 : 107-122.

RYAN W.B.F., 1973 - Geodynamics implications of the messinian crisis of salinity. In : C.V. Drooger (Ed.), Messinian events in the Mediterranean Geodynamics Sc. Rapports, 7 : 26-38.

SAPORTA De G., 1863 - Etudes sur la végétation du S-E de la France à l'époque Tertiaire. Ann. Sc. Nat., 4 (19) : 5-125.

SAPORTA De G., 1988-89 - Deuxième adjonction à la flore fossile d'Aix-en-Provence. Masson (Ed.), Paris, pp. 296.

SCHMINKE H.U., 1976 - The Geology of Canary Islands. In : Kunkel (Ed.) Biogeography and ecology in the Canary Islands, Jung, The Hage : 67-184, Jung, The Hague.

SOHMER S.H. et GUSTAFSON R., 1987 - Plants and flowers of Hawaii. Univ. of Hawaii Press, Honolulu, pp. 160.

STEBBINS G.L., 1952 - Aridity as a stimulus to Plant Evolution. Americ. Nat. 86 : 33-44.

STEBBINS G.C. et MAJOR J., 1965 - Endemism and Speciation in California Flora. Ecol. Monogr., 35 : 1-35.

SUC J.P., 1978 - L'étude palynologique du Pliocène du Sud de France, méthode d'approche et résultats. Ann. Mines Belgiques, 6 : 120-126.

SUC J.P., 1984 - Origin and evolution of the Mediterranean vegetation and climate in Europe. Nature, vol. 307, n° 5950 : 429-432.

SUC J.P., 1989 - Distribution latitudinale et étagement des associations végétales au Cenozoïque supérieur dans l'aire ouest-méditerranéenne. Bull. Soc. Géol. France (8), T. V, n° 3 : 541-550.

SUC J.P. et BESSAIS E., 1990 - Perennité d'un climat thermo-xérique en Sicile avant, pendant et après la crise de salinité messinienne. C.R. Ac. Sc. Paris, 310, ser. 2 : 1701-1707.

SUC J.P., COMBOURIEU-NEBOUT N., ROBERT C., POUMOT C. et TURON J.-L., 1991 - Changements dans la sédimentation argileuse au Néogène supérieur en Méditerranée centrale : les tripolis messiniens de Capodarso (Sicile) et les laminites plio-pleistocènes de Crotone (Calabre). Palyno-Sciences, I : 89-111.

SUNDING P., 1979 - Origins of Macaronesian Flora. In Bramwell (Ed.) «Plant and Island». Academic Press : 112-117.

SZAFER W., 1961 - Miocenska Flora ze Starych Gliwic na Slasu. Wyd. Geol. Warszawa, 33, pp. 205.

THOMAS H., 1979 - Le rôle de barrière écologique de la ceinture saharo-arabique au Miocène. Bull. Mus. Nat. Hist. Nat.

THUNELL R., WILLIAMS D., TAPPA E. et RAFII I., 1990 - Plio-Pleistocene stable isotope record for Ocean Drilling Program, In Kastens K.A., Mascle J. *et al.* (Ed.). Proc. O.D.P. Sci. Results College Station, 107 : 307-399.

VAN DEN ZWANN G.J. et GUDJONSSON L., 1986 - Middle Miocene-Pliocene stable isotope stratigraphy and paleoceanography of the Mediterranean-Marine. Micropal., Amsterdam, 52 : 89-117.

WALTER H. et STRAKA H., 1970 - Arealkunde. Stuttgart, Verlag, Eugen Ulmer, pp. 478.

WILDPRET de la TORRE W. et DEL ARCO-AGUILAR M., 1987 - Las Canarias, In «La vegetacion de Espana» Peinado, Lorca et Rivas-Martinez (Ed.). Publ. Univ. Alcala de Henares : 515-544.

ZOHARY H., 1971 - The Phytogeographical foundation of the Middle East. In «Plant Life of South-West Africa». Botanical Soc. Edinburgh : 43-51.

ECOLOGIA MEDITERRANEA XXI (1/2) 1995 : 41-46

The Mediterranean flora as a reservoir of genetic resources for cultivated plants

La flore méditerranéenne en tant que réservoir de ressources génétiques pour les plantes cultivées

Benito VALDES CASTRILLON* and Esteban HERNANDEZ BERMEJO**

SUMMARY

The Mediterranean Region, here considered in its widest sense, including the Mediterranean Basin plus the Near and Middle East, is one of the most important centres of origin of cultivated plants. It constitutes a primary centre of diversity of Mediterranean crops, as well as a secondary centre for cultivars of other Old Word and New Word crops. The genetic erosion produced in cultivated plants by the loss of local cultivars and land races is pointed out. The importance of protection of wild progenitors of cultivated plants to secure their potential for use in future programmes of genetic improvement of Mediterranean crops is stressed.

KEY WORDS : cultivated plants, crops, wild progenitors, Mediterranean region, conservation

RÉSUMÉ

La région méditerranéenne, considérée ici dans son sens le plus large, incluant le bassin méditerranéen et le Proche et le Moyen-Orient, est un des plus importants centre d'origine des plantes cultivées. Il constitue un centre fondamental de la diversité des cultures méditerranéennes, ainsi qu'un centre secondaire pour les cultivars du Vieux et du Nouveau Monde. L'érosion génétique produite au sein des plantes cultivées par la perte des cultivars locaux et des espèces indigènes est soulignée. Les Auteurs soulignent l'importance de la protection des parents sauvages de plantes cultivées, afin de garantir leur potentiel d'utilisation dans de futurs programmes d'amélioration génétique des cultures méditerranéennes.

MOTS-CLES : plantes cultivées, cultures, parents sauvages, région méditerranéenne, conservation

INTRODUCTION

The Mediterranean area is one of the most important centres of plant diversity. This is the consequence of geological, climatic and historical processes which have affected the flora of this region in the last few million years, particularly at the end of the Tertiary and during the Quaternary. These processes are, among others : The geographical position of the Mediterranean area, between the continents of Laurasia and Gondwana, with a continuous introgression from one to the other; the floristic substitution of vegetation types due to climatic variation, which has favoured evolutionary processes, especially in some habitats (particularly rupicolous, xerophytic, halophilous and gypsicolous), with a diversification of life forms, with a clear increase of geophytes and therophytes, and the orogenic processes, which have favoured isolating mechanisms, resulting in a high incidence of schizoendemism and the conservation of patro- and apoendemics, especially in islands and high mountains.

* Departamento de Biología Vegetal y Ecología, Facultad de Biología, Sevilla, Spain
**Jardín Botánico, Córdoba, Spain.

An estimation made by GREUTER (1991 : 66) based in the three so far published volumes of Med-Checklist (GREUTER & *al.*, 1984, 1986, 1989), indicates that the vascular flora of the Mediterranean area, considered as the Circum-Mediterranean countries, comprises about 24.00 0± 600 species, or 29.700 ± 750 taxa. This is approximately 10% of the total number of vascular plants estimated as 238.000 by WAGENITZ (1967). 37.4% of this Mediterranean flora, this is, about 10.800 taxa, are endemic (GREUTER, l.c. : 72).

A good deal of this enormous diversity has been used by man, and has resulted in the domestication and cultivation of many species whose progenitors and relatives still grow in the Mediterranean.

A list prepared for the Council of Europe by Botanic Garden Conservation International, Richmond (1993), which was corrected by Profs. V. Heywood and D. Zohary and discussed by the Group of Experts on Biodiversity and Biosubsistance of the Council of Europe, includes more than 150 cultivated plants which originated in the Mediterranean, in this sense undertood in its widest sense, to include not only the Circum-Mediterranean areas having a Mediterranean climate, but also the Middle East, where many crops originated in Neolithic times and during the Broze age. This circumscription of the Mediterranean area includes two of the 12 centres of origin of crop plants recognized by Vavilov (DARLINGTON & JANAKI AMMAL, 1945).

THE MEDITERRANEAN AREA AS A PRIMARY CENTRE OF CULTIVATED PLANTS

Some distinctions have to be made concerning the origin of Mediterranean cultivated plants. In the first place, although the Mediterranean was the centre of origin of many crops, it has also been a secondary centre of diversification for many extra-Mediterranean crops. Furthermore, while some crops are indeed fully cultivated, others are only semi-domesticated or are used directly from the wild.

The following groups can be separated :

Crops domesticated in the Mediterranean area from Mediterranean plants.

This group includes cereals, such as wheat (*Triticum* species, mainly the tetraploid *T. turgidum* L. (2n=28) and the hexaploid *T. aestivum* L, (2n=42), barley (*Hordeum vulgare* L.), rye (*Secale cereale* L.) and oats (*Avena* species, mainly the hexaploid *A. sativa* L.) and legumes, mainly chick-peas (*Cicer arietinum* L.), lentils (*Lens culinaris* Medicus), peas (*Pisum sativum* L.), lupin (*Lupinus albus* L.) ; all these originated in the Middle East.

Another important group includes vegetables and salad crops such as artichoke and cardoon (*Cynara scolymus* L. and *C. cardunculus* L.), chives and leek (*Allium schoenoprasum* L. and *A. ampeloprasum* L.), endive (*Cichorium endivia* L.), radish (*Raphanus sativus* L.) and celery (*Apium graveolens* L.).

Many aromatic plants and condiments also belong to this group. Among them, lavender (*Lavandula angustifolia* Miller and other *Lavandula* species), majoram (*Origanum vulgare* L.), thyme (*Thymus vulgaris* L.), mint (*Mentha suaveolens* Ehrh.), laurel (*Laurus nobilis* L.), sage (*Salvia officinalis* L.), parsley (*Petroselinum crispum* (Miller) A.W. Hill) are perhaps the most significant.

There are also important fodder plants, such as *Hedysarum coronarium* L., *Ornithopus sativus* Brot. *Vicia monantha* Retz, *V. ervilia* (L.) Willd. and *V. narbonensis* L.

Fruit crops, many of them originating from Persia, form a very important group of Mediterranean crops. Among them, there are many species belonging to genera *Malus, Pyrus* and *Prunus*. Most of them originated as crops in the Middle East, along with typically Mediterranean species such as *Crataegus azarolus* L., olive (*Olea europaea* L.), grape vine (*Vitis vinifera* L.), carob (*Ceratonia siliqua* L.) and fig (*Ficus carica* L.).

There are also many industrial, medicinal and ornamental plants, such as *Reseda luteola* L., *Chrozophora tinctoria* (L.) A. Juss., *Hyoscyamus niger* L., *Dianthus caryophyllus* L., *Myrtus communis* L. (of which the Andalusian Arabs distinguished 5 cultivars as early as the 10th and 11th centuries), *Viburnum tinus* L., etc.

Mediterranean crops domesticated fully or at least in part outside the Mediterranean area

These include important crops such as beet and cabbage. Most probably, all cultivars of *Beta vulgaris* L. originated from the Mediterranean *Beta maritima* L., although there are several species endemic to the Mediterranean and Canary Islands (*B. patellaris* Moq., *B. webbiana*

Moq., *B. macrocapa* Guss, *B. patula* Ait., *B. trigyna* Waldst. & Kit. and *B. nana* Boiss & Heldr.) which could have contributed to the cultivated beet. Fodder beet originated in the Netherlands, most probably from stocks from the Iberian Peninsula; sugar beet was selected in Silesia in the 19th century.

The species related to *Brassica oleracea* L. form a group of 12 perennial and often subshrubby species, commonly considered as subspecies of *B. oleracea* (HARBERD, 1972), all of which, with the exception of *B. cretica* Lam., *B. hilarionis* Post and *B. bourgeaui* (Webb) Kuntze, are endemic to the Western Mediterranean.

Although cabbages were domesticated as a crop in the Eastern terranean, many cultivars of cabbages, cauliflowers, Brussels sprouts, etc. have been recently selected outside the Mediterranean.

Species intensively gathered from wild populations

Many Mediterranean forest trees are widely used even to over exploitation, from native forests. This is the case of cedar *(Cedrus libani* A. Richard, *C. atlantica* (Endl.) Carrière), juniper *(Juniperus oxycedrus* L.), fir *(Abies pinsapo* Boiss., etc), *Tetraclinis articulata* (Vahl) Masters, etc. Some species however retain most of their original area, especially when they are not used for timber but for other purposes, as in the case of the cork oak, *Quercus suber* L. which provides the cork, regularly gathered from the same tree every 7-9 years.

Plants of ethnobotanical interest, used directly from wild

Several hundred Mediterranean species have been used for centuries in circum-Mediterranean areas, and were incorporated in European and Arabian Pharmacopeias (see for instance FONT QUER, 1962). Most of them are still used in the traditional ways.

Mediterranean people know and use at least 10 to 20% of their local flora for medical purposes and artisanal uses to obtain fibres and make ornaments, and for magic and religious manifestations, building, food for themselves and their animals, etc. Ethnobotanical studies are however much neglected in the Mediterranean, and have not progressed as much as in C and S America and Asia. Such studies will provide good additional information for plant conservation.

Some of these plants have been overcollected almost to extinction. This is the case, for example, of *Artemisia granatensis* Boiss. and *Sideritis glacialis* Boiss. in the Sierra Nevada (S Spain), *Coincya rupestris* Rouy and *Gentiana lutea* L. *Artemisia granatensis* had almost disappeared from the Sierra Nevada; it was cultivated in Cordoba's Botanic Garden and reintroduced in its native areas, where it is recovering very successfully (HERNANDEZ BERMEJO *& al.*, 1990).

Mediterranean species never or very little used, but with a high potential value

There are several areas in the world with great potential to provide mankind new crops or new medicinal products, fibres, timber and many industrial products. This is the case of Amazonia, the tropical rain forests of C. America or the Andian area with many tuberose species and wild cereals, and SE Asia, with its rich and promising flora.

The potential of the Mediterranean region must not however be neglected. Many species belonging to the *Resedaceae, Cistaceae, Apiaceae, Labiatae*, and some tribes of *Fabaceae, Asteraceae, Liliaceae* and *Amaryllidaceae* show evidence of immediate value to man, with very simple domestication and slight genetic improvement.

This is the case, for example, of several genera of tribe *Cardueae (Asteraceae)*. GALVEZ & HERNANDEZ-BERMEJO (1986, 1988, 1989, 1990) have analized their potential as fodder oil-producing and bioenergetical plants, and have initiated some simple tests of domestication. Within *Onopordum*, for example, several species which occur from Turkey to Portugal have been tested; out of them, *O. nervosum* Boiss. has proved to be the most suitable species to be used for fodder, for oil from the fruit and even as a biomass producer. Within *Cirsium*, the same can be said for *C. scabrum* (Poiret) Bonnet & Barratte), and within *Carthamus*, the betic-N African *C. arborescens* L.

There are also many potential ornamental species, especially many belonging to the genera *Armeria, Paeonia*, etc., and some wild species such as *Cneorum tricoccon* L. or *Buxus balearica* Lam. There are also many aromatic and medicinal species, especially belonging to *Lavandula, Rosmarinus, Sideritis, Thymus*, etc., and many *Trifolieae* and *Genisteae* are potential candidates to be used as fodder plants.

THE MEDITERRANEAN AREA AS A SECONDARY CENTRE OF BIODIVERSITY

Many Asiatic and African species have arrived in the Mediterranean area since the Bronze Age. Many Asiatic taxa were introduced first to the Eastern Mediterranean and later spread westwards to the Iberian Peninsula and NW Africa. Some C European species spread southwards to the Mediterranean, and similarly some African plants spread towards the North. At the end of the 12th century most species from the Old World today cultivated in the Mediterranean Region were already known there.

From the XVIth century there was a progressive introduction of American plants to the Iberian Peninsula.

This has resulted in a secondary diversification of many of these crops in the Mediterranean, such as for instance with many cultivars of *Cydonia oblonga* Miller, *Citrus sinensis* and other *Citrus* species, rize *(Oryza sativa* L.), eggplant *(Solanum melongena* L.), beans *(Phaseolus vulgaris* L.), peppers *(Capsicum annuum* L.), tomatoes *(Lycopersicon esculentum* Miller), and to some extent, maize *(Zea mays* L.), potatoes *(Solanum tuberosum* L.), sun-flower *(Helianthus annuus* L.), sweet potato *(Ipomoea batatas* (L.) Lam.), etc.

GENETIC EROSION OF MEDITERRANEAN CROPS

As CHARRIER (1991) stated, «Agricultural progress, particularly in the developed countries, is resulting in specialization and a trend towards single crop growing». «The many local varieties have given way to a few internationally available homogeneus varieties».

The modern widespread use of a limited number of very successful cultivars for many Mediterranean plants has resulted in a dramatic loss of their genetic variability.

Traditional varieties constitute the base for phytogenetical resources. They are locally maintained by traditional farmers, often for self-consumption (VARELA & RUIZ FERNANDEZ, 1990). In the northern Iberian Peninsula there is still a considerable amount of genetic diversity in many cultivated plants, due to the small size of the farms and to the persistence of traditional methods of agriculture. From 1987 to 1992 Ron and co-workers have collected a large number of local cultivars, including 169 cultivars of *Brassica oleracea L.*, 137 of *Brassica campestris L.*, 431 of *Phaseolus vulgaris* L. and 146 of *Pisum sativum* L. (RON *& al.*, 1992).

Thousands of traditional local cultivars have been lost or are in danger of extinction, and with them, the variability of cultivated plants has dramatically decreased, along with the potential to improve existing cultivars. In this context, we can speak of a generalized genetic erosion of Mediterranean cultivated plant polimorphism.

However, in most cases, progenitors of the Mediterranean cultivated plants still exist in nature. With the introduction of new breeding and engineering techniques, even distant species become important sources for cultivated plant improvement.

In this context, the Mediterranean Region is an important reservoir of genetic variability for cultivated plants, through their wild progenitors; it includes several hundred species more or less closely related to the actual crops, many of them still widespread in nature.

For many important crops, progenitors are well known, as is the case of wheat, cabbage, brown mustard or leek. But in many cases, the ancestors of the cultivated species have been ignored or are only partially known, and wide taxonomic and biological studies have to be done to ascertain more exactly their origin and consequently the potentiality of wild species in possible future improvement programmes.

Oats provide a good example to show to what extent wild progenitors are poorly known. The putative tetraploid progenitors of *A. sativa* L. were not identified until 1968-1971. In 1968, *A. maroccana* Gand. was redescribed by MURPHY *& al.* as *A. magna* (sec. TERREL, 1969) and thought to be the tetraploid ancestor of *A. sterilis* L. (LADIZINSKY, 1969). However, in 1971, a new tetraploid species, *A. murphyi,* with the same genomes AACC as *A. maroccana* was described by LADIZINSKY (1971a), from S Spain. Consequently we have two potential tetraploid ancestors for the hexaploid oat.

The diploid progenitors are still not known with certainty. LADIZINSKY (1971b) and HOLDEN (1976) stressed that there are no diploid species with the genomes AA or CC, which could be taken as progenitors of the tetraploids species with the genomes AACC. However, a few years later, BAUM & FEDAK (1985) described a diploid species from W Morocco, *A. atlantica,* with the genome AA, which disperses the whole spikelet, without the glumes, as in the

hexaploid *A. sterilis* L., and the tetraploid species, which makes this species, together with the diploid *A. canariensis* Baum, Radjh & Samp., endemic to the Canary Islands, one of the possible diploid ancestors for the cultivated oat. On the other hand, the third genome present in the hexaploid *Avena*, genome DD, has not been so far identified in any known diploid species.

Many field-, taxonomic and genetic studies are consequently need to ascertain the origin of the hexaploid oats, and indeed many other Mediterranean crops.

One of the problems which affects wild progenitors of cultivated plants in the Mediterranean is not different from the situation with other wild species. This is the genetic erosion due to drought and desertification, intensified by human pressure for many centuries. It is especially dramatic in some countries, such as Morocco (TAZI & *al.* 1990) and SW Spain.

Only a wide programme to conserve wild progenitors of cultivated plants through the conservation of the species and their natural habitats can guarantee their potential use in future programmes of genetic improvement of Mediterranean crops.

Acknowledgements. The authors wish to give their thanks to Dr. I. Richardsond for correcting the English of the manuscript.

REFERENCES

BAUM, B. R. & FEDAK G. (1985).- Canad. Journ. Bot. 63 : 1057-1060.

BOTANIC GARDENS CONSERVATION INTERNATIONAL (Richmond) (1993).- Documentation on three ornamental plants and on cultivated plants of economic importance in Europe. Council of Europe, Document PE-S-BB (93) 2.

CHARRIER, A. (1991).- The conservation of wild species. Issues, Methods and applications. Enr. Encount. Ser., n.8 : 20-23.

DARLINGTON, C. D. & JANAKI AMMAL, E. K. (1945).- Chromosome Atlas of cultivated plants. London, George Allen & Unwin Ltd.

FONT QUER, P. (1962).- Plantas medicinales. El Dioscorides renovado. Barcelona.

GALVEZ RAMIREZ, C. y HERNANDEZ BERMEJO, J. E. (1986).- «Fundamentos para la domesticación de especies silvestres ibéricas de Cardueas con interés potencial agrícola. II Congreso Nacional de la Sociedad Española de Ciencias Hortícolas (S.E.C.H.). Actas del Congreso. Córdoba, España. 1173-1182.

GALVEZ RAMIREZ, C. y HERNANDEZ BERMEJO, J. E. (1988).-Perspectivas del cardo gigante y onopordo *(Onopordum nervosum* Boiss.) como fuente de alimento para la producción animal. II Reunión sobre nuevas fuentes de alimento para la alimentación animal. Córdoba.

GALVEZ RAMIREZ, C. y HERNANDEZ BERMEJO J. E. (1989).- Chemical composition and biological studies of three Iberian Cardueae potentially cultivable for their transformable biomass : *Carthamus arborescens* L. *Cirsium scabrum* (Poiret) Durande and *Onopordum nervosum* Boiss. 5th European Conference : Biomass for Energy and Industry. Lisboa, Portugal. 1532-1540.

GALVEZ RAMIREZ, C y HERNANDEZ BERMEJO, J. E. (1990).- Life cycle and adaptive strategies of three non-annual ruderal Cardueae : Onopordum nervosum, Carthamus arborescens and Cirsium scabrum. Plant Systematic and Evolution. 171 : 117-128.

GREUTER, W. (1991).- Botanical diversity, endemism, rarity, and extinction in the Mediterraneas area : an analysis based on the published volumes of Med-Checklist. Bot. Cronika 10 : 63-79.

GREUTER, W., BURDET, H. M. & LONG G. (1984, 1986, 1989).- Med-Checklist. A critical inventory of vascular plants of the Circum-Mediterranean countries, 1, 1984; 3, 1986; 4, 1989. Genève.

HARBERD, D. J. (1972).- A contribution to the cytotaxonomy of Brassica (Cruciferae) and its allies. Bot. Journ. Linn. Soc. 65 : 1-23.

HERNANDEZ BERMEJO, J.E. ; CLEMENTE MUÑOZ, M. y CONTRERAS, P. (1990).- Programa de conservación para Artemisia granatensis Boiss. 2º Simposio de la Asociación Ibero Macaronésica de Jardines Botánicos. Gran Canaria.

HOLDEN, J. H. W (1976).- Oats in N. W. Simmonds (ed.), Evolution of Crop Plants : 86-90.

LADIZINSKY, G. (1969).- New evidence on the origin of the hexaploid oat. Evolution 23 : 676-684.

LADIZINSKY, G. (1971a).- *Avena murphyi* : A new tetraploid species from Southern Spain. Israel Journ. Bot. 20 : 24-27.

LADIZINSKY, G. (1971b).- Chromosome relationships between tetraploid (2n=28) *Avena murphyi* and some diploid, tetraploid and hexaploid species of oat. Canad. Journ. Genet. Cytol. 13 (2) : 203-209.

RON, A. M. de, LINDNER, R., MALVAR, R., ORDAS, A.,BALADRÓN, J.J. & GIL, J. (1992).- Germplasm collecting and characterization in the north of the Iberian Peninsula. Pl. Genet. Res. Newsletter 87 : 17-19.

TAZI, M.,BIROUK, A.,FATEMI, Z.& HEIFFER, P. (1990).- Collecting germplasm in Morocco. Pl. Genet. Res. Newsletter 77 : 39.

TERREL, E. E. (1969).- *Avena magna* : New oat species. Science 163 : 595.

VARELA, F. & RUIZ-FERNANDEZ, J.(1990).- Los recursos fitogenéticos de Castilla La Mancha (España). I. Expediciones multicultivos a Ciudad Real y Guadalajara. Pl. Genet. Res. Nesletter 77 : 37-38.

WAGENITZ, G. (1967).- Betrachtungen über die Artenzahlen der Pflanzen und Tiere. Sitzungsber. Ges. Naturf. Freunde Berlin, ser. 2, 7 : 79-93.

Bilan des connaissances, intérêt patrimonial et conservation de la flore et de la végétation des îles méditerranéennes

ECOLOGIA MEDITERRANEA XXI (1/2) 1995 : 47-52

Généralités sur la flore de l'île de Chypre. Quelques données quantitatives

Generalities on the Flora of Cyprus. A few quantitative data

Gabriel ALZIAR*

RÉSUMÉ

L'Auteur indique des généralités sur la flore de l'île de Chypre en insistant d'une part sur l'importance relative des diverses aires de répartition des taxons, d'autre part sur celle de leurs différents types biologiques.

MOTS-CLES : Chypre, flore, biogéographie, type biologique, endémique

ABSTRACT

The Author recalls the generalities on the Flora of the Cyprus island, emphasizing first the relative importance of the diverse origin areas of the taxa, secondly that of their different biological types.

KEY WORDS : Cyprus, flora, biogeography, biological type, endemic

GENERALITES

Avec 9250 km^2 Chypre est la troisième île de la Méditerranée par la superficie ; mais c'est surtout la plus isolée, la plus orientale et la plus méridionale (axée sur les 33° et 34° E, et sur le 35° N). Elle se divise en trois entités géologiques et géographiques :

- la chaîne calcaire du Pentadactylos au nord, alignée d'ouest en est et culminant à 1000 m.
- le volumineux massif du Troodos et ses roches volcaniques et éruptives (dont le sommet, le mont Olympe, atteint 1950 m) situé au centre et à l'ouest de l'île.
- la plaine de la Messaoria et les piémonts des deux massifs, marneux, argileux ou calcaires, rarement disposés en plateaux.

Le climat général varie du montagnard-méditerranéen au semi-aride, ce dernier type se retrouvant surtout dans les parties basses où l'on a 7 à 8 mois secs en moyenne. Il existe une seule période de pluie régulière, en décembre-janvier et le véritable printemps biologique, en plaine, se situe en février-mars. Bien entendu, le sommet du Troodos a un climat plus atténué et les chutes de neige y sont quasi annuelles.

Un autre facteur important à prendre en considération est que Chypre, à l'opposé de la plupart des îles méditerranéennes dont il a été question au cours du colloque, n'a pas subi de déprise agricole, étant donné que l'île constitue un état dont l'agriculture est une des principales ressources, et aussi à cause de la partition de fait de l'île qui a suivi les évènements de 1974. Dans le même ordre d'idée, on ne peut pas parler d'une surcharge pastorale ovine, caprine ou même porcine, si caractéristique et dommageable à la flore d'autres îles. Enfin signalons que la densité de population est de l'ordre de 70 habitants au km^2.

* Jardin Botanique de la Ville de Nice, 78
Avenue de la Corniche Fleurie, F-06200 Nice

Pour l'étude de la Flore de Chypre, nous avons la chance de disposer d'un ouvrage récent, les deux tomes de la flore de MEIKLE étant parus en 1977 et 1985. Quant à l'étude des formations forestières, elle a été l'objet d'un travail de QUEZEL et BARBERO en 1979. D'autre part, il est à noter qu'il existe trois Flores, récentes elles aussi, et fort utiles, de régions voisines ayant des affinités botaniques avec Chypre, à savoir : la Flore de Turquie de DAVIS (1965-1985), avec le supplément (vol.10) du même auteur associé à MILL et TAN (1988) ; la nouvelle Flore du Liban et de la Syrie de MOUTERDE, publiée de 1966 à 1983 ; enfin la Flora Palaestina (1966-1986) de FEINBRUN-DOTHAN et ZOHARY. Mentionnons enfin la Flore du Nord de Chypre (VINEY,1994) d'où sont absentes curieusement les Poaceae et les Cyperaceae, et dont les limites de l'aire d'étude sont scientifiquement sujettes à caution.

DONNEES QUANTITATIVES ET STATISTIQUES. L'APPARTENANCE BIOGEOGRAPHIQUE DES ESPECES

A partir des ouvrages cités ci-dessus et des publications parues récemment, il apparaît que le total des espèces actuellement recensées dans l'île est de 1576 espèces, auxquelles il faut ajouter un peu moins de 10% de taxons infraspécifiques. Cependant, sur ce nombre une cinquantaine d'espèces est douteuse pour l'île et une soixantaine est constituée d'espèces accidentelles, échappées de cultures ou naturalisées ; cette dernière catégorie a d'ailleurs tendance à augmenter, ceci étant le cas général en Méditerranée insulaire.

L'essentiel de la Flore puise ses éléments dans le cortège floristique méditerranéen avec un total de 762 taxons parmi lesquels il faut mettre en évidence les 260 taxons limités à la Méditerranée orientale ; parmi ces derniers, on compte l'essentiel des espèces ligneuses (phanérophytes et chaméphytes) dominant dans les formations végétales : *Pinus nigra* Arnold subsp. *pallasiana* (Lamb.) Holmboe, *P. brutia* Ten., *Cupressus sempervirens* L. var. *horizontalis* (Mill.) Aiton, *Juniperus foetidissima* Willd., *Cistus parviflorus* Lam., *Rhamnus lycioides* L. subsp. *graeca* (Boiss. et Reuter) Holmboe, *Acer obtusifolium* Sm., *Genista fasselata* Decne., *Sarcopoterium spinosum* (L.) Spach, *Arbutus andrachne* L., *Erica manipuliflora* Salisb., *Lithodora hispidula* (Sm.) Griseb. subsp. *versicolor* Meikle, *Convolvulus oleifolius* Desr., *Salvia fruticosa* Mill., *Teucrium creticum* L., *Quercus coccifera* L. subsp. *calliprinos* (Webb) Holmboe.

Il faut y ajouter 90 espèces dont l'aire comprend non seulement tout ou partie de l'est méditerranéen mais s'étend aussi vers l'Asie, atteignant au minimum l'Iran (*Ranunculus asiaticus* L., *Corydalis rutifolia* (Sm.) DC., *Petrorhagia cretica* (L.) P.W.Ball et Heywood, *Trigonella spicata* Sm., *Alhagi graecorum* Boiss., *Pyrus syriaca* Boiss., *Lecokia cretica* (Lam.) DC., *Echinops spinosissimus* Turra, *Serratula cerinthifolia* (Sm.) Boiss., *Centaurea hyalolepis* Boiss., *Anchusa strigosa* Labill., *Satureja myrtifolia* (Boiss. et Hoh.) Greuter et Burdet, *Quercus infectoria* Ol. subsp. *veneris* (A. Kerner) Meikle, *Orchis anatolica* Boiss.), parfois l'Asie centrale (*Juniperus excelsa* M. Bieb., *Rubus sanctus* Schreb., *Zosima absinthiifolia* (Vent.) Link, *Cionura erecta* (L.) Griseb., *Avena eriantha* Durieu). 261 taxons sont périméditerranéens stricts tandis que 140 autres sont des périméditerranéens dont l'aire déborde largement sur le domaine irano-touranien (atteignant souvent l'Afghanistan). Enfin le complément au total de l'influence méditerranéenne, à savoir les atlanto-méditerranéens et les euroméditerranéens, comporte 132 éléments. Cette répartition est illustrée par la figure 1.

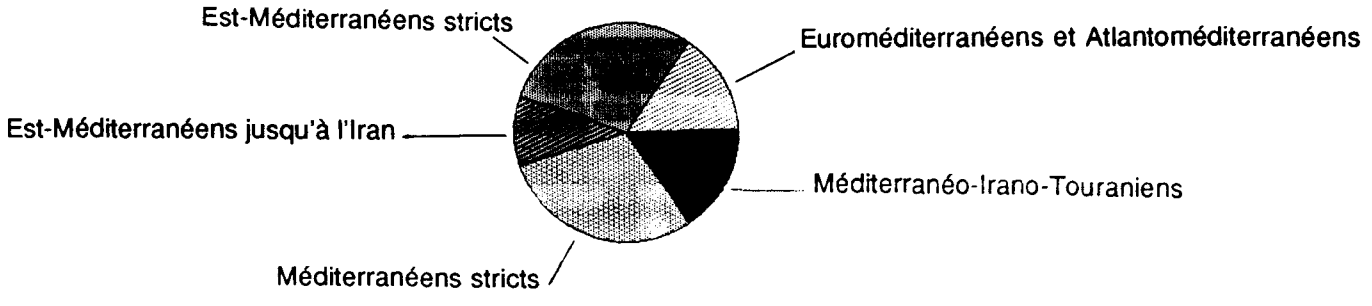


Figure 1.- Importance relative des aires de répartition des taxons méditerranéens

Sur la figure 2, on distingue la forte dominance des éléments méditerranéens auxquels il faudrait d'ailleurs adjoindre la plupart des endémiques et des subendémiques. Nous avons reporté sur cette figure tous les éléments de la flore avec 301 taxons paléarctiques ou ouest-paléarctiques (dont 36 excluant l'Afrique-du-Nord), 74 cosmopolites ou subcosmopolites, les 130 éléments endémiques, les 41 subendémiques (au sens de PIGNATTI, 1982), les 62 naturalisés, échappés de cultures ou accidentels et 102 divers dont les aires ne peuvent être rattachées aux grands ensembles, beaucoup de ceux-ci ayant une extension vers l'Afrique extra-méditerranéenne ou l'Arabie : par exemple ***Pteranthus dichotomus*** Forssk., ***Zygophyllum album*** L. fil., ***Prosopis farcta*** (Banks et Sol.) Macbride (ces trois espèces témoignant du caractère aride des parties basses de l'île) ou encore ***Epipactis veratrifolia*** Boiss. et Hohen.

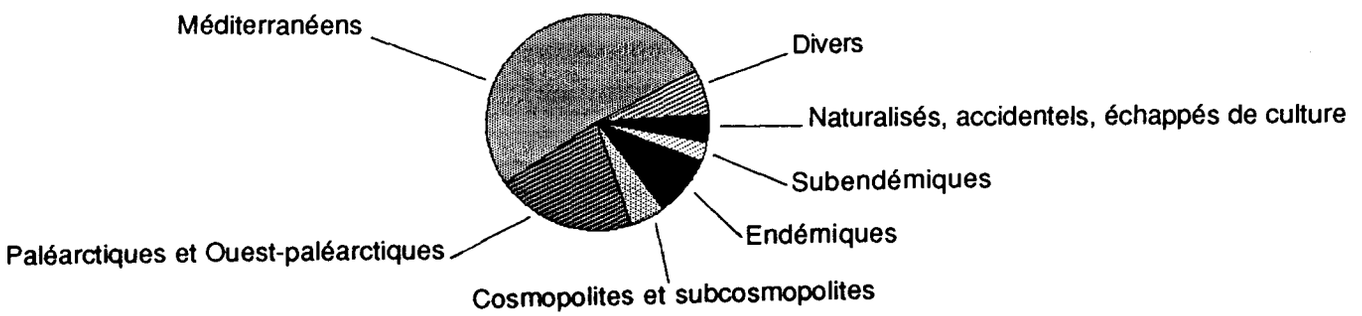


Figure 2.- Importance relative des différentes origines (ensemble des taxons)

Il est intéressant pour replacer la flore chypriote dans ce vaste contexte, de voir combien de taxons sont en limite d'aire ; ils se répartissent de la façon suivante :

6	ont leur limite	nord	à Chypre
30	"	sud	"
49	"	est	"
59	"	ouest	"

On discerne ainsi les rapports nettement plus importants de la flore de Chypre avec l'Anatolie qu'avec le nord-est de l'Afrique, ce qui s'explique immédiatement par l'éloignement plus grand de ce continent. Il est intéressant de donner la liste des espèces en limite nord : *Silene apetala* Willd. var. *alexandrina* Aschers., *Ononis reclinata* L. var. *monophylla* (Bég.) Pamp., *Centaurium mairei* Zeltner, les variétés *deserti* Pamp. et *pumilus* Pamp. de *Convolvulus oleifolius* Desr. et *Senecio aegyptium* L. var. *discoideus* Boiss. (dont, cependant, la présence est douteuse).

On pouvait de même s'attendre à une grande différence entre les nombres de plantes en limite occidentale (aire ouest-asiatique) et celles qui sont en limite orientale (méditerranéennes) : en fait cette différence est faible, ce qui semble indiquer une influence plus forte de la similitude climatique que de la proximité géographique. Le total des deux (108) est assez important et témoigne de l'originalité de la flore de l'île.

Les espèces en limite ouest sont cependant celles qui apportent la plus grande originalité à la flore de Chypre en comparaison avec toutes les autres îles méditerranéennes. Citons parmi elles : *Trigonella berythea* Boiss. et Bal., *Cachrys scabra* (Fenzl) Meikle, *Ainsworthia trachycarpa* Boiss., *Lomelosia prolifera* (L.) Greuter et Burdet, *Serratula cerinthifolia* (Sm.) Boiss., *Orobanche orientalis* Beck-Mannagetta, *Rumex cyprius* Murb., *Fritillaria persica* L.

A l'opposé voici quelques espèces méditerranéennes ou atlanto-méditerranéennes en limite orientale : *Matthiola fruticulosa* (L.) Maire, *Cistus monspeliensis* L., *Lathyrus saxatilis* (Vent.) Vis., *Crassula vaillantii* (Willd.) Roth, *Myosotis pusilla* Loisel., *Ophrys sphegodes* Mill. subsp. *mammosa* (Desf.) Soó.

Toute île comporte généralement des lacunes dans sa faune et sa flore, si on les compare à celles des régions voisines. A Chypre une des plus frappantes est l'absence presque totale

d'*Artemisia*, puisque seule *A. arborescens* L. y est représentée ; ceci est paradoxal si l'on considère les conditions de climat et de sol de l'île très favorables à ce genre.

LES TAXONS ENDEMIQUES

En ce qui concerne les endémiques, si l'on s'en tient au rang spécifique, on arrive à un total de 95, mais si l'on y ajoute les taxons infraspécifiques on atteint 132, ce qui représente un peu plus de 7 %. Parmi ceux-ci les plus remarquables sont ceux qui sont isolés systématiquement, comme *Onobrychis venosa* (Desf.) Desv. ou *Bosea cypria* Boiss. ex Hook. fil., ceux qui concernent un genre entier, comme les trois espèces de *Crocus*, toutes endémiques, le cas de *Quercus alnifolia* Poech, seul chêne endémique méditerranéen strictement insulaire, ou celui d'une famille généralement peu riche en endémiques dans notre dition, les *Poaceae* : pas moins de quatre espèces endémiques se trouvent à Chypre : *Lindbergella sintenisii* (Lindberg fil.) Bor., *Brachypodium firmifolium* Lindberg fil., *Agrostis cypricola* Lindberg fil. et *Bromus optimae* Scholtz, découvert lors de l'Iter Mediterraneum IV (O.P.T.I.M.A.).

Si l'on considère les familles dans leur ensemble, les plus riches en endémiques sont les *Brassicaceae*, les *Caryophyllaceae*, les *Crassulaceae* (avec quatre *Sedum* et deux *Rosularia*), les *Dipsacaceae*, les *Lamiaceae* dont une espèce sur trois est endémique, et les *Alliaceae*. Au niveau générique, il faut encore signaler les *Onosma*.

Il est par ailleurs intéressant de considérer l'endémisme en rapport avec les types biologiques. En effet, les figures 3, 4, 5 et 6 montrent les différences dans l'importance relative de ces types selon que l'on considère la flore dans son ensemble ou seulement les endémiques.

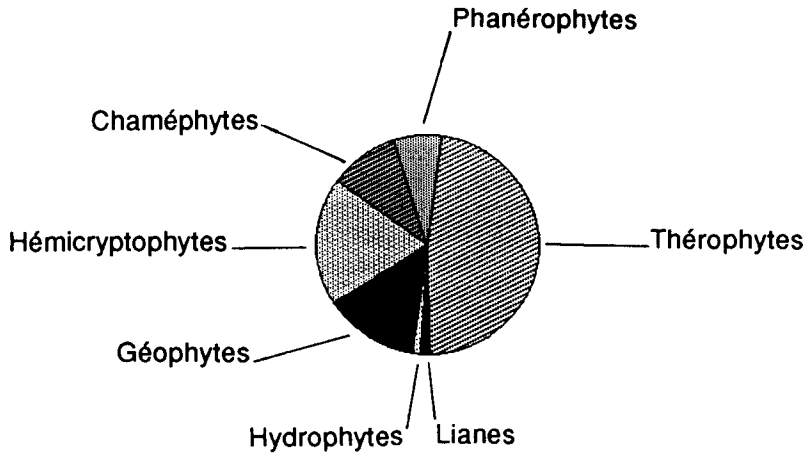


Figure 3.- Pourcentage de chaque type biologique pour l'ensemble des taxons

En effet, si près de la moitié de l'ensemble de la flore est constitué de thérophytes, on constate que c'est parmi les chaméphytes que le pourcentage de taxons endémiques est le plus fort avec 29,8% de toutes les endémiques et 26% du total des chaméphytes, soit plus d'un quart, alors que seulement 2,9% des thérophytes sont endémiques, et que ces thérophytes endémiques ne représentent plus que 15,3% de tous les taxons endémiques.

Certaines de ces endémiques occupent une place écologique importante ; c'est le cas bien sûr du *Quercus alnifolia* Poech, dominant dans les formations végétales du Troodos de 700 m à 1500 m, mais aussi de l'*Asperula cypria* Ehrend. et de l'*Onosma fruticosum* Sm., éléments des garrigues, souvent accompagnés d'*Astragalus cyprius* Boiss., *Onobrychis venosa* (Desf.) Desv. et *Anthemis tricolor* Boiss.

Enfin, parmi les 41 taxons subendémiques on distingue trois groupes ; le premier, le plus important, comprend ceux dont l'aire est constituée outre Chypre même, par le sud de l'Anatolie : *Alyssum cypricum* Nyárády, *Picris cyprica* Lack, *Cyprina gracilis* (Boiss.) Browicz, *Onosma mite* Boiss. et Heldr. ; le deuxième, par les îles

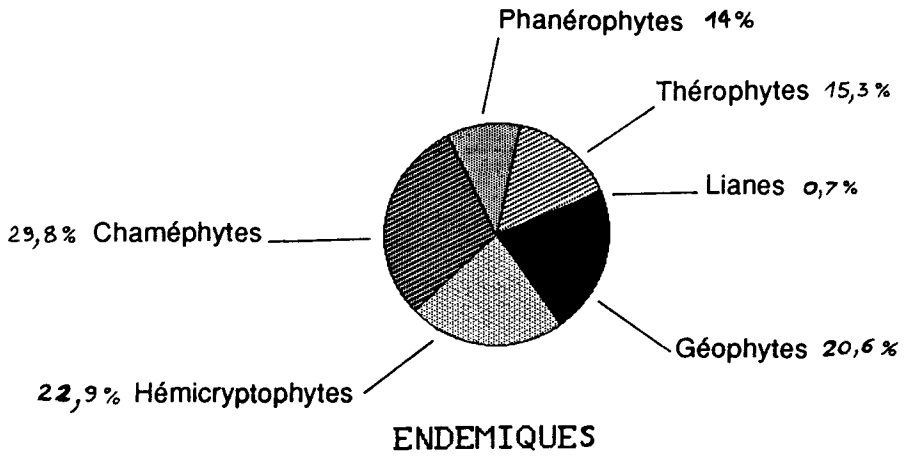


Figure 4.- Pourcentage dans chaque type biologique, du nombre de taxons endémiques, et du nombre total de taxons endémiques

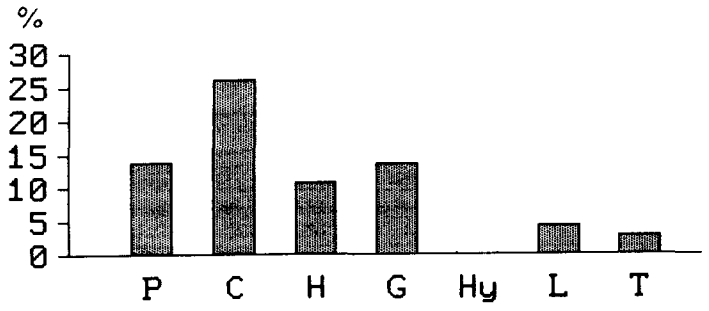


Figure 5.- Pourcentage de taxons endémiques, par rapport au total de chaque type biologique

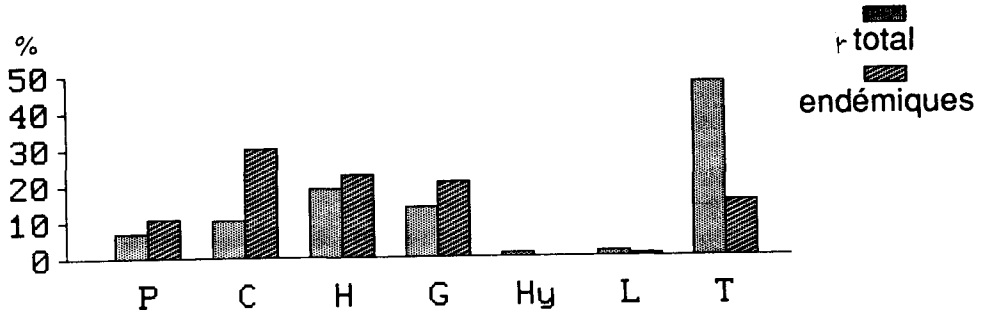


Figure 6.- Pourcentages comparés des endémiques, par rapport à l'ensemble des endémiques et de l'ensemble des taxons de chaque type biologique par rapport au nombre total de taxons

égéennes : *Nigella fumariifolia* Kotschy, *Carthamus boissieri* Hal., *Allium rubrovittatum* Boiss. et Heldr. ; le troisième enfin, concerne le Proche-Orient : *Acer obtusifolium* Sm., *Prenanthes triquetra* Labill., *Taraxacum cyprium* Lindberg fil.

CONCLUSION

Si l'île de Chypre ne comporte, malgré sa superficie, qu'un nombre relativement peu élevé d'espèces et de taxons en comparaison avec les autres grandes îles de la Méditerranée, sa flore présente cependant quelques particularités au niveau des espèces en limites d'aires et de l'endémisme qui concerne surtout les espèces vivaces et notamment les chaméphytes, et enfin par la présence de quelques éléments à caractère écologique semi-aride marqué. Peu de menaces existent sur l'ensemble de la flore et seules quelques endémiques mériteraient une protection suivie en raison de la faiblesse de leurs populations, comme, par exemple, *Astragalus macrocarpus* DC. subsp. *lefkarensis* Agerer-Kirchoff et Meikle.

BIBLIOGRAPHIE

ALZIAR, G., 1985 et 1986. Contribution à l'Histoire naturelle de l'île de Chypre. La Flore. 2 parties. Biocosme Mésogéen, Nice, 2(1) : 1-28 et 3(2) : 49-57.

ANDERBERG, A. A. *et al.*. 1992. *Onosma orientale* (L.) L. *(Boraginaceae)* collected in Cyprus. Kew Bull., 47(4) : 777.

BRULLO, S., 1991. *Valantia eburnea (Rubiaceae)*, a new species from Cyprus. Willdenowia, Berlin, 20(1/2) : 73-76.

BRULLO, S., PAVONE, P. et SALMERI, C., 1993. Three new species of *Allium (Alliaceae)* from Cyprus. Candollea, Genève : 48 (1) : 279-290.

CHRTEK, J. et SLAVIK, B., 1993. Contribution to the flora of *Cyprus*. 2. Flora Mediterranea, Palermo, 3 : 239-259.

DAVIS, P.H., 1965-1985. Flora of Turkey and the East Aegean Islands. 9 vol. University Press, Edinburgh.

DAVIS, P.H., MILL, R. R. et TAN, K., 1988. Flora of Turkey and the East Aegean Islands (supplement). University Press, Edinburgh.

DELFORGE, P., 1990. Contribution à la connaissance des Orchidées du sud-ouest de Chypre et remarques sur quelques espèces méditerranéennes. Les Naturalistes Belges, 71 (3) : 103-144.

FEINBRUN-DOTHAN, N. et ZOHARY, M., 1966 à 1986. Flora Palaestina. 4 vol. The Israël Academy of Sciences and humanities, Jerusalem.

GEORGIADIS, T. et CHATZIKYRIAKOU, G., 1993. *Centaurea akamantis (Compositae)*, a new species from Cyprus. Willdenowia, Berlin, 23 (1/2) : 157-162.

HOLMBOE, J., 1914. Studies on the vegetation on Cyprus based upon researches during the spring and summer 1905. Bergens Mus. skrifter. n.s.,1 (2) :1-344.

MEIKLE, R.D., 1977 et 1985. Flora of Cyprus. Vol. I et II. Bentham-Moxon Trust, Royal Botanic Gardens, Kew.

MEIKLE, R.D., 1983. Additions to the flora of Cyprus. Ann. Musei Goulandris, Kifissia, 6 : 87-94.

MOUTERDE, P., 1966 à 1983. Nouvelle Flore du Liban et de la Syrie. Tomes I à III. Imprimerie catholique et Darel-Machreq sarl, Beyrouth.

PIGNATTI, S., 1982. Flora d'Italia. 3 vol. Edagricola, Bologna.

QUEZEL, P. et BARBERO, M., 1979. Contribution à l'étude des groupements forestiers de Chypre. Doc. Phytosoc., Lille, 4 :9-34.

SLAVIK, B., JAROLIMOVA, V. et CHRTEK, J., 1993. Chromosome of some plants from Cyprus. Candollea, Genève, 48 (1) : 221-230.

VINEY, D.E., 1994. An Illustrated Flora of North Cyprus. Koeltz Scientific Books, Königstein.

ZELTNER, L., 1991. Contribution à l'étude cytogéographique des genres *Blackstonia* Huds. et *Centaurium* Hill *(Gentianaceae)* en Turquie, Rhodes et à Chypre. Bull. Soc. neuchâteloise Sc. Nat., 114 : 77-103.

ECOLOGIA MEDITERRANEA XXI (1/2) 1995 : 53-69

Les essences arborées des îles méditerranéennes : leur rôle écologique et paysager

Marcel BARBERO*, Roger LOISEL* et Pierre QUEZEL*

RÉSUMÉ

Après avoir évoqué les situations bioclimatiques, les structures biogéopédologiques et l'importance des influences anthropozoogènes dans les grandes îles méditerranéennes, les auteurs analysent ensuite les grandes essences forestières présentes, en fonction de leur valeur biogéographique, en insistant sur les différences importantes existant entre les îles du bassin méditerranéen occidental et celles du bassin oriental. Une troisième partie envisage les problèmes de zonation altitudinale aussi bien en zone bioclimatique méditerranéenne où sont reconnaissables les étages thermo, méso, supraméditerranéens, méditerranéen supérieur, montagnard méditerranéen et oroméditerranéen, que dans les portions de la Corse s'incluant en bioclimat de type européen.

MOTS CLES : îles méditerranéennes, essences arborescentes, bioclimatologie, biogéographie, zonation altitudinale et paysages.

SUMMARY

After the statement of the bioclimatic situations, the biogeopedologic structures and the weight of the anthropozoogenic influences in the main mediterranean islands, the authors analyse the main forest species, according to their biogeographic value, with special mention of the important differences between the islands of the western mediterranean basin and the eastern ones. A third part considers the problems of altitudinal zonation, as well in the mediterranean bioclimatic zone, where one can distinguish the thermo, meso, supramediterranean, upper mediterranean, mountain mediterranean and oromediterranean zones, as in the parts of Corsica included in an european bioclimate.

KEY WORDS : Mediterranean islands, arborescent species, bioclimatology, biogeography, altitudinal zonation and landscape.

Dans ce travail, sont replacés dans un contexte méditerranéen général les principales structures arborées et les paysages des grandes îles méditerranéennes.

Dans une première partie, sont tout d'abord précisées, dans la mesure du possible, les situations bioclimatiques qui permettent de séparer clairement les îles du bassin méditerranéen occidental et celles du bassin oriental, les structures géopédologiques elles aussi très variées, et enfin le rôle historique de l'impact humain sur la végétation de ces îles : pâturage et mise en culture qui se sont effectués globalement d'est en ouest.

La seconde partie analyse les éléments forestiers des grandes îles méditerranéennes, qui regroupent des essences de souches européenne, méditerranéenne, ouest-méditerranéenne, tyrrhénienne, est-méditerranéenne et endémique. Le rôle et l'importance de chacun de ces éléments sont précisés pour chacune des grandes îles où, à côté d'un fond commun, plus

* Université d'Aix-Marseille III, Faculté St Jérôme, Laboratoire de Botanique et d'Ecologie méditerranéenne (case 461) 13397 Marseille Cedex 20

de remplissage que structurant les grands paysages, des différences importantes apparaissent encore ici entre îles occidentales où l'élément septentrional en particulier est encore important, et îles orientales plus fondamentalement méditerranéennes. L'endémisme très généralement résiduel apparaît au niveau spécifique en Sicile *(Abies nebrodensis, Zelkova sicula, Betula aetnensis, Rhamnus lojaconoi)*, en Crète *(Zelkova abelicea)* et à Chypre *(Quercus alnifolia et Cedrus brevifolia)*. Un certain nombre d'éléments vestigiaux mais non endémiques sont encore à citer surtout à l'est *(Phoenix theophrasti, Liquidambar orientalis)*.

La troisième partie est consacrée à la description de la végétation potentielle des étages de végétation. Ils sont inégalement représentés suivant les îles en fonction des altitudes, des substrats et de la topographie. Le thermoméditerranéen est très diversifié sur les îles méridionales Sicile, Crète, Chypre, alors que le mésoméditerranéen reste en général physionomiquement assez homogène et dominé par les chênes sclérophylles et localement par les pins méditerranéens. Le méditerranéen supérieur lui aussi à Chênes sclérophylles et Conifères est présent en Corse, en Sicile et surtout en Crète avec *Cupressus sempervirens* et à Chypre avec *Quercus alnifolia*. Le supraméditerranéen dominé par les essences caducifoliées est présent et bien développé dans les îles occidentales sauf aux Baléares pour des raisons altitudinales ; il fait défaut sur les îles orientales. L'étage montagnard-méditerranéen est occupé par le Pin noir en Corse voire en Sicile et à Chypre, mais *Fagus silvatica* y joue un rôle appréciable en Corse (avec le Sapin) et en Sicile. L'étage oroméditerranéen est dominé par des formations arbustives ou des garrigues épineuses en coussinets (Corse, Sicile, Crète). Signalons enfin qu'en Corse se développent un étage montagnard de type européen, un étage subalpin et un étage alpin.

CARACTERES GENERAUX

1 - LES SITUATIONS BIOCLIMATIQUES

Les bioclimats insulaires sont beaucoup moins contrastés que ceux des zones continentales proches. En effet, les conditions d'océanité jouent à plein et restreignent le champs des variations bioclimatiques. Toutefois, l'étude comparative des grandes îles centro et ouest-méditerranéennes d'une part et est-méditerranéennes d'autre part, permet d'établir une coupure bioclimatique très nette entre les îles orientales : Crète, Dodécanèse et Chypre qui offrent à basse altitude des palettes bioclimatiques comprises entre le semi-aride et l'humide et les îles centrales et occidentales surtout subhumides et humides et caractérisées globalement par une plus grande océanité.

Comparativement aussi, les variations du gradient thermique altitudinal sont plus atténuées que sur le continent ce qui ne peut que favoriser les remontées altitudinales des étages de végétation. Des écarts thermiques moins marqués permettent la progression en altitude de nombreuses essences thermoméditerranéennes comme l'Oléastre et le Caroubier, qui pénètrent dans le mésoméditerranéen notamment à Chypre (jusqu'à plus de 1000 m).

Les valeurs de m (EMBERGER, 1930) limitantes pour certaines essences en zones continentales, étant plus élevées, des essences arborées de l'étage mésoméditerranéen auront elles aussi tendance à escalader fortement les reliefs : tel est le cas en Méditerranée occidentale pour le Pin maritime qui en Corse s'étage des niveaux thermoméditerranéen jusqu'à la base du montagnard-méditerranéen (1300-1400 m). Tel est le cas à Chypre pour le Pin brutia qui atteint 1500 m dans les niveaux méditerranéens supérieurs à *Quercus alnifolia*, et en Crète pour *Cupressus sempervirens* qui domine dans le montagnard-méditerranéen et pénètre même dans l'oroméditerranéen et se présente ainsi comme une essence expansionniste (BARBERO, LOISEL et QUEZEL, 1990) recouvrant pratiquement, faute d'espèces arborées concurrentes, tous les étages depuis le thermoméditerranéen jusqu'aux limites supraforestières. Ces particularités écologiques sont probablement le vecteur d'une variabilité infraspécifique de nombre de ces essences méditerranéennes.

Mais ce sont surtout les différences du régime des précipitations qui permettent de distinguer, à altitude comparable, les îles ouest et centro méditerranéennes jusqu'à la Sicile des îles de Méditerranée orientale : Crète, Chypre et Dodécanèse. Chypre et la Crète offrent même des conditions semi-arides dans leurs parties orientales.

Enfin si dans certaines îles comme la Corse, la Sicile et la Sardaigne, surtout en altitude, la sécheresse estivale est de courte durée (1 à 2 mois), dans d'autres, comme en Crète elle est beaucoup plus longue (3 à 4 mois) et même 5 à 6 mois à Chypre.

Ces conditions climatiques contribuent donc à une discrimination des îles méditerranéennes occidentales par rapport aux orientales. Elles sont d'autant plus marquées que les reliefs

accentuent les oppositions de versant et favorisent aussi bien les remontées des essences que leur descente, contribuant ainsi souvent à la mise en place de mosaïques de végétation. Par rapport à toutes les îles méditerranéennes, par son orographie et ses conditions climatiques, la Corse a permis la différenciation des étages montagnard, subalpin et alpin d'affinités médioeuropéennes ce qui n'est nullement le cas ailleurs.

2 - LES STRUCTURES GEOPEDOLOGIQUES

Les conditions climatiques très contrastées existant en Crète et à Chypre ralentissent les processus pédogénétiques et les groupements végétaux forestiers potentiels présentent alors de fortes différences floristico-écologiques en fonction des roches mères. Ces particularités ont déjà été signalées au Liban (ABI-SALEH *et al.*, 1976), en Syrie (BARBERO *et al.*, 1976), en Turquie (AKMANN *et al.*, 1979) ; elles s'appliquent aux zones insulaires. Suivant que les substrats sont constitués de calcaires compacts, de calcaires marneux, de marnes, de roches métamorphiques ou de roches vertes, les forêts potentielles seront très différentes du point de vue floristique au même titre que les stades de dégradation qui caractérisent leurs séries dynamiques.

Si les substrats métamorphiques sont largement dominants en Corse et en Sardaigne, ils sont également présents en Sicile et en Crète ; les calcaires et les calcaires marneux occupent de vastes surfaces aux Baléares et dans les îles orientales, mais restent localisés dans les îles Tyrrhéniennes. Les affleurements de roches vertes sont surtout développés à Chypre où ils constituent les parties élevées du massif du Troodos.

3 - L'HISTOIRE DE LA VEGETATION ET LES IMPACTS ANTHROPIQUES

Les pressions anthropiques se sont manifestées sur les îles méditerranéennes de façon quasi permanente depuis 5 à 7 millénaires, avec des décalages chronologiques souvent importants.

La dégradation du capital forestier a été considérable partout et les îles défrichées en premier lieu ont été celles de Méditerranée orientale (FRENZEL, 1980) en particulier la Crète et les îles du Dodécanèse ainsi que Chypre à proximité du Liban et de la Syrie où pratiquement les structures de caducifoliés sont partout réduites à des îlots fragmentaires dans les zones élevées ou dans les thalwegs. Les maquis et garrigues à sclérophylles *(Quercus, Rhamnus, Phillyrea, Pistacia)* et à Ericacées qui rejettent de souche, sont beaucoup plus rares qu'en Méditerranée occidentale et sont remplacés par des phryganas (QUEZEL, 1981, BARBERO et QUEZEL, 1989) dont les principaux constituants sont des chaméphytes de stratègie «R» adaptés aux feux courants répétitifs et se régénérant surtout à partir de graines. Ces phryganas se succèdent par le biais d'associations différentes depuis l'étage méditerranéen jusqu'à l'étage montagnard où elles laissent la place lorsque les altitudes sont suffisantes comme en Crète, à des garrigues oroméditerranéennes à xérophytes épineux (ZAFFRAN, 1982).

En Méditerranée centrale et occidentale, la Sicile a été fortement anthropisée et son capital forestier est extrêmement fragmenté, les espaces sont occupés par des garrigues à xérophytes sclérophylles, assurant sur les adrets une continuité du tapis végétal depuis le littoral jusqu'aux hauts sommets, comme par exemple sur l'Etna. Il faut préciser qu'au siècle dernier les Sapinières à *Abies nebrodensis* étaient encore largement présentes sur la chaîne de la Madonie et que les forêts de Pin noir occupaient plusieurs dizaines de milliers d'hectares sur le massif de l'Etna. Or à l'heure actuelle le Sapin est réduit à une cinquantaine d'exemplaires et la pinède de Pin noir à quelques milliers d'hectares (MORANDINI, 1969).

La Sardaigne qui a subi une anthropisation plus récente a par contre conservé d'importants vestiges forestiers, surtout en altitude où existent de belles chênaies pubescentes. La Corse est dans ce cas au même titre que certaines parties de Majorque (QUEZEL, 1988) ce qui permet de se faire encore une bonne idée des structures forestières originelles.

Les forêts fruitières ont été, dans les paysages de nombreuses îles, un des éléments de valorisation des arbres et de protection des sols, par le maintien du tapis végétal arboré. Les systèmes agro-sylvopastoraux ont été partout à la base de l'organisation de structures autarciques :

- importantes forêts fruitières à *Ceratonia siliqua* à Chypre,
- chênaies de *Quercus macrolepis* (glandaies, écorce à tan et cultures céréalières en sous bois) en Crète,
- suberaies frutières de Sardaigne gérées en systèmes sylvopastoraux et comparables aux montados portugais et aux dehesas d'Espagne,
- châtaigneraies fruitières nord-occidentales de Corse,

- coudraies culminales de Sardaigne et de Sicile,
- chênaies pubescentes sylvopastorales de Sicile.

Les incendies répétitifs, le plus souvent liés à des pratiques d'écobuage (JOFFRE, 1987) ont été aussi à l'origine de l'organisation de structures de végétation fort complexes constituant des groupements originaux en fonction des étages de végétation. Ils ont structuré sur certains versants les paysages dominants des îles :

- brousses littorales calcicoles des Baléares, de Sardaigne, de Sicile, à sclérophylles : Oléastre et Lentisque, Genévrier rouge et Euphorbe en arbre,
- maquis de Sardaigne et de Corse dominés par les Ericacées et les Cistacées *(Cistus et Halimium)*,
- phryganas de Chypre, du Dodécanèse et de Crète à chamaephytes et xérophytes épineux en coussinets,
- garrigues à Chêne Kermès et Oléastre de Sicile,
- fruticées montagnardes à arbustes chamaephytiques épineux de Corse et de Sardaigne improprement qualifiés selon GAMISANS (1977) de «spinelles» et dominés par *Genista, Thymus, Berberis, Rosa.*

LES ELEMENTS FORESTIERS

1. LES ELEMENTS FORESTIERS DE SOUCHE EUROPEENNE

Les îles occidentales et la Corse, en particulier ont constitué (REILLE, 1975) des refuges pour nombre d'essences forestières médioeuropéennes qui ont pu les coloniser au cours des phases glaciaires du Quaternaire.

Ce schéma s'applique essentiellement à la Corse pour le Hêtre, le Sapin, le Bouleau qui étaient répandus au Dryas moyen à 12.000 BP, puis à l'Atlantique avec *Alnus glutinosa* et *Alnus viridis* subsp. *suaveolens*. A cette période les forêts de chênes caducifoliés à *Quercus petraea* et ses hybrides avec *Quercus pubescens*, mais aussi à *Quercus robur* (sensu lato) ont été enrichies d'Erables *(Acer pseudoplatanus, A. opalus)*, de Sorbiers *(Sorbus domestica, S. aucuparia et S. aria)*, de Tilleul *(Tilia cordata)* et d'Orme *(Ulmus minor)*. *Abies alba* a joué un rôle important très tôt du Nord au Sud de l'île jusqu'à la montagne de Cagna et le Hêtre a, comme sur le continent, été favorisé récemment par les actions anthropiques.

Il est probable qu'en Sicile, les refuges à Hêtre et à Chênes caducifoliés européens ont été contemporains de ceux de Corse, tandis que les infiltrations importantes de Tremble *(Populus tremula)* ont été plus récentes. Toutes ces essences se rencontrent dans les variantes climatiques froides à très froides des bioclimats méditerranéens humide voire perhumide pour ce qui concerne les fourrés corses d'altitude à *Alnus viridis* subsp. *suaveolens* (étage subalpin typique).

Certaines de ces essences, d'origine médioeuropéenne, participent aussi aux structures de végétation méditerranéenne. Tel est le cas du Bouleau, de l'Erable champètre et du Hêtre, mais aussi en Corse du Sapin pectiné qui aurait dans certains massifs comme à Cagna différencié des écotypes particuliers.

Il faut noter aussi pour certaines forêts peu perturbées, le rôle important de l'If *(Taxus baccata)* et du Houx *(Ilex aquifolium)* essences essentiellement sud-européennes, infiltrées dans les vieilles forêts de Chêne vert, mais apparaissant aussi au niveau des forêts mixtes montagnardes en Sicile, Sardaigne et Corse.

Dans les îles de Méditerranée orientale les taxons forestiers septentrionaux n'interviennent par contre pratiquement pas dans les structures de végétation.

2. LES ELEMENTS FORESTIERS DE SOUCHE MEDITERRANEENNE

Ils constituent comme l'a fait remarquer QUEZEL (1988) les unités forestières dominantes des grandes îles méditerranéennes.

2.1. Les éléments circum-méditerranéens

Ils colonisent tout le pourtour méditerranéen et sont présents sur toutes les grandes îles où ils se cantonnent préférentiellement à l'étage thermoméditerranéen. On doit citer :

- *Arbutus unedo* - *Celtis australis* - *Ceratonia siliqua*, rare voire seulement naturalisé en Corse - *Laurus nobilis* - *Myrtus communis* - *Olea europea* var. *oleaster* - *Phillyrea* spp - *Pistacia lentiscus* - *Quercus coccifera* (sensu stricto) dans ses formes arbustives - *Rhamnus alaternus* - *Rhus tripartitum* (en Sicile).

Chez les conifères *Juniperus lycia* est surtout thermoméditerranéen et *Juniperus phoenicea* et *J. oxycedrus* sont plus généralement mésoméditerranéens. *Juniperus macrocarpa*,

présent dans toutes les îles occidentales rare en Crète (GREUTER, 1975), est absent à Chypre.

A ce groupe on pourrait rattacher *Pistacia atlantica* et *Ziziphus lotus* éléments sud-circum-méditerranéens et irano-touraniens présents en quelques stations de Chypre en bioclimat semi-aride.

2.2. Les éléments ouest-centro-méditerranéens

Ce sont des arbres et arbustes largement ou irrégulièrement répartis dans le bassin occidental et qui deviennent moins fréquents en Méditerranée orientale où ils ne structurent que des groupements relictuels.

- Le cas le plus remarquable est celui de *Quercus ilex* dominant sur Majorque et Minorque (type *rotundifolia)* ; en Corse, Sicile, Sardaigne et en quelques populations crétoises fragmentaires c'est le type *ilex* qui prédomine (BARBERO et QUEZEL, 1980).

La deuxième essence majeure est *Quercus pubescens*, du moins dans son aire potentielle, mais qui a payé un lourd tribut aux actions anthropiques. C'est le cas en Corse où il a été presque partout remplacé par le Châtaignier (REILLE, 1975) ; c'est aussi le cas à moyenne altitude en Sardaigne, tandis que sur les sommets vers 1600-1700 m, il marque en de belles formations les zones forestières culminales de l'île. En Sicile il est plus rare du fait de la forte et précoce anthropisation de l'île. Il n'en constitue pas moins de belles structures de forêts fruitières gérées en systèmes sylvopastoraux. Il s'associe souvent en Sardaigne et en Sicile, à l'Erable de Montpellier voire au Sorbier torminal qui ont tous deux la même signification biogéographique.

- *Pinus halepensis* ne joue qu'un rôle discret dans les îles méditerranéennes occidentales sauf aux Baléares (BOLOS et MOLINIER, 1958) où il individualise une variété endémique (var. *ceciliae* LLORENS). Dans certaines d'entre elles comme en Corse son installation, selon REILLE (1975), serait d'origine anthropique. Cette essence absente des îles méditerranéennes orientales n'est représentée en Sicile (BARTOLO *et al.*, 1985) et Sardaigne que par des colonies exigues qui ont amené là aussi de nombreux auteurs à douter de son indigénat et à penser à des introductions volontaires ou accidentelles et de toutes façons récentes.

2.3. Les éléments ouest-méditerranéens

Aux niveaux méso et thermo-méditerranéens deux essences calcifuges, absentes à Majorque et Minorque pour des raisons édaphiques, structurent les paysages et occupent de vastes superficies sur les îles tyrrhéniennes ; ce sont : *Quercus suber* et *Pinus pinaster* subsp. *hamiltonii* associés souvent à *Arbutus unedo*. *Chamaerops humilis*, élément dominant des paysages dégradés du thermo-méditerranéen de l'Afrique du Nord et du Sud de l'Espagne, est présent aux Baléares, ainsi qu'en Sicile et en Sardaigne. *Buxus balearica* n'apparaît qu'aux Baléares et en Sardaigne.

Au supraméditerranéen et au méditerranéen supérieur les éléments spécifiquement ouest-méditerranéens sont rares. Mentionnons *Quercus faginea*, chêne semi-caducifolié localisé dans les vallons culminaux les plus humides de Majorque, parfois associé à *Acer opalus* subsp. *granatense*.

Enfin *Juniperus thurifera*, souvent avec *Juniperus hemisphaerica* et divers éléments de garrigues à épineux, forme des groupements relictuels dans certaines vallées continentales de Corse (GAMISANS, 1991).

2.4. Les éléments tyrrhéniens

Il s'agit essentiellement de *Pinus nigra* subsp. *laricio* qui colonise les étages supraméditerranéen et surtout montagnard. L'installation du Pin noir est très ancienne puisqu'il a été épargné par les glaciations jusqu'en 12.000 BP, période à laquelle REILLE (1975) a pu mettre en évidence sa présence en Corse. *Pinus nigra* subsp. *laricio* se développe en bioclimat humide froid à très froid. Une différenciation écotypique existe entre le Pin laricio de Corse (var. *corsicana*) très abondant sur l'île et le Pin noir de l'Etna présent aussi en Calabre, très localisé et appartenant au var. *calabrica*.

Diverses espèces de *Quercus* caducifoliés à statut taxinomique souvent encore imprécis sont à citer ici. Ils sont théoriquement particuliers à la Sicile et à l'Italie méridionale. Citons *Quercus congesta* (incl. *Quercus leptobalana), Quercus sicula* voire *Quercus dalechampii* présent également en Dalmatie.

2.5. Les éléments est-méditerranéens

Ce sont de loin les plus nombreux. Ils restent à de rares exceptions près *(Ostrya carpinifolia, Carpinus orientalis, Fraxinus ornus)* cantonnés en Crète et à Chypre et représentent quelques unes des essences majeures du bassin méditerranéen oriental.

a) Les feuillus

Parmi les chênes, citons :

- *Quercus calliprinos*, souvent rattaché voire mis en synonymie avec *Quercus coccifera*, est fréquent du thermo-méditerranéen au méditerranéen supérieur, en Crête et à Chypre ainsi que dans les îles du Dodécanèse et présente quelques colonies siciliennes (MARCENO et RAIMONDO, 1972).

- *Quercus aucheri* vicariant du Chêne vert apparaît à l'état fragmentaire en Turquie sud-occidentale et dans les îles du Dodécanèse (AKMAN, BARBERO et QUEZEL, 1979).

- *Quercus macrolepis*, Chêne semi-caducifolié des grandes plaines de Crête utilisé pour ses glands et son écorce à tan.

- *Quercus infectoria* subp. *veneris*, semi-caducifolié lui aussi est présent à Chypre sur les versants nord du Troodos aussi bien sur calcaires que sur ophiolithes.

- *Quercus brachyphylla*[1], considéré parfois comme une simple race du Chêne pubescent, présente en Crête aux étages thermo et mésoméditerranéen la même écologie qu'en Grèce continentale dans le Péloponnèse voire en Anatolie occidentale (BARBERO et QUEZEL, 1976).

- *Quercus cerris* est présent sur les monts Nebrodes en Sicile (POLI-MARCHESE et LO GIUDICE, 1988).

- *Ostrya carpinifolia, Fraxinus ornus* et *Quercus virgiliana* ne jouent dans les îles de Méditerranée occidentale, Corse, Sardaigne et Sicile qu'un rôle discret alors qu'ils sont absents de Crête et de Chypre. *Carpinus orientalis* et *Ulmus canescens* enfin ne paraissent être présents qu'en Sicile.

Des arbustes d'origine orientale participent à titre d'essences associées, à certains paysages préforestiers et forestiers de Crête, des îles égéennes et de Chypre. Citons en particulier : *Arbutus andrachne, Pistacia palaestina, Styrax officinalis, Cercis siliquastrum. Acer sempervirens* est également un élément remarquable dont l'aire s'étend sur la Grèce du sud et l'Anatolie sud-occidentale. Il est associé aux forêts de Cyprès en Crête. L'espèce voisine *A. obtusifolium* présent aussi au Proche-Orient le remplace sur les montagnes de Chypre au niveau des forêts de *Quercus alnifolia* et *Quercus infectoria*.

Parmi les espèces de souche orientale, il faut citer au niveau des ripisylves *Platanus orientalis* en Sicile, Crète et Chypre et *Alnus orientalis* à Chypre. *Liquidambar orientalis* est présent à Rhodes mais son origine y est probablement anthropique.

Enfin le Châtaignier pose de redoutables problèmes quant à son indigénat, compte tenu de sa valorisation par l'homme dans la plupart des îles et notamment en Corse (REILLE, 1975, VAN ZEIST, 1980) Sicile et Crète.

b) Les conifères

Deux conifères, *Pinus brutia* et *Cupressus sempervirens*, jouent un rôle important à Chypre et en Crète où ils occupent de vastes surfaces. *Pinus brutia* reste inféodé aux niveaux altitudinaux inférieur et moyen. Par contre le Cyprès qui à Chypre affectionne surtout les calcaires marneux du nord de l'île, présente en Crète un maximum d'extension puisqu'il marque la limite supérieure des forêts en association avec *Acer sempervirens* et *Zelkova abelicea.*

Pinus nigra subsp. *pallasiana*, essence montagnarde méditerranéenne majeure de Grèce et de Turquie joue un rôle discret sur les îles orientales. Il est présent toutefois sur les sommets de l'Eubée et de quelques îles égéennes. Il couronne par contre le massif ophiolitique du Troodos à Chypre en association avec *Juniperus foetidissima.* Les peuplements chypriotes correspondraient à un écotype sans doute particulier : le var. *caramanica. Juniperus excelsa* est également présent de façon épisodique sur le même massif.

Abies cephalonica est lui aussi représenté sur les îles juxta-continentales de Grèce en Eubée et à Céphalonie souvent associé à d'autres essences sclérophylles.

3. LES ELEMENTS ENDEMIQUES

Les espèces de souche septentrionale ont donné naissance à deux endémiques qui jouent un rôle significatif en Corse et en Sicile :

- En Corse, il convient de signaler *Alnus viridis* subsp. *suaveolens* qui occupe, en situation perhumide, l'étage subalpin en constituant de vastes brousses associées aux espèces de Mégaphorbiaies (GAMISANS, 1977, 1991).

- En Sicile il faut mentionner *Betula aetnensis* cantonné à l'étage supérieur forestier de l'Etna entre 1.300 et 2.000 m, où il joue un rôle pionnier sur les coulées volcaniques, et qui re-

[1] Certains auteurs (GREUTER, 1975) contestent la spontanéité de ce chêne en Crète, ainsi d'ailleurs que celle de *Quercus macrolepis.*

présente un néoendémique individualisé à partir de *Betula pendula*.

Les espèces de souche méditerranéenne ou mésogéenne sont par contre beaucoup plus nombreuses sans pour autant, à moins de conditions édaphiques particulières, jouer un rôle physionomique déterminant. On peut citer :

* En Sicile :

- *Abies nebrodensis* qui n'existe plus à l'état spontané que sur les monts de la Madonie près de Palerme (MORANDINI, 1969). C'est une espèce assez différente d'*Abies cephalonica* le plus proche géographiquement, mais voisine d'*Abies numidica* de Kabylie et d'*Abies cilicica* de Turquie et du Proche Orient. Il formait encore, dans sa région d'origine, des forêts au début du siècle, et il est à l'heure actuelle activement protégé par les services forestiers italiens.

- *Rhamnus lojaconoi* (RAIMONDO, 1979), très localisé sur la Madonie appartient à la section *Alaterni* mais est voisin de *Rhamnus glandulosa*, arbre lié à la laurisylve macaronésienne.

- *Celtis aetnensis* (Tornabeni) Trobl. présent sur le revers occidental de l'Etna est très proche de *Celtis tournefortii* dont il ne constitue sans doute qu'une race locale.

- *Zelkova sicula* est un endémique de découverte récente. Quelques dizaines d'exemplaires végètent encore, sur le revers nord oriental du Monte Lauro en situation extrèmement vulnérable (Di PASQUALE, GARFI et QUEZEL, 1992).

* En Crète :

- *Zelkova abelicea* représente avec *Zelkova sicula* les seuls représentants européens de ce genre d'origine eurasiatique dont la présence en Méditerranée est antérieure au Miocène (SAPORTA, 1879, QUEZEL, Di PASQUALE et GARFI, 1993). *Zelkova abelicea* est présent sur les trois grands massifs montagneux de Crète en populations exigues et très malmenées par l'homme et les troupeaux.

- *Phoenix theophrasti* (GREUTER, 1967) espèce voisine de *Phoenix dactylifera* et initialement considéré comme un endémique crétois existe en fait en divers points de l'Anatolie sud-occidentale (DAVIS, 1984), et au Péloponnèse (FINIKOUNDAS, QUEZEL, 1994, obs. non publiée).

* A Chypre :

- *Cedrus brevifolia* dérive de toute évidence de *Cedrus libani* et constitue un taxon remarquable très diversifié vis-à-vis des deux autres représentants méditerranéens du genre par ses caractères morphologiques et son écologie. Il végète à l'étage mésoméditerranéen en association avec *Quercus alnifolia* sur roches vertes entre 900 et 1.200 m. Ses peuplements actuels se régénèrent bien et occupent une cinquantaine d'hectares dans la forêts de Paphos. Quelques vieux individus épars et localisés existent dans les sites peu accessibles.

- *Quercus alnifolia*, cantonné lui aussi sur serpentines, structure des peuplements étendus entre les niveaux mésoméditerranéen et méditerranéens supérieurs entre 1.200 et 1.900 m. A ses limites altitudinales inférieures, il est associé à *Pinus brutia*. La valeur taxonomique de ce chêne n'est pas évidente et l'espèce la plus proche reste *Quercus aucheri* présent en quelques localités d'Anatolie sud-occidentale et des îles du Dodécanèse.

LES ETAGES DE VEGETATION

Dans les tableaux synthétiques joints, (Tableaux 1 à 6) sont schématisés, pour les principales îles méditerranéennes, les positions altitudinales des étages de végétation, les variantes thermiques ainsi que les ensembles bioclimatiques auxquels se rapportent les principales structures de végétation. L'accent sera mis plus particulièrement sur les essences forestières dominantes.

Les définitions et critères retenus sont ceux que nous avons déjà eu l'occasion d'utiliser dans de nombreux travaux antérieurs (QUEZEL, 1974, BARBERO et QUEZEL, 1976, 1980, BARBERO, BONIN, LOISEL et QUEZEL, 1990, etc.).

1. THERMOMEDITERRANEEN

C'est en Corse, île la plus septentrionale, qu'il est le moins bien représenté, fragmentaire entre 0 et 300 m (GAMISANS, 1991), alors que c'est à Chypre et sur le revers méridional de la Crète que les formations qui s'y rattachent sont les plus diversifiées puisqu'elles se situent entre 0 et 700 m, du semi aride chaud au subhumide tempéré. Partout ailleurs le thermo-méditerranéen appartient aux variantes tempérées et chaudes du bioclimat subhumide.

Les groupements majeurs s'apparentent à la série du Caroubier (***Oleo-Ceratonion* s.l.**) avec diverses variantes physionomiques pour les paysages selon les îles. Ainsi le Caroubier est absent en Corse à l'état spontané alors qu'il est abondant en Crète et surtout à Chypre où ses

Tableau 1

ETAGE THERMOMEDITERRANEEN : m > 3°C

ILES	ALTITUDES	NIVEAU BIOCLIMATIQUE ET VARIANTES	FORMATIONS FORESTIERES
CORSE	300 m	Subumide chaud et tempéré	*Quercus ilex, Quercus suber, Olea-Pistacia lentiscus, Myrtus, Juniperus lycia, Juniperus macrocarpa*
SICILE	500 m	Subhumide et semi-aride chaud et tempéré	*Euphorbia dendroides, Juniperus lycia* et *macrocarpa, Quercus virgiliana, Olea-Pistacia lentiscus Chamaerops, Quercus ilex, Laurus nobilis*
SARDAIGNE	400 m	Subhumide chaud et tempéré	*Olea-Pistacia lentiscus, Myrtus, Laurus nobilis, Quercus suber, Ceratonia, Pinus halepensis, Juniperus lycia et macrocarpa, Euphorbia dendroides*
MAJORQUE MINORQUE	300-400 m	Subhumide chaud et tempéré	*Olea-Pistacia lentiscus, Ceratonia, Chamaerops, Pinus halepensis, Juniperus lycia, Juniperus macrocarpa*
CRETE	600 m	Semi aride chaud et tempéré	*Olea-Pistacia lentiscus, Ceratonia, Pinus brutia, Cupressus, Quercus calliprinos, Juniperus lycia, Quercus brachyphylla, Quercus macrolepis*
CHYPRE	700 m	Semi aride chaud et tempéré	*Ceratonia, Olea, Quercus calliprinos, Ziziphus, Pinus brutia, Pistacia atlantica*
DODECANESE	500 m	Semi aride chaud	*Quercus calliprinos, Olea-Pistacia lentiscus, Ceratonia, Quercus aucheri*

Tableau 2

ETAGE MESOMEDITERRANEEN : 0 < m < 3°C

ILES	ALTITUDES	NIVEAU BIOCLIMATIQUE ET VARIANTES	FORMATIONS FORESTIERES
CORSE	comprises	Subhumide et humide frais	*Quercus ilex* et *Quercus suber* *Pinus hamiltonii, Quercus pubescens*
SARDAIGNE		Subhumide et humide frais	*Quercus ilex, Quercus suber*
SICILE	entre 300-700 m	Subhumide frais	*Quercus ilex, Quercus calliprinos, Juniperus phoenicea, Quercus pubescens*
MAJORQUE MINORQUE		Subhumide frais	*Quercus ilex, Juniperus phoenicea*
CRETE	et	Subhumide frais	Calcaires : *Quercus calliprinos, Quercus brachyphylla, Juniperus phoenicea, Quercus ilex* Marnes : *Pinus brutia, Cupressus sempervirens*
CHYPRE	1000-1200 m	Subhumide frais	Calcaires : *Quercus calliprinos, Juniperus phoenicea, Quercus infectoria* Marnes : *Pinus brutia, Cupressus sempervirens* Serpentines : *Quercus alnifolia, Cedrus brevifolia*

Tableau 3

ETAGE MEDITERRANEEN SUPERIEUR : -3°C < m < 0°C

ILES	ALTITUDES	NIVEAU BIOCLIMATIQUE ET VARIANTES	FORMATIONS FORESTIERES
CORSE	comprises	Subhumide froid	*Quercus ilex* avec *Taxus baccata* et *Ilex aquifolium* *Pinus laricio* avec *Erica arborea* et *Pinus hamiltonii*
SICILE	entre	Subhumide froid	*Quercus ilex* avec *Ilex aquifolium* et *Teucrium siculum, Pinus laricio*
CRETE	1500-1700 m	Subhumide froid	Calcaires : *Quercus calliprinos* avec *Acer sempervirens* Marnes : *Cupressus sempervirens*
CEPHALONIE EUBEE	et	Subhumide froid	*Abies cephalonica, Quercus pseudococcifera* *Pinus pallasiana, Erica arborea* et *Arbutus andrachne* (Eubée uniquement)
CHYPRE	1600-1700 m	Subhumide froid	Roches vertes : *Quercus alnifolia* et *Acer obtusifolium* Calcaires : *Quercus calliprinos* et *Quercus infectoria*

Tableau 4

ETAGE SUPRAMEDITERRANEEN : -3°C < m < 0°C

ILES	ALTITUDES	NIVEAU BIOCLIMATIQUE ET VARIANTES	FORMATIONS FORESTIERES
CORSE	comprises entre	Humide froid	*Pinus laricio, Quercus pubescens, Ostrya, Alnus cordata, Castanea, Taxus*
SARDAIGNE	1000 m et	Humide froid	*Quercus pubescens*, fruticées culminales à épineux *Ostrya, Alnus cordata*
SICILE	1500-1600 m	Humide froid	*Pinus laricio* avec *Galium ellipticum* fragmentaire, *Quercus pubescens, Castanea*, fruticées à épineux *Quercus cerris, Quercus petraea, Ostrya, Carpinus orientalis, Alnus cordata.*

peuplements atteignent 800 m en formations continues (Di MARCO *et al.*, 1985). *Chamaerops humilis* est présent aux Baléares, en Sardaigne et en Sicile souvent associé à *Euphorbia dendroides*. Ses populations sont bien conservées sur calcaires compacts.

La frange supérieure de cet étage est encore définie par quelques lambeaux fragmentés de forêts xérothermophiles potentielles à Chêne vert (Minorque, Majorque), xéromésophiles à Chêne vert et *Laurus nobilis* (Minorque, Majorque, Sicile, Crète), à *Quercus suber* (Corse, Sardaigne, Sicile), à *Quercus calliprinos* (Sicile, Crète et Chypre), voire *Quercus virgiliana* en Sicile (BRULLO, 1983). C'est à la limite supérieure de cet étage qu'a été découvert dans les lappiaz volcaniques du Monte Lauro *Zelkova sicula* (QUEZEL, Di PASQUALE et GARFI, 1993). De même *Rhamnus lojaconoi* participe à cet étage, à un groupement résiduel de type laurifolié sur le revers nord de la Madonie (RAIMONDO, 1979).

Tableau 5

ETAGE MONTAGNARD MEDITERRANEEN : -7°C < m < -3°C

ILES	ALTITUDES	NIVEAU BIOCLIMATIQUE ET VARIANTES	FORMATIONS FORESTIERES
CORSE	comprises entre	Subhumide très froid	*Pinus laricio* et fruticées épineuses
		Humide très froid	Certaines Sapinières et Hêtraies d'affinités méditerranéennes
		Perhumide très froid	Hêtraie-Sapinières médioeuropéennes
SARDAIGNE		Humide très froid	Fruticées à épineux
SICILE	1500-1700 m	Subhumide très froid	Pinèdes de *Pinus laricio* et *Genista aetnensis*, *Betula aetnensis*, fruticées à épineux
		Humide très froid	Hêtraies méditerranéennes et peuplements à *Betula aetnensis*, *Abies nebrodensis* (Madonie)
CRETE	et	Humide très froid	Forêts de Cupressus avec *Acer sempervirens* et *Abelicea cretica*
CHYPRE	2000-2300 m	Humide très froid	Forêts de *Pinus pallasiana* et *Juniperus foetidissima*

Tableau 6

ETAGE OROMEDITERRANEEN : m < -7°C

ILES	ALTITUDES	NIVEAU BIOCLIMATIQUE ET VARIANTES	FORMATIONS FORESTIERES
CORSE	Au-dessus	Humide extrêmement froid	Fruticées à *Astragalus sirinicus*, *Berberis aetnensis*, *Daphne oleoides*
SICILE	de	Humide extrêmement froid	Fruticées à *Astragalus siculus*, *Rumex aetnensis*, *Berberis aetnensis*
CRETE	2200-2300 m	Subhumide et humide extrêmement froid	Fruticées à *Astragalus creticus*, *Astragalus angustifolius*, *Prunus prostrata*, *Berberis cretica*

En Crète des vestiges de forêts initiales à *Quercus brachyphylla* et *Quercus macrolepis* sont encore présents au niveau des plaines débouchant sur la mer.

Certains conifères jouent un rôle appréciable surtout sur calcaires-marneux. Le Pin d'Alep est très rare dans les îles ouest méditerranéennes sauf aux Baléares tandis qu'à Chypre, en Crète et quelques îles égéennes. *Pinus brutia* est abondant et le Cyprès lui est associé. Au nord de Chypre sur marnes, *Cupressus sempervirens* individualise des structures quasiment pures en quelques secteurs des zones littorales. Dans les îles du Dodécanèse la zone de l'Oléo-Lentisque offre encore quelques colonies fragmentaires de *Quercus aucheri*. Sur les substrats calcaires compacts des grandes îles, *Juniperus lycia* est présent et individualise des communautés en association avec *Phillyrea angustifolia*, voire *Euphorbia dendroides*, tandis que *Juniperus macrocarpa* souvent associé à *Ephedra distachya* occupe les dunes fixées des îles ouest-méditerranéennes et reste très rare en Egée. *Phoenix theophrasti* présente des exigences comparables en Crète orientale et en Anatolie sud-occidentale.

Au niveau des ripisilves, *Populus alba* domine dans les îles occidentales, alors que *Platanus orientalis* le supplante à l'est et même en Sicile sud-orientale. *Liquidambar orientalis* (AKMAN *et al.*, 1993) est présent à Rhodes où il a sans doute été introduit (comme à Chypre : MEIKLE, 1977).

Les unités phytosociologiques regroupant les principales structures sont, pour les dunes littorales, le ***Juniperion lyciae*** RIVAS-MARTINEZ, 1975, en Méditerranée orientale, l'***Oleo-Ceratonion*** Br.-Bl., 1936, et en Méditerranée orientale le ***Ceratonio-Rhamnion oleoidis*** BARBERO et QUEZEL, 1979. Aucune alliance n'est endémique des zones thermoméditerranéennes insulaires. Toutes ces unités appartiennent aux systèmes préforestiers des ***Pistacio-Rhamnetalia alaterni*** RIVAS-MARTINEZ, 1974. Il n'existe donc pas de véritable alliance forestière. Les stades de dégradation sont des matorrals classiques de type garrigue dominés sur calcaires compacts et sur l'ensemble des grandes îles occidentales par *Quercus coccifera* arbustif, et sur silice par des maquis thermophiles à Ericacées, Myrte, *Lavandula stoechas*, ainsi que par des formations à Cistacées. En Méditerranée orientale les garrigues littorales sont plus fragmentaires et en mosaïque, très généralement remplacées en raison de la dégradation anthropique par des phryganas à *Sarcopoterium spinosum, Euphorbia acanthothamnos, Micromeria nervosa, Phlomis* spp., *Salvia* spp. A Chypre l'endémique *Ballota integrifolia* abonde dans ces formations (BARBERO et QUEZEL, 1979).

2. MESOMEDITERRANEEN

Dans toutes les îles méditerranéennes, à cet étage, les essences sclérophylles et les conifères dominent en règle générale, alors que dans les zones continentales les paysages sont plutôt structurés en mosaïque, et montrent une contribution notable de caducifoliés. Dans les îles, les plaines ont été mises en culture depuis très longtemps et les caducifoliés liés à des sols profonds sont rares : *Quercus pubescens* en Corse, Sardaigne, Sicile, *Quercus infectoria* à Chypre. Ce n'est qu'en Crète et dans certains secteurs seulement que des structures méso-méditerranéennes planitiaires à *Quercus brachyphylla* et à *Quercus macrolepis* sont encore conservées (BARBERO et QUEZEL, 1980).

Les forêts de Chênes sclérophylles sont dominées par *Quercus ilex* dans toutes les îles de Méditerranée occidentale avec une remarquable diversité structurale. Citons par exemple les associations suivantes :

- ***Cyclamino balearicae-Quercetum ilicis*** BOLOS et MOLINIER, 1958 aux Baléares.

- ***Galio scabri-Quercetum ilicis*** GAMISANS, 1988, en Corse.

- ***Teucrio siculi-Quercetum ilicis*** GENTILE, 1968 en Sicile.

- *Quercus ilex* s'associe également à *Celtis tournefortii* en Crète (BARBERO et QUEZEL, 1980) et son vicariant, *Celtis aetnensis* sur l'Etna (POLI et MAUGERI, 1974).

En Sardaigne et en Corse c'est le Chêne liège qui est dominant et qui individualise divers groupements proches du ***Quercion suberis*** LOISEL 1976.

En Méditerranée orientale une alliance endémique réunit les formations rélictuelles à Chêne vert de Crète : ***Cyclamino cretici-Quercion ilicis*** BARBERO et QUEZEL, 1980. Toutefois ce sont les formations du ***Quercion calliprinii*** ZOHARY 1962, à la fois continental et insulaire (Chypre - Crète), qui dominent sur calcaires compacts.

Sur roches vertes à Chypre, dans le massif du Troodos, on doit signaler l'alliance endémique ***Quercion alnifoliae*** BARBERO et QUEZEL, 1979, qui intègre également dans la région de Paphos les groupements relictuels de *Cedrus brevifolia.*

Les substrats marneux en Méditerranée orientale et notamment en Crète et à Chypre portent de belles forêts mélangées de conifères : *Pinus brutia, Juniperus lycia, Cupressus sempervirens*, où s'infiltrent de nombreuses espèces de phryganas et des préforestières caractérisant l'alliance ***Gonocytiso pterocladi-Pinion brutiae*** BARBERO, CHALABI, NAHAL et QUEZEL, 1977, s'intégrant aux ***Pistacio-Rhamnetalia*** et définie en particulier par ***Gonocytisus pterocladus, Teucrium creticum, Ebenus cretica, Linum aroanium, Hypericum russegeri.***

Les paysages de dégradation se rattachent au ***Rhamno lycioidis-Quercion cocciferae*** RIVAS-GODAY, 1964 en Méditerranée occidentale et à l'***Andrachno-Quercion cocciferae*** QUEZEL et BARBERO, 1985, en Méditerranée orientale. Leur régression conduit à des matorrals des ***Ononido-Rosmarinetea*** ou des ***Cisto-Lavanduletea*** en fonction des substrats à l'ouest alors qu'en Méditerranée orientale les structures de phryganas permettent d'individualiser quatre ensembles principaux (BARBERO et QUEZEL,

1989) et se rapportant aux ***Cisto-Micromerietea*** OBERDORFER, 1954, avec notamment :

* sur tous les types de substrats : *Cistus creticus, Micromeria nervosa, Dorycnium hirsutum, Fumana arabica, Calicotome villosa.*

* sur calcaires compacts : *Euphorbia acanthothamnos, Teucrium divaricatum, Salvia triloba, Satureia tymbra, Phlomis viscosa, Sarcopoterium spinosum, Globularia trichosancta.*

* sur marnes : *Erica manipuliflora, Tymbra spicata, Hypericum serpyllifolium, Coridothymus capitatus.*

* sur grès et flysch : *Genista acanthoclada, Cistus salviifolius.*

Les phryganas de Chypre sur roches vertes sont en outre enrichies par divers endémiques : *Salvia cypria, Scutellaria cypria, Teucrium kotschyanum*, illustrant une fois de plus le rôle de ce type de substrat dans les processus de la spéciation.

3. MEDITERRANEEN-SUPERIEUR

Il est représenté, surtout dans les grandes îles de Méditerranée orientale, par des formations extensives à sclérophylles et à conifères. En Méditerranée occidentale il est individualisé seulement sur les adrets en Corse et en Sicile.

Ses groupements caractéristiques sont en Corse :

- soit des chênaies vertes alticoles dans lesquelles se trouvent l'If, le Houx avec *Galium ellipticum* : ***Ilici-Quercetum ilicis*** GAMISANS, 1977. Ces peuplements connus depuis le Dryas ancien représentent sur cette île des vestiges de formations très dégradées par l'homme,

- soit des pinèdes de Pin laricio à *Galium ellipticum* fortement infiltrées d'*Erica arborea* et de Pin maritime, ***Galio-Pinetum laricionis ericetosum*** GAMISANS, 1977, et qui se développent entre 1.000 et 1.400 m. Leur dégradation conduit à des fruticées épineuses à *Berberis aetnensis, Rosa serafini, Genista lobelii, Thymus herba-barona.*

En Sicile, le schéma est quasiment analogue avec les Chênaies vertes à *Ilex aquifolium* (***Aceri campestris-Quercetum ilicis*** BRULLO, 1983). Ce niveau altitudinal fortement anthropisé porte également des fruticées à *Berberis aetnensis, Genista aetnensis, Astragalus sirinicus,* stades de dégradation des anciennes pinèdes de *Pinus laricio* var. *calabra* encore de belle venue sur l'Etna dans la région de Linguaglossa (BENEDETTO, POLI, TOMASELLI, 1963).

C'est surtout en Crète que l'étage méditerranéen supérieur est bien développé avec des formations à *Quercus calliprinos* fortement infiltrées de Cyprès (***Quercion-calliprini*** ZOHARY, 1979).

A Chypre sur les chaînes septentrionales de calcaires-marneux le Cyprès est dominant avec *Pistacia palaestina, Styrax officinalis* tandis que sur le Troodos, l'étage méditerranéen supérieur, sur roches vertes autour de 1.300-1.400 m, est occupé par *Quercus alnifolia* associé à *Acer obtusifolium* et *Quercus infectoria.*

Dans les îles juxta continentales de Grèce comme l'Eubée, Pin de Pallas et Sapin de Céphalonie représentent cet étage. Le Pin est toutefois absent de Céphalonie.

Les paysages de dégradation sont des fruticées à épineux (Corse, Sardaigne, Sicile) et des phryganas des ***Cisto-Micromerietea*** en Crète et à Chypre.

4. SUPRAMEDITERRANEEN

Les formations sylvatiques de cet étage appartiennent aux *Quercetea pubescentis* et caractérisent les îles de Méditerranée occidentale, en bioclimat humide froid essentiellement. Les espèces dominantes sont des Chênes caducifoliés associés de façon subordonnée à *Castanea sativa, Ostrya carpinifolia, Fraxinus ornus, Alnus cordata* et à des conifères : If, Pin noir.

Cet étage est fragmentairement représenté à Majorque par quelques peuplements vestigiaux de *Quercus faginea* succédant sur les plus hauts sommets aux Chênaies vertes du ***Cyclamino balearicae-Quercetum rotundifoliae*** (RIVAS-MARTINEZ et COSTA, 1987).

C'est en Corse que cet étage présente sa plus grande amplitude altitudinale avec une grande variabilité :

- Châtaigneraies du ***Digitalo-Castanetum*** GAMISANS (1975) 1977.

- Taxaies de la partie Nord orientale de l'île à *Ostrya carpinifolia* et Buis, (GAMISANS, 1977).

- Pinèdes mésothermophiles du ***Galio-Pinetum laricionis luzuletosum pedemontani***

(GAMISANS, 1977) particulièrement favorisées depuis l'Atlantique selon REILLE (1975), par le pâturage et les incendies pastoraux. Rappelons que ces formations caducifoliées se rattachent à l'alliance cyrno-sarde du ***Lathyrion veneti*** GAMISANS (1975) 1977.

- En Sardaigne les Chênaies pubescentes à Houx et *Acer opalus* encore peu connues floristiquement couronnent l'étage sylvatique dans la variante froide du bioclimat humide et se rapportent à cette même alliance.

- En Sicile il convient de rattacher à ce niveau les Pinèdes mésophiles de Pin noir à *Galium ellipticum* et *Adenocarpus bivonae* de Linguaglossa qui représentent les vestiges de formations autrefois étendues et que les éruptions volcaniques et l'exploitation ont considérablement réduites. Sont également à rapporter à cet étage les Chênaies pubescentes à *Acer opalus* et *Ilex aquifolium.*

5. MONTAGNARD-MEDITERRANEEN

En Corse il est dominé par les Pinèdes de Pin laricio à *Anthyllis hermaniae*, de large répartition sur les adrets de l'île. La Pinède est typiquement un ensemble préforestier où dominent les espèces des garrigues à épineux : *Carlina macrocephala, Anthyllis hermaniae, Astragalus genargenteus, Berberis aetnensis, Genista lobelii, Juniperus nana* (GAMISANS, 1991).

En Sicile, sur l'Etna, une situation comparable est observable pour quelques Pinèdes de Pin noir d'altitude où le bouleau *(Betula aetnensis)* joue le rôle de pionnier et au sein desquelles les fruticées montrent plusieurs espèces intéressantes (POLI-MARCHESE, 1982) : *Astragalus siculus, Rumex aetnensis, Senecio aetnensis, Juniperus hemisphaerica, Hypochaeris robertia, Genista aetnensis.* Dans cette île (GENTILE, 1982), le montagnard-méditerranéen humide froid est largement occupé sur les chaînes septentrionales et localement sur l'Etna par des formations à *Fagus silvatica* se rattachant au ***Geranio versicoloris-Fagion***, GENTILE 1969 : ***Anemono-Fagetum*** (GENTILE, 1969) BRULLO, 1983, voire à *Quercus petraea* à sous-bois de houx sur la Madonie ***(Ilici-Quercetum petraeae*** BRULLO et MARCENO, 1983). Il faut préciser que c'est dans l'ambiance de ces Hêtraies que sur la chaîne de Madonie se maintient l'îlot d'*Abies nebrodensis.*

En Sardaigne la partie correspondante à cet étage est très laminée et représentée par des fruticées à *Genista lobelii* subsp. *salzmanni, Helichrysum angustifolium* var. *italicum, Teucrium marum, Thymus herba-barona* de l'***Anthyllion hermaniae*** KLEIN, 1972 em. GAMISANS, 1977 et par des pelouses à *Festuca morisiana.*

De larges affinités existent entre les fruticées de Sardaigne et de Corse qui appartiennent à la classe des ***Carlinetea macrocephalae*** GAMISANS, 1977. Mais, si certaines espèces comme *Berberis aetnensis* et *Hypochoeris robertia* se retrouvent dans les fruticées de Sicile beaucoup d'autres y font défaut.

Sur cette île en effet la valeur syntaxinomique de ces formations reste discutée. Rappelons que PIGNATTI, NIMIS et AVANZANI (1980) les ont rapportées faute de mieux aux ***Erinacetalia*** QUEZEL 1953, position qui est à notre avis très discutable. Plus récemment BRULLO (1983), les rattachait à une classe endémique, celle des ***Cerastio-Carlinetea nebrodensis***, adoptant une solution identique à celle retenue en Corse par KLEIN (1972) et GAMISANS (1977).

L'étage montagnard-méditerranéen des îles de Méditerranée orientale présente de très nettes différences entre la Crète et Chypre alors que les affinités Corse-Sardaigne-Sicile demeurent évidentes tant au niveau forestier que des stades de dégradation.

En Crète c'est le Cyprès qui couronne l'étage sylvatique en organisant des groupements originaux se rapportant à une alliance endémique l'***Acero sempervirentis-Cupression sempervirentis*** BARBERO et QUEZEL, 1979, qui s'encarte dans les ***Pistacio-Rhamnetalia alaterni.*** Ces forêts offrent des espèces intéressantes comme l'endémique *Zelkova abelicea* et elles constituent d'importantes mosaïques avec les phryganas et les pelouses écorchées plutôt de type oro-méditerranéen (cf. infra).

A Chypre, par contre, les Pinèdes de Pin noir individualisent des structures sylvatiques culminales sur les ophiolithes du Troodos. Ces formations appartiennent à l'ordre des ***Querco pseudo-cerridis-Cedretalia libani*** BARBERO, LOISEL, QUEZEL, 1974, mais n'en individualisent pas moins une alliance endémique le ***Cephalorryncho cyprici-Pinion pallasianae*** BARBERO et QUEZEL, 1970. La dégradation de ces pinèdes est marquée par des Juniperaies sommitales à *Juniperus foetidissima* très riches en espèces endémiques.

6. ORO-MEDITERRANEEN

Cet étage situé ici en bioclimat humide très froid et extrêmement froid n'est, compte tenu des conditions écologiques et orographiques des îles,

représenté qu'en Sicile et en Crète. En Crète il couronne les trois grands massifs de l'île. Les paysages proches de phryganas montrent un mélange de chaméphytes non épineux : *Daphne oleoides, Prunus prostrata*, ou épineux : *Berberis cretica*, et de xérophytes épineux en coussinets : *Astragalus creticus, Astragalus angustifolius, Satureja spinosa, Verbascum spinosum*, parfois intégrés à une classe endémique : ***Satureietea spinosae*** ZAFFRAN, 1982, mais toutefois encore proches des groupements vicariants de hautes montagnes de Grèce méridionale se rattachant aux ***Daphno-Festucetea***, QUEZEL, 1964

En Sicile les peuplements de l'***Astragaletum siculi*** POLI, 1965, marquent entre 2.200 et 2.450 m le plancher d'un étage oro-méditerranéen peu développé.

7. LES ETAGES MONTAGNARD ET SUBALPIN DE TYPE EUROPEEN

Comme l'a déjà fait remarquer GAMISANS (1975, 1991) les formations forestières d'ubac ainsi que les brousses à *Alnus suaveolens*, doivent être rapportées tant pour des raisons écologiques que syntaxinomiques, à des étages de haute altitude qui ne s'intègrent plus dans les ensembles de végétation méditerranéens. La Corse paraît bien être la seule île répondant en Méditerranée à ce type de situation. En effet, les altitudes sont souvent trop basses notamment en Sardaigne et sur les Baléares, ou le climat estival est trop sec, comme en Crète et à Chypre, pour que puisse apparaître en situation zonale une végétation de type médio-européen. En Sicile, le volcanisme de l'Etna perturbe profondément la végétation à partir de 2.000-2.200 m, et sur les Nebrodes et la Madonie à l'étage montagnard méditerranéen, les hêtraies appartiennent encore à une alliance de type méditerranéen, le ***Geranio striati-Fagion silvaticae***.

S'intègrent en Corse à ce type de végétation, les hêtraies et sapinières du ***Fagion silvaticae*** et plus spécialement du ***Galio-Fagenion***, GAMISANS, 1979, situées essentiellement en ubac, mais aussi les aulnaies odorantes le plus souvent subalpines des ***Adenostyletalia (Alnetum suaveolentis*** LITARDIERE et MALCUIT, 1926), voire du ***Fagion silvaticae (Galio-Alnetum suaveolentis*** GAMISANS, 1989). Remarquons qu'à côté des structures à phanérophytes et nanophanérophytes évoquées ici s'individualisent également en Corse, diverses associations de pelouses et de pozzines subalpines et alpines (***Saginetea piliferae*** GAMISANS (1975) 1977 et ***Scheuchzerio-Caricetea nigrae*** HADAC (1962) 1967).

CONCLUSIONS

La variété des paysages forestiers entre les îles méditerranéennes occidentales et orientales mais aussi leurs différences, sont très remarquables. Leurs structures de végétation restent toutefois assez affines de celle des zones continentales proches.

Les formations de l'***Oleo-lentisque*** à Caroubier sont communes à toutes les îles, avec cependant des variations en fonction de la nature physique des substrats.

Par contre la dominance des formations à Chêne vert est une constante des Baléares à la Sicile, que ce soit pour les populations de type *rotundifolia* dominant aux Baléares ou celles de *Quercus ilex* type en Corse, Sardaigne, Sicile et plus fragmentairement en Crète. La présence de substrat primitif imposent tant en Corse qu'en Sardaigne, la mise en place de groupements à *Quercus suber* souvent associé à *Pinus pinaster* subsp. *hamiltonii*, mais avec une certaine diversité syntaxinomique compte tenu des usages des suberaies.

Par contre en Méditerranée orientale des structures originales marquent les paysages. Si par exemple le ***Quercion calliprini*** se retrouve en Crète et à Chypre sur calcaires, les forêts relictuelles de Chêne vert de Crète n'en individualisent pas moins une alliance particulière au même titre que celles à *Quercus alnifolia* de Chypre sur ophiolites.

Si les niveaux supraméditerranéens sont remarquables avec des ensembles originaux : Pinède de Pin laricio de Corse, Taxaies de Corse, Pinède à *Genista aetnensis* de Sicile, ce sont les étages méditerranéen-supérieur et surtout montagnard-méditerranéen qui sont de loin les plus diversifiés, avec deux alliances endémiques : en Crète et à Chypre.

Les essences forestières endémiques bien qu'importantes en nombre surtout en Sicile, et réunissant des éléments très archaïques *(Zelkova abelicea, Zelkova sicula, Rhamnus lojaconoi)* ne jouent pas un rôle paysager majeur à l'exception de *Quercus alnifolia* à Chypre où les contraintes édaphiques sur roches vertes éliminent *Quercus calliprinos*.

Soulignons au moins le rôle du massif de l'Etna, comme centre de différenciation de microendémiques : *Betula aetnensis, Celtis aetnensis*, alors que les autres endémiques siciliens hautement résiduels, se situent plutôt en ambiance perhumide sur la Madonie : *Abies*

nebrodensis et *Rhamnus lojacanoi* ou le Monte Lauro : *Zelkova sicula.*

En ce qui concerne les lisières altitudinales supérieures en conditions méditerranéennes, chaque île offre ses propres particularités : *Quercus rotundifolia* et *Quercus faginea* à Majorque, *Quercus pubescens* en Sardaigne, *Pinus laricio* var. *corsica* en Corse, *Fagus silvatica* et *Betula aetnensis* en Sicile, *Cupressus sempervirens* en Crète, *Pinus pallasiana* à Chypre.

Cette originalité des végétations forestières d'altitude est aussi confirmée par un pourcentage d'endémiques tant au niveau des strates arborées qu'herbacées, nettement plus élevé que dans les niveaux thermo voire mésoméditerranéens. C'est un fait méritant d'être souligné.

Enfin c'est également au niveau des groupements de dégradation que l'originalité des structures de végétation est affirmée : grande diversité floristique des phryganas des îles orientales comparativement aux maquis et garrigues des îles occidentales, extrême richesse en endémiques des fruticées montagnardes-méditerranéennes de l'ensemble Cyrno-Sarde, de Sicile et de Crète bien entendu, sans oublier Chypre où leur pourcentage dans les peuplements de Pin de Pallas dégradés sur ophiolites est singulièrement élevé.

BIBLIOGRAPHIE

ABI-SALEH B., BARBERO M., NAHAL I. et QUEZEL P., 1976 - Les séries forestières de végétation au Liban, essai d'interprétation schématique. Bull. Soc. Bot. Fr., 123 : 541-560.

AKMAN Y., BARBERO M. et QUEZEL P., 1979 - Contribution à l'étude de la végétation forestière d'Anatolie méditerranéenne. Phytocoenologia, 5 (1), 1-79 (2), 189-276 (3) : 277-346.

AKMAN Y., QUEZEL P., KETENOGLU O. et KURT I., 1993 - Analyse syntaxinomique des forêts de *Liquidambar orientalis* en Turquie. Ecologia Mediterranea, Marseille, 1/2 : 49-58.

BARBAGALLO C., BRULO S. et FAGOTTO F., 1979 - Boschi de *Quercus ilex* del territorio de Siracusa el principali aspetti di degradazione. Publ. Inst. Bot. Catania : 121 p.

BARBERO M., BONIN G., LOISEL R. et QUEZEL P., 1990 - Changes and disturbances of forest ecosystems caused by human activities in the western part of the mediterranean basin. Vegetatio, 87 : 151-173.

BARBERO M., CHALABI N., NAHAL I. et QUEZEL P., 1976 - Les formations à Conifères méditerranéens en Syrie littorale. Ecologia Mediterranea, Marseille, 2 : 87-99.

BARBERO M., LOISEL R. et QUEZEL P., 1974 - Problèmes posés par l'interprétation phytosociologique des ***Quercetea ilicis*** et des *Quercetea pubescentis*. Coll. C.N.R.S. «La flore du Bassin Méditerranéen», Montpellier, 235 : 481-497.

BARBERO M., LOISEL R. et QUEZEL P., 1990 - Les apports de la phytogéographie dans l'interprétation des changements et perturbations induits par l'homme sur les écosystèmes forestiers méditerranéens. Forêts méditerranéennes, XII : 194-215.

BARBERO M. et QUEZEL P., 1976 - Les groupements forestiers de Grèce centro-méridionale. Ecologia Mediterranea, Marseille, 2 : 1-86.

BARBERO M. et QUEZEL P., 1979 - Le problème des manteaux forestiers des ***Pistacio Rhamnetalia alaterni*** en Méditerranée Orientale. Coll. phytosociologiques, Lille, VIII : 9-20.

BARBERO M. et QUEZEL P., 1979 - Contribution à l'étude des groupements forestiers de Chypre. Docum. Phyto., Lille, IV : 9-34.

BARBERO M. et QUEZEL P., 1980 - La végétation forestière de Crète. Ecologia Mediterranea, Marseille, 5 : 175-210.

BARBERO M. et QUEZEL P., 1989 - Contribution à l'étude phytosociologique des matorrals de Méditerranée Orientale. Lazaroa, II : 37-60.

BARBERO M. et QUEZEL P., 1989 - Structures, architectures et prévention des incendies. Bull. d'Ecologie, 20, I.

BARTOLO G., BRULLO S., MINISSALE P. et SPAMPINATO G., 1985 - Osservazioni fitosociologiche sulle pinete a *Pinus halepensis* del bacino del fiume Tellaro (Sicilia sud-orientale). Bol. Acc. Gioenia Sc. Nat., Catania, 18, 325 : 255-270.

BARTOLO G., BRULLO S., MINISSALE P. & SPAMPINATO G., 1990 - Contributo alla

conoscenza dei boschi a *Quercus ilex* delle Sicilia. Acta Bot.

BENEDETTO G., Di POLI E. et TOMASELLI R., 1963 - Evoluzione delle vegetazione nel Pineta di Linguaglossa doppo incendio. Boll. Inst. Bot. Univ., Catania, III, 4 : 15-40.

BOLOS (De) et MOLINIER R., 1958 - Recherches phytosociologiques dans l'Ile de Majorque. Collect. Bot., Barcelone, 5 : 699-865.

BRULLO S., 1983 - Contributo alla conoscenza della vegetazione della Madonie (Sicile settentrionale). Bull. Acc. Gioenia, Sc. Nat., Catania, 10, 322 : 251-420.

De MARCO G., DINELLI A. et CANEVA G., 1985 - Analisi sintassinomica et fitogeografica comparata delle boscaglie a *Juniperus phoenicea* in Sardegna. Not. Soc. Ital. di Fitosociologia, 22 : 47 - 49.

Di PASQUALE G., GARFI G. et QUEZEL P., 1992 - Sur la présence d'un *Zelkova* nouveau en Sicile sud-orientale. Biocosme Méditerranéen, Nice, 8 (4)-9(I) : 401-409.

EMBERGER L., 1930 - Sur une formule climatique applicable en géographie botanique. C.R. Acad. Sc. 191 : 389-390.

FRENZEL B., 1980 - Passé et mise en place des structures de végétation méditerranéennes actuelles. Naturalia monspellensia, Actes Coll. Fond. EMBERGER : 197-201.

GAMISANS J., 1975 - La végétation des montagnes corses. Thèse de Doct. ès Sc., Marseille : 295 p.

GAMISANS J., 1977 - La végétation des montagnes corses. Phytocoenologia, II : 4 (1) : 35-131 ; III : 4 (2) : 133-179 ; IV : 4 (3) : 317-376.

GAMISANS J., 1991 - La végétation de la Corse, In : Compléments au Prodrome de la Flore Corse, JEANMONOD et BURDET Ed. Conserv. et Jardin Bot. de Genève, Annexe n° 2 : 391 p.

GENTILE S., 1969 - Sui faggeti dell'Italia meridionale. Atti Ist. Bot. Univ. Pavia s. 6, 5 : 206-307.

GENTILE S., 1982 - Zonation altitudinale de la végéttion en Italie méridionale et en Sicile (Etna exclu). Ecologia Mediterranea VIII, I/2 : 323-337.

GREUTER W., 1967 - Beiträge zur Flora des Südägäis, *Phoenix theophrasti* die wilde Dattelpalme Kretas. Bauhinia, 3 : 243-250.

GREUTER W., 1975 - Die Insel Creta - eine geobotanische skizze. Veroff. P. Geobot. Inst. Rübel, Zurich, 55 : 141-197.

JOFFRE R., 1987 - Contraintes du milieu et réponses de la végétation herbacée dans les dehesas de la Sierra Norte (Andalousie). Thèse Univ. Montpellier : 171 p.

KLEIN J.-C., 1972 - Le ***Genisto-Carlinetum macrocephalae*** ass. nov. et le ***Ligusticetum corsici*** ass. nov. du massif du Cinto. Vegetatio, 25 (2-5) : 311-333.

LOISEL R., 1976 - La végétation de l'étage méditerranéen dans le sud-est continental français. Thèse Doct. Univ. Aix-Marseille III : 384 p.

MARCENO G. et RAIMONDO F.-M., 1972 - Sulla presenza della *Quercus calliprinos* Webb. della Sicilia nord-occidentale. Giornale Botanico italiano, 106, 5 : 290-291.

MORANDINI R., 1969 - *Abies nebrodensis* (Lojac) Mattei. Publ. Inst. Sperim. Selvicoltura Arezzo : 68 p.

MEIKLE R.-D., 1977 - Flora of Cyprus. Royal Bot. Garden. Kew Edit., I : 832 p.

OBERDORFER E., 1954 - Nordägaische Kraut- und Zwergstrauchfluren im Verglaich mit den entsprechenden Vegetationseinheiten des westlichen Mittel meergebietes. Vegetatio, 5-6 : 88-96.

PIGNATTI E., NIMIS P. et AVANZINI A., 1980 - La vegetazione ad arbusti spinosi emisferici : Contributo alla interpretazione dalle fasce di vegetazione delle alte montagne dell'Italia mediterranea. C.N.R., AQ : 1-79, Roma.

POLI E., 1963 - La vegetazione altimonatane delle'Etna. Flora et Vegetatio Italica, 5 : 1-253.

POLI-MARCHESE E., 1982 - Zonation altitudinale de la végétation de l'Etna comparée avec celle d'autres volcans actifs. Ecologia Mediterranea, Marseille, VIII, 1/2 : 359-354.

POLI E. et MAUGERI G., 1974 - I boschi di Leccio del versante nord-occidentale del'Etna. Boll. Acad. Gioenia Sc. Nat. Catania, 4, 12 (5-6) : 714 p.

POLI-MARCHESE E. et LO GIUDICE R., 1988 - Contributo alla conoscenza della vegetazione a *Quercus cerris* dei Monti Nebrodi, Braun-Blanquetia, 2 : 153-164.

QUEZEL P., 1957 - Peuplement végétal des hautes montagnes de l'Afrique du Nord. P. Lechevalier Edit. Paris : 464 p.

QUEZEL P., 1964 - Végétation des hautes montagnes de la Grèce méridionale. Vegetatio, 12, 5-6 : 289-386.

QUEZEL P., 1974 - Les forêts du pourtour méditerranéen UNESCO. Programme Homme et Biosphère. Comm. Nat. Fr. MAB : 1-53.

QUEZEL P., 1981 - Floristic composition and phytocosiological structure of sclerophyllous matorral around the mediteranean type shrublands, Elsevier Ed., Amsterdam : 107-121.

QUEZEL P., 1988 - Esquisse phytogéographique de la végétation climacique potentielle des grandes îles méditerranéennes. Bull. Ecologie, T. 19, 2-3 : 121-127.

QUEZEL P. et BARBERO M., 1985 - Carte de la végétation potentielle de la région méditerranéenne. I : Méditerranée Orientale, Editions du CNRS, Paris, carte + notice : 69 p.

QUEZEL P., Di PASQUALE G. et GARFI G., 1993 - Découverte d'un *Zelkova* en Sicile sud-orientale. Incidences biogéographiques et historiques. C.R. Acad. Sc., Paris, 316, Série III : 21-26.

RAIMONDO F.-M., 1979 - *Rhamnus lojaconoi* nuova specie endemica della Sicilia. Giorn. Bot. Italiano, 113, 5-5 : 369-377.

REILLE M., 1975 - Contribution pollenanalytique à l'histoire de la végétation tardiglaciaire et holocène de la montagne corse. Thèse de Doct. d'Etat, Marseille : 206 p.

RIVAS-GODAY S., 1964 - Vegetacion y florula de la cuenca extremena del Guadiana. Publ. Dip. Prov. Badajoz : 777 p.

RIVAS-MARTINEZ S., 1975 - La vegetacion de la classe ***Quercetea ilicis*** en Espana y Portugal. Anal. Inst. Bot. Cavanilles, 31 (2) : 205-259.

RIVAS-MARTINEZ S., 1983 - Pisos bioclimaticos de Espana. Lazaroa, 5 : 33-43.

RIVAS-MARTINEZ S. et COSTA M., 1987 - Espana insular, I : Les Baleares, In : La vegetacion de Espana, Coleccion Aula Abierta, Univ. de Alcala : 544 p.

SAPORTA G. de, 1863 - Etudes sur la végétation du S-E de la France à l'époque Tertiaire. Ann. Sc. Nat., 4 (19) : 5-125.

VAN ZEIST W., 1980 - Aperçu sur la diffusion des végétaux cultivés en région méditerranéenne. Nat. Monspelliensia, Coll. Fond. EMBERGER : 129-145.

ZAFFRAN J., 1982 - Contribution à l'étude de la flore et de la végétation de la Crète. Publ. Univ. de Provence, Marseille : 147 p.

ZOHARY M., 1962 - Plant life of Palestine and Jordan, New-York, Ronald Press : 262 p.

ZOHARY M., 1973 - Geobotanical Foundations of the Middle East. Geobotanica Selecta, III, 6 Fischer Verlag, Stuttgart : 739 p.

ECOLOGIA MEDITERRANEA XXI (1/2) 1995 : 71-81

La connaissance et l'état de conservation de la flore en Sardaigne

Emanuele BOCCHIERI*

RÉSUMÉ

A partir du XVIIIème siècle, la flore de la Sardaigne a fait l'objet d'un intérêt croissant. Actuellement les études sur la flore ont progressé beaucoup et, selon les dernières données, la flore sarde comporterait 2.054 taxons. Concernant son état de conservation, on ne peut que constater qu'il n'existe aucune loi sur la protection de la flore. Les réserves marines et les parcs nationaux et régionaux, qui restent encore à créer, représentent la seule possibilité pour garantir la sauvegarde du milieu naturel en Sardaigne.

MOTS-CLES : Sardaigne, flore, sauvegarde

SUMMARY

Sardinia's botanic richness have been being studied since the 18th century. At present times, studies about flora are progressing a lot and, according to last datas, Sardinia's flora is constituted by 2.054 species. Regarding to the conservation state, one can affirm that no law concerning flora's protection is existing. Shore reserves, national and regional parks that could be created are the only possibility and opportunity to guarantee respect and safeguard of Sardinia's natural environment.

KEY WORDS : Sardinia, flora, safeguard

La Sardaigne (Ichnusa et Sandaliotis pour les Grecs, *Sardinia* pour les Romains) est, après la Sicile l'île la plus vaste et la plus peuplée de la Méditerranée. Elle se situe entre 41° 15' 42" (Punta Falcone) et 38° 51' 52" (Capo Teulada) de Latitude Nord, et entre 08° 08' 10" (Capo dell' Argentiera) et 09° 50' 08" (Capo Comino) de longitude par rapport au méridien de Greenwich. Si l'on inclut les îlots et les petites îles qui l'entourent, sa surface atteint 24.089 km^2, la longueur de ses côtes est de 1.849 km , la population résidente compte 1.664.373 habitants et pendant les mois d'été, on note la présence de 6.840.755 touristes (ISTAT, 1992).

On observe des formations attribuées à toutes les ères géologiques, mais l'ère paléozoïque montre la succession la plus complète en Italie. La Sardaigne fait partie intégrante du massif granitique corso-sarde. On peut affirmer que la Sardaigne a conservé une trace au moins de chaque période de l'histoire géologique (VARDABASSO, 1976). Soulignons que les premières recherches géologiques détaillées en Sardaigne, furent menées à terme par Alberto FERRERO DELLA MARMORA, à la même époque que MORIS, qui comme on le verra par la suite, s'occupait des recherches floristiques.

Le climat, qu'ARRIGONI (1968) a bien analysé est typiquement bisaisonnier avec une saison chaude-aride alternant avec une saison chaude-humide. La moyenne des températures relevées au niveau de la mer est de 17.2 °C alors que les précipitations moyennes évoluent autour de 780 mm. Cette valeur, sur la base de la classification de l'Organisation Météorologique Mondiale, ne permet pas d'inscrire la Sardaigne parmi les régions arides ou sub-arides (CABOI *et al.*, 1982).

*Istituto di Botanica e Orto Botanico
Viale Frà Ignazio da Laconi 13
09123 I-CAGLIARI

L'HISTOIRE

Les principales phases relatives à l'histoire de la flore de la Sardaigne peuvent être brièvement résumées comme suit. ALLIONI (1759) le premier, publia une liste de 130 plantes recueillies aux alentours de Cagliari ; pour rédiger cette liste, ce chercheur de Turin utilisa les *exsiccata* reçus par le médecin M. Antonio PLAZZA DA VILLAFRANCA.

Sous la direction de Carlo FELICE, la Botanique connut un nouvel essor. Carlo FELICE vers 1824, insista sur la nécessita d'explorer et de connaître l'état général de la végétation en Sardaigne (CASALIS, 1851). Giuseppe GIACINTO MORIS, professeur de clinique médicale fut appelé à remplir cette tâche et, pendant ses sept ans de séjour dans l'île, se consacra principalement aux études floristiques. C'étaient des années difficiles pour travailler en Sardaigne à la fois à cause du manque de routes et de l'insécurité qui régnait en ces lieux ; en effet MORIS ne visita pas toute l'île et bien des zones montagneuses, d'étangs et de marais ne furent pas explorées. Ces difficultés ne l'empêchèrent pas de publier les premiers résultats de ses recherches dans *Stirpium sardoarum elenchus* (1827-1829). Mais l'oeuvre la plus importante de ce grand chercheur reste *Flora Sardoa* (1837-1859), qui avait été publiée en 3 volumes et qui est malheureusement restée inachevée ; en effet le IV° volume consacré aux Monocotylédones et aux Ptéridophytes n'a jamais été publié. MORIS, qui décrivit une centaine de taxons, nous donne aussi de nombreuses informations sur la flore des petites îles sardes et, en particulier, des «îles intermédiaires», à savoir les îles italiennes qui se trouvent entre la Sardaigne et la Corse. Il nous indique aussi la présence de quelques plantes des îles rattachées à la Corse ; par exemple pour *Limonium articulatum* (Loisel.) O. Kuntze rapporte : «*in insulis Lavezzi, Budelli, aliisque Corsicam inter Sardiniam mediis*», alors que pour *Linaria alsinifolia* Spr. il rapporte : «*in parvis insulis inter Corsicam et Sardiniam*».

BARBEY (1884-1885), après avoir utilisé les contributions de ceux qui avaient étudié la flore sarde et consulté le volumineux herbier Moris, conservé à Turin (TO), publia le «Catalogue raisonné des végétaux observés dans l'île de Sardaigne» ; dans ce catalogue qui comprend 2.856 taxons (dont 1.837 *Cormophyta),* sont aussi inclus les Algues, les Lichens, les Bryophytes et les Champignons.

Après la parution de *Monocotyledones Sardoae* de MARTELLI (1896-1904), et les nombreuses contributions réalisées à la fois par des chercheurs des Universités de Cagliari, de Sassari et d'autres villes, on a pu établir un premier bilan de la flore sarde lors de la parution de Nuova Flora Analitica d'Italia (FIORI, 1923-1929) ; dans cette flore sont citées pour la Sardaigne 1.565 espèces qui, ajoutées à de nombreuses variétés, atteignent d'après SCHMID (1933) un chiffre total de 1.950 taxons.

La parution de *Flora Europaea* (TUTIN *et al.*, 1964-1980) représente un recensement supplémentaire pour la flore sarde ; d'après l'analyse de ces 5 volumes, on compte en Sardaigne 1.767 espèces ; d'après ARRIGONI (1980), ce nombre se situe bien au-dessous de la réalité floristique sarde. En effet, dans la Flora d'Italia (PIGNATTI, 1982), d'après l'inventaire réalisé par CAMARDA (1984), le nombre de taxons présents dans l'île atteint 2.013, valeur plus proche de la réalité.

Voilà, dans leurs grandes lignes, les différentes phases qui ont permis de définir d'une façon quantitative et qualitative la flore de la Sardaigne. Mais les recherches floristiques et systématiques n'ont jamais cessé ; l'identification d'espèces nouvelles et la révision de genres ou familles conduit à intégrer ou exclure certains taxons. Tout cela, ainsi que la mise au point de fiches des plantes endémiques de la Sardaigne (ARRIGONI *et al.*, 1977-1991), les nombreuses enquêtes floristiques réalisées par de nombreux chercheurs et les Contributions Floristiques, publiées par l'Informatore Botanico Italiano, nous permettent d'affirmer que la flore sarde est actuellement composée de 2.054 taxons, nombre destiné à varier à l'avenir, en fonction du développement des recherches.

Sur la base des observations ci-dessus, des données bibliographiques citées et de celles de FERRARINI *et al.* (1986) relatives aux Ptéridophytes, les 2.054 taxons de la flore vasculaire de la Sardaigne peuvent être répartis de la façon suivante :

	Pteridophyta	*Gymnospermae*	*Angiospermae*
N° Familles	17	4	114
N° Genres	23	5	667
N° Entités	50	13	1.991

En fonction de ces données, le spectre biologique de la flore sarde, qui reflète assez bien celui que CAMARDA (1984) a élaboré, est le suivant :

	P	Ch	H	G	T	Hy	Total
N°	179	168	577	248	821	63	2.054
%	8.8	8.1	28.1	12.1	39.9	3.0	100

Il s'agit donc d'un type de flore où les espèces annuelles dominent dans le contingent floristique ; cela montre le lien parfait existant entre la flore et le climat qui, étant caractérisé par des étés arides et des hivers doux et pluvieux, s'inscrit parfaitement dans le cadre du climat méditerranéen typique.

Même l'analyse chorologique nous montre que la flore sarde montre une considérable composante méditerranéenne ; les éléments méditerranéens, qui comprennent aussi les espèces endémiques, constituent en effet, plus de 50% du contingent floristique sarde.

D'après ARRIGONI (1980), il est possible, sur la base des connaissances de la flore sarde, de définir à terme une phytochorologie du territoire sarde afin d'en repérer les subdivisions floristiques ; celles-ci dans le cadre du domaine corso-sarde, sont constitués par trois sous-secteurs (Tableau 1).

Tableau 1
Districts floristiques de la Sardaigne
(ARRIGONI, 1980)

1 Sous-secteur des montagnes calcaires de la Sardaigne centre orientale :
- a) District nord est
- b) District des «tacchi»

2 Sous secteur des montagnes siliceuses :
- a) District du Gennargentu
- b) District du Limbara et des montagnes du Marghine
- c) District du Sulcis

3 Sous-secteur côtier et des collines :
- a) District siliceux
- b) District nord occidental
- c) District du Campidano
- d) District sud occidental

En fonction des subdivisions floristiques proposées par ARRIGONI, nous allons voir à présent quels sont les territoires de la Sardaigne qui ont été le mieux explorés d'un point de vue floristique (figure 1). Pour réaliser cette figure ont été pris en considération les travaux les plus importants concernant la flore, mais aussi l'ethnobotanique, la végétation ainsi que des listes floristiques. Les études sur la végétation portent en effet des informations taxonomiques indirectes. Dans «l'Appendice Bibliographique» cité à la fin de cet article, sont indiquées les principales données bibliographiques se référant aux 9 zones identifiées.

Si l'on observe la figure 1 et la bibliographie relative, on peut remarquer que les connaissances floristiques, -bien plus avancées que ce que FILIPPELLO (1977) a indiqué-, sont assez détaillées sur la côte, sur les petites îles et sur les étangs côtiers. Quant aux vastes zones de l'intérieur de l'île, elles doivent au contraire, être encore explorées et ont besoin d'approfondissements supplémentaires afin d'achever l'exploration floristique sarde. D'après ARRIGONI (1986), l'exploration floristique est terminée et la variation quantitative des taxons sardes dépendra de la révision biosystématique des éléments floristiques sardes. ARRIGONI affirme que cette révision est de mise si l'on veut réaliser une Flore, puisque celle-ci ne doit pas seulement permettre l'identification des différentes espèces, mais elle doit aussi assurer la compréhension du comportement biologique et des tendances évolutives. Une telle recherche s'impose pour certains groupes systématiques, notamment le genre *Limonium*, qui présente des difficultés d'interprétation au niveau morphologique. C'est en effet au moyen de concepts génétiques et de recherches caryologiques que ARRIGONI et DIANA CORRIAS (ARRIGONI *et al.*, 1977-1991) ont défini la distribution et le comportement de ce genre en Sardaigne. Pourtant les enquêtes sur la flore doivent continuer, car la recherche biosystématique a besoin de l'exploration floristique et vice-versa. En outre l'exploration floristique dans des territoires déjà connus permet d'apprécier les variations de la composante floristique tant au niveau quantitatif qu'au niveau qualitatif ; tout cela permet ainsi d'identifier les espèces les plus vulnérables et d'oeuvrer pour que la sauvegarde et la gestion du territoire soit possible (BOCCHIERI, 1986 ; BOCCHIERI e TORRE, 1990).

Pour conclure, en ce qui concerne la rédaction d'une flore sarde, une première indication avait été fournie à Iraklion (22.09.1975) par ARRIGONI à l'occasion du congrès OPTIMA. Ce chercheur, grand spécialiste de la Sardaigne, possède déjà une grande quantité de matériel qui devrait lui permettre, de publier cette flore dans des délais raisonnables.

ETAT DE CONSERVATION

La Sardaigne, jusqu'à présent, est l'une

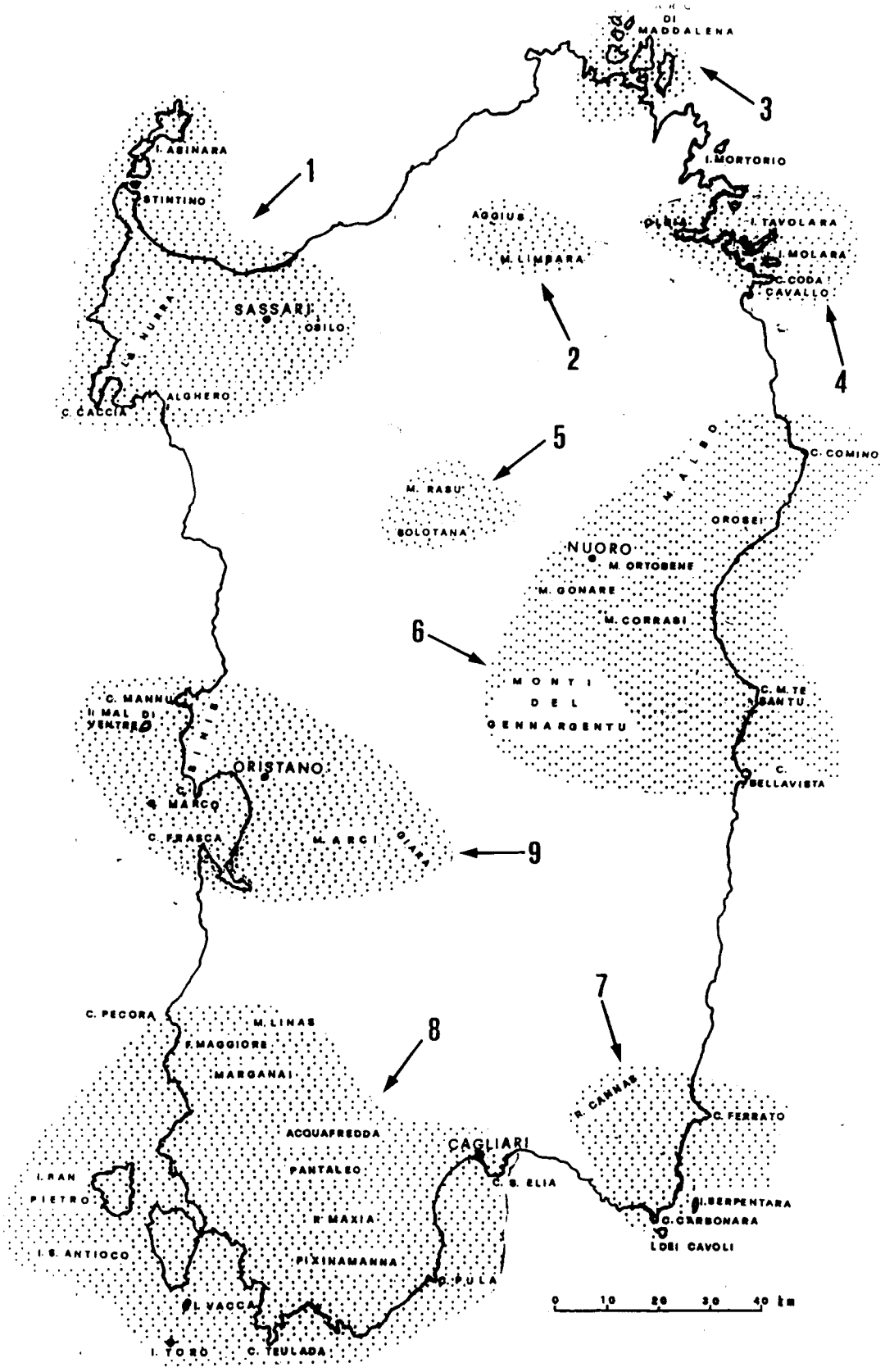


Figure 1.- Zones floristiques les mieux connues de la Sardaigne

des rares régions d'Italie où il n'existe aucune loi sur la flore, ni au niveau de sauvegarde absolue ni au niveau de la réglementation des prélèvements ; c'est une grave lacune d'autant plus que la loi n° 984 du 27.12.1977 oblige les régions à légiférer dans ce domaine, dans les délais les plus brefs.

C'est une loi dont la Sardaigne a besoin car les perturbations du milieu et les dégradations dûes aux activités humaines (en particulier à l'agriculture, l'industrie et le tourisme), menacent en permanence la survie de nombreuses espèces et associations végétales. Les modifications du paysage végétal concernent autant les côtes que les zones internes : les côtes témoignent du développement industriel et touristique, alors que les zones internes témoignent d'une exploitation agricole intensive du territoire. Ces dégradations provoquent la diminution des populations des espèces (et par conséquent la diminution de la compétitivité), le fractionnement des associations végétales et, comme PIGNATTI l'a souligné dans de nombreux rapports, l'augmentation d'un certain état de désordre et d'instabilité qui s'intègrent dans la notion «d'entropie végétale». Si l'on considère, en outre, que même en Sardaigne, on assiste à une diminution générale de la couverture végétale causée à la fois par les incendies et par l'érosion liée aux eaux météoriques, on comprend bien qu'il est nécessaire que l'administration régionale de la Sardaigne mette en place de toute urgence une loi sur la sauvegarde de la flore qui prévoyant, en particulier, la création de zones protégées.

Différents auteurs ont élaboré des listes plus ou moins détaillées de taxons rares ou menacés de disparition (ARRIGONI, 1974 ; CORRIAS e DIANA CORRIAS, 1980 ; RAIMONDO, 1981). Ces listes, ainsi que des nouvelles observations, soulignent le fait que, dans le cadre de la flore sarde, il existe des espèces extrêmement rares que l'on doit considérer comme en danger de disparition. Cette situation tient à deux causes principales. La première réside dans la présence de stérilité liée à l'absence de recombinaison génique ; dans un tel cas, comme par exemple dans *Lamyropsis microcephala* (Moris) Dittrich *et* Greuter et *Ribes sardoum* Martelli, la survie est liée uniquement à l'existence de formes de reproduction végétative. La deuxième, la plus générale, et qui pourrait être sans aucun doute évitée, est de nature humaine. Ce sont en effet, les habitats urbains, les améliorations agricoles et les transformations des pâturages, l'extension des bâtiments, les activités industrielles, les exercices militaires, le tourisme excessif et mal réglementé qui, en modifiant et en transformant le milieu originel, peuvent déterminer la disparition de taxons endémiques à distribution limitée telles que *Astragalus maritimus* Moris, *Asperula deficiens* Viv., *Anchusa undulata* L. subsp. *capellii* (Moris) Valsecchi, *Silene valsecchiae* Bocchieri, *Silene martinolii* Bocchieri *et* Mulas etc. Par conséquent, la promulgation d'une loi appropriée ne devrait pas seulement viser à sauvegarder chaque plante, mais aussi tout l'environnement dans lequel elle naît, se développe et se reproduit. L'institution de biotopes et de zones protégées est aujourd'hui plus que jamais indispensable afin de protéger le milieu. Dans le cadre de ces réserves, le patrimoine naturel sera géré et utilisé de façon plus rationnelle. Voilà ce qui est proposé pour la loi prévoyant la création de parcs régionaux de la Sardaigne (Tableau 2).

Tableau 2
Parcs régionaux sardes dont la création est prévue

Dénomination	Municipalité (n°)	Superficie (ha)	Périmètre (Km)
Limbara	4	19.833	75.10
Monte Linas	5	22.220	84.27
Marghine-Goceano	14	36.782	130.57
Sinis-Montiferru	12	42.664	156.34
Monte Arci	11	13.560	70.50
Giara	14	12.102	77.04
Sette Fratelli-M. Genis	9	58.456	149.84
Sulcis	6	68.868	170.41

Malheureusement, la constitution et la réalisation de ces parcs n'est pas simple. Suite à la présentation du projet du parc du Gennargentu en 1966, on assista à la ferme opposition de beaucoup de municipalités, opposition qui reste encore aujourd'hui active. Cela rend conscient des difficultés rencontrées au moment où l'on doit faire comprendre aux populations intéressées la nécessité et l'urgence de gérer le milieu d'une façon rationnelle. Les erreurs antérieures pourront aider considérablement à présenter les plans de faisabilité et de gestion des futurs parcs aux municipalités locales.

Mais la Sardaigne est aussi intéressée à la constitution de parcs internationaux (Bouche de Bonifacio), nationaux (Archipel de La Maddalena, Gennargentu et île de l'Asinara), de réserves marines (Tavolara-Capo Coda Cavallo ; Golfo di Orosei-Capo Monte Santu ; Capo Caccia-isola Piana ; penisola del Sinis-isola di Mal di Ventre) qui avec les diverses zones à protéger en tant que réserves ou monuments naturels, permettraient dans l'ensemble de sauvegarder et protéger plus de 10% de la surface totale. Il s'agit donc d'une superficie assez significative étant donné qu'actuellement en Sardaigne, à l'exception de quelques zones gérées par des sociétés intéressées à la sauvegarde du milieu, le seul territoire effectivement protégé est celui de l'île de Caprera qui, par le D.M. du 8.8.1980, a été déclaré «Réserve Naturelle Orientée».

Pour conclure ce compte-rendu, il est nécessaire de rappeler que le milieu naturel est un élément irremplaçable dans lequel la personnalité et la dignité humaine se développent. L'homme n'a aucun droit de violer les lois de la nature et ses équilibres complexes. Il doit au contraire intervenir pour les défendre, mais aussi pour s'en servir en les utilisant pour assurer sa subsistance. Ce dernier point est d'une importance extrême au moment où l'économie fondée sur la petite et grande industrie nous montre sa faiblesse face aux lois du marché ; des investissements écocompatibles pourront créer des postes de travail qui seront, sans aucun doute, garants de l'avenir.

BIBLIOGRAPHIE

ALLIONI C., 1759 - Fasciculus stirpium Sardiniae in Diocoesi Calaris lectarum a M.A. Plazza Chirurgo Taurinensis. Misc. Philos. Math. Soc. Privatae Taurinensis, 1 : 88-103.

ARRIGONI P.V., 1974 - I tipi di vegetazione e le entità floristiche in pericolo di estinzione nella Sardegna centrale. Biol. Contemp., 3 : 97-104.

ARRIGONI P.V., 1980 - Aspetti corologici della flora sarda. Lav. Soc. Ital. Biogeogr., 8 : 81-109. (Publié le 30.12.1983).

ARRIGONI P.V :, 1986 - Studi e ricerche sulla flora e sulla vegetazione della Sardegna. Premio Lamarmora, Cagliari.

ARRIGONI P.V. *et al.*, 1977-1991 - Le piante endemiche della Sardegna. Boll. Soc. Sarda Sci. Nat., 16-28.

BARBEY W., 1884-1885 - Florae Sardoae Compendium. Bridel, Lausanne.

BOCCHIERI E., 1986 - Importanza degli ambienti microinsulari nel contesto della salvaguardia della flora costiera della Sardegna. Boll. Mus. Ist. Biol. Univ. Genova, 52 (suppl.), 383-387.

BOCCHIERI E., TORRE A., 1990 - Problemi di conservazione e gestione delle isole circumsarde. Simp. Internaz. sulla Conserv. e Gest. degli Ecosist. Cost. e Insul. del Mediterraneo. Alghero, 27-30 Settembre 1990.

CABOI R. *et al.*, 1982 - Le acque fredde della Sardegna. Lineamenti idrogeologici e idrogeochimici. En : Ricerche Geotermiche in Sardegna : 25-55. C.N.R., Roma.

CAMARDA I., 1984 - Studi sulla flora e sulla vegetazione di Monte Albo (Sardegna centro-orientale). 1. La Flora. Webbia, 37(2) : 283-327.

CASALIS G., 1851 - Dizionario geografico, storico, statistico, commerciale degli Stati di S.M. il Re di Sardegna. Maspero e Marzorati, Torino.

CORRIAS B., DIANA CORRIAS S., 1980 - Piante rare in Sardegna. Considerazioni fitogeografiche e problemi connessi con la loro salvaguardia. Lav. Soc. Ital. Biogeogr., 8 : 199-211. (Publié le 30.12.1983).

FERRARINI E., CIAMPOLINI F., PICHI SERMOLLI R.E.G., MARCHETTI D., 1986 - Iconographia Palynologica Pteridophytorum Italiae - Webbia, 40(3) : 1-202.

FILIPPELLO S., 1977 - Carta delle conoscenze floristiche d'Italia. Infor. Bot. Ital., 9(3) : 281-284.

FIORI A., 1923-1929 - Nuova Flora Analitica d'Italia. 1-2. Ricci, Firenze.

ISTAT, 1992 - Compendio Statistico Italiano. System Data Computer, Roma.

MARTELLI U., 1896-1904. Monocotyledones Sardoae. 1-2, Niccolai, Firenze ; 3, Cappelli, Rocca S. Casciano.

MORIS G.G., 1827-1829 - Stirpium sardoarum elenchus, 1 : 1-55, [1827] ; 2 : 1-12, [1827], Ex typ. reg., Carali. 3 : 1-26, [1829]. Appendix ad elenchum stirpium sardoarum, 1-2, [1828], Chirio e Mina, Torino.

MORIS G.G., 1837-1859 - Flora Sardoa. 1-3. Reg. Tip., Torino.

PIGNATTI S., 1982 - Flora d'Italia. 1-3. Edagricole, Bologna.

RAIMONDO F.M., 1981 - Specie della flora italiana accantonate in biotopi in pericolo. C.N.R. Programma finalizzato - Roma, AC/ 1109, 103.125.

SCHMID E., 1933 - Beiträge zur Flora der Insel Sardinien. Mitt. Bot. Mus. Univ. Zürich, 146 : 232-255.

TUTIN T.G. *et al.* (Eds.), 1964-1980 - Flora Europaea. 1-5. Cambridge University Press.

VARDABASSO S., 1976 - Lineamenti geologici della Sardegna. Ed. Fossataro, Cagliari.

APPENDICE BIBLIOGRAPHIQUE (LES NOMBRES SE REFERENT AUX ZONES INDIQUEES DANS LA FIGURE 1)

[1]
ATZEI A.D., DEASICH CAMPAZZI L., 1988 - Florula officinale della bassa valle del Bunnari (Sardegna settentrionale). Boll. Soc. Sarda Sci. Nat., 26 : 209-288.

BALLERO M., CHIAPPINI M., SECHI P., 1988 - Ricerche sulla flora di Monte Santo (Sardegna settentrionale). Webbia 42(1) : 57-75.

BOCCHIERI E., 1988 - L'isola Asinara (Sardegna nord occidentale) e la sua flora. Webbia, 42(2) : 227-268.

CAMARDA I., ACHENZA A.L., SATTA V., 1993 - Analisi della dendroflora di alcune aree della città di Sassari. Inform. Bot. Ital., in press.

CAMARDA I., DETTORI M., SATTA V., 1993 - La flora urbana della città di Sassari. Inform. Bot. Ital., in press.

CHIAPPINI M., 1962 - Ricerche sulla vegetazione littorale della Sardegna. I : Coste arenose dalla Torre di Abbacurrente a Maritza (Sardegna settentrionale). Webbia, 17 : 85-152.

CHIAPPINI M., 1962 - Ricerche sulla vegetazione littorale della Sardegna. II : Vegetazione dello Stagno di Platamona (Sardegna settentrionale). Webbia, 17 : 269-298.

CHIAPPINI M., 1962 - Ricerche sulla vegetazione littorale della Sardegna. III : Vegetazione dello Stagno di Genano (Porto Torres). Studi Sassaresi, Sez. 3, Ann. Fac. Agr. Univ. Sassari, 10 : 137-148.

DESOLE L., 1945 - Studio floristico e fitogeografico delle piccole isole della Sardegna nord occidentale. Prima nota : l'isola Piana. Studi Sassaresi, Sez. 2, 23 : 94-109.

DESOLE L., 1954 - Studio floristico e fitogeografico delle piccole isole della Sardegna nord occidentale. Seconda nota : isola Rossa (Aggius) ; isola dei Porri (Stintino) ; isola Foradada (Alghero). Nuovo Giorn. Bot. Ital., n.s., 61 : 290-326.

DESOLE L., 1956 - Nuove stazioni e distribuzione geografica della *Centaurea horrida* Bad. Webbia, 12(1) : 251-324.

DESOLE L., 1959 - Presenza di *Nananthea perpusilla* DC. nella penisola di Stintino (Sardegna). Webbia, 15(1) : 111-139.

GIAU M., 1986 - Indagine floristica e vegetazionale sullo stagno di Platamona (Sardegna Nord occidentale). Boll. Soc. Sarda Sci. Nat., 25 : 97-123.

NANNETTI A., 1914 - La flora di Osilo. Bull. Ist. Bot. R. Univ. Sassari, 2, Mem. 1.

NEGODI G., 1926 - La flora dell'isola Asinara. Arch. Bot. Biogeogr. Ital., 2(1) : 35-44 ; 2(2-3) : 107-119.

NEGODI G., 1927 - La flora dell'isola Asinara. Enumerazione delle specie finora raccolte. Arch. Bot. Biogeogr. Ital., 3 : 71-82.

NICOTRA L., 1906 - Una visita botanica all'Asinara. Malpighia, 20 : 284-289.

VALSECCHI F., 1964 - Ricerche sulla vegetazione littorale della Sardegna : IV. La

vegetazione dello stagno di Calich (Sardegna Nord occidentale) Ann. Bot. (Roma), 28 : 157-218.

VALSECCHI F.,1964 - Il componente endemico della penisola di Capo Caccia (Sardegna Nord occidentale). Giorn. Bot. Ital., 71 : 137-144.

VALSECCHI F., 1966 - Ricerche sulla vegetazione littorale della Sardegna. V. Flora e vegetazione del promontorio di Capo Caccia (Sardegna Nord occidentale). Arch. Bot. Biogeogr. Ital., 42 : 14-45.

VALSECCHI F., 1976 - Sui principali aspetti della vegetazione costiera della Nurra Nord occidentale (Sardegna settentrionale). Giorn. Bot. Ital., 110(1-2) : 21-63.

[2]
PIETRACAPRINA A., VALSECCHI F., 1966 - Vegetazione e morfologia della piana dei «Grandi Sassi» di Aggius (Sardegna). Studi Sassaresi, Sez. 3, Ann. Fac. Agr. Univ. Sassari, 14(2) : 339-352.

VERI L., BRUNO F., 1975 - La flora del Massiccio del Limbara (Gallura meridionale). Ann. Bot. (Roma), 33 : 83-139.

[3]
BAGELLA S., 1985 - Indagini floristiche e fenologiche sulle coste settentrionali della Sardegna : la spiaggia del Liscia. Boll. Soc. Sarda Sci. Nat., 24 : 171-206.

BOCCHIERI E., 1992 - Flora of the small islands of the Archipelago of Maddalena (north-eastern Sardinia) and floristic contributions regarding some of the mains islands of the Archipelago. Fl. Medit., 2 : 33-64.

CESARACCIO G., LANZA B., RICCERI C., 1984 - Riconferma di *Silene velutina* Pourret per la flora italiana e contributi floristici per l'Arcipelago della Maddalena. Inform. Bot. Ital., 16 : 197-199.

DESOLE L., 1961 - Ricerche sull'Arcipelago de La Maddalena. Bull. Soc. Geogr. Ital., 25 : 89-186.

FILIGHEDDU R., VALSECCHI F., 1992 - Osservazioni su alcune associazioni psammofile nella Sardegna settentrionale. Not. Phytosoc., 19 : 159-181.

GENNARI P., 1870 - Florula di Caprera. Nuovo Giorn. Bot. Ital., n.s., 2 : 90-145.

VACCARI A., 1894 - Flora dell'Arcipelago di Maddalena (Sardegna). Malpighia, 8 : 227-277.

VACCARI A., 1896 - Supplemento alla Flora dell'Arcipelago di Maddalena (Sardegna). Malpighia, 10 : 521-534.

VACCARI A., 1899 - Secondo supplemento alla Flora dell'Arcipelago di Maddalena e indice alfabetico generale. Malpighia, 13 : 200-210.

VACCARI A., 1908 - Aggiunte alla Flora dell'Arcipelago di Maddalena (Sardegna). Malpighia, 22 : 15-24.

VACCARI A., 1928 - Nuove aggiunte alla Flora dell'Arcipelago di Maddalena e contributo alla Flora di alcune isole adiacenti alla Sardegna. Atti Soc. Nat. Mat. Modena, Ser. 6, 7 : 31-46.

[4]
BEGUINOT A., 1929 - Rilievo floristico e fitogeografico di alcune piccole isole della Sardegna nord orientale. Arch. Bot. Biogeogr. Ital., 5 : 79-93.

BEGUINOT A. e VACCARI A., 1927 - Le piante vascolari sinora note per l'isola Tavolara e considerazioni fitogeografiche sulle stesse. Arch. Bot. Biogeogr. Ital., 3 : 269-290.

BEGUINOT A. e VACCARI A., 1929 - Le piante vascolari sinora note per l'isola Tavolara e considerazioni fitogeografiche sulle stesse (continuazione e fine). Arch. Bot. Biogeogr. Ital., 5 : 46-78.

BOCCHIERI E., 1990 - La flora delle isole Fico, Porri e Topi (Sardegna nord orientale). Boll. Soc. Sarda Sci. Nat., 27 : 237-244.

BOCCHIERI E., 1991 - La flora delle isole dei Poveri (Sardegna nord orientale) e osservazioni sulla competitività di qualche specie. Boll. Soc. Sarda Sci. Nat., 28 : 191-199.

BOCCHIERI E., 1992 - The flora of the island of Reulino (Sardinia, Italy). Willdenowia, 22 : 55-63.

BOCCHIERI E., 1992 - L'isola Cavalli (Sardegna NE) e la sua flora. Rend. Sem. Fac. Sci. Univ. Cagliari, 62(2) : 121-138.

BOCCHIERI E., 1992 - The flora of the island Piana (Sardinia, Italy). Giorn. Bot. Ital., 126(5) : 595-613.

BOCCHIERI E., 1993 - La flora dell'isola dei

Garofani (Sardegna nord orientale) e osservazioni sulla distribuzione delle specie in alcune categorie sistematiche. Boll. Soc. Sarda Sci. Nat., 29 : 235-243.

DESOLE L., 1960 - Flora e vegetazione dell'isola Tavolara. Webbia, 15(2) : 461-587.

LORENZONI G.G., 1970 - Alcune erborizzazioni sullo scoglio di Molarotto (Sardegna nord orientale). Inform. Bot. Ital., 2(2) : 71-73.

PICCI V., 1972 - Contributo alla conoscenza della flora e della vegetazione delle isole della costa nord-orientale della Sardegna. 1° L'Isola di Molara - Parte I. Arch. Bot. Biogeogr. Ital., 48 : 31-64.

VALSECCHI F., DIANA CORRIAS S., 1973 - La vegetazione degli stagni di Olbia (Sardegna nord orientale). Giorn. Bot. Ital., 107(5) : 223-242.

[5]

CHIAPPINI M., 1984 - Contributo alla conoscenza floristica del territorio di Bolotana (Sardegna centrale). Rend. Sem. Fac. Sci. Univ. Cagliari, 54(1) : 217-235.

FALCHI F., 1980 - La flora del territorio di Bolotana. Quad. Bolotanesi, 6 : 83-104.

[6]

ARRIGONI P.V., 1986 - Contributo alla conoscenza della vegetazione del Monte Gennargentu, in Sardegna. Boll. Soc. Sarda Sci. Nat., 25 : 63-96.

ARRIGONI P.V., DI TOMMASO P.L., 1991 - La vegetazione delle montagne calcaree della Sardegna centro-orientale. Boll. Soc. Sarda Sci. Nat., 28 : 201-310.

ARRIGONI P.V., DI TOMMASO P.L., MELE A., 1985 - Le leccete delle montagne calcaree centro orientali della Sardegna. Not. Fitosoc., 22 : 49-58.

BOCCHIERI E., 1990 - Research on the flora and vegetable landscape of Capo Bellavista (central eastern Sardinia). Centro, in press.

BOCCHIERI E., MOSSA L., 1986 - La flora dell'isola dell'Ogliastra (Sardegna centro orientale). Boll. Soc. Sarda Sci. Nat., 25 : 125-142.

CAMARDA I., 1984 - Studi sulla flora e sulla vegetazione del Monte Albo (Sardegna centro orientale). 1. La Flora. Webbia, 37(1) : 283-327.

CAMARDA I., 1984 - Studi sulla flora e sulla vegetazione del Monte Gonare (Sardegna centrale). I : La Flora. Boll. Soc. Sarda Sci. Nat., 23 : 173-211.

CAMARDA I., 1990 - Ricerche etnobotaniche nel comune di Dorgali (Sardegna centro orientale). Boll. Soc. Sarda Sci. Nat., 27 : 147-204.

CHIAPPINI M., 1977 - Aspetti geobotanici del Supramonte di Orgosolo. Coll. Verde, Min. Agr. e For., 46 : 189-198.

DESOLE L., 1971 - Distribuzione geografica del genere *Ephedra* in Sardegna : *Ephedra nebrodensis* Tin. (Dai Monti di Oliena al Monte Gonare). Arch. Bot. Biogeogr. Ital., 47 : 29-56.

MARTINOLI G., 1951 - Profilo fitogeografico del Monte Scova del Gruppo del Gennargentu. Rend. Sem. Fac. Sci. Univ. Cagliari, 21 : 72-102.

MARTINOLI G., 1956 - Contributo allo studio della vegetazione dei calcari dolomitico-giurassici della Sardegna. Vegetazione del «Texile» di Aritzo e «Toneri» di Belvì (Sardegna centrale). Nuovo Giorn. Bot. Ital., n.s., 63 : 1-19.

MARTINOLI G., PIRODDI M., 1956 - Flora e vegetazione del Monte Tuttavista (Golfo di Orosei, Sardegna centro orientale). Webbia, 12 : 147-178.

ROVINETTI F., 1957 - Profilo fitogeografico del Monte Ortobene. Nuovo Giorn. Bot. Ital., n.s., 64 : 431-454.

WIKUS PIGNATTI E., PIGNATTI S., 1974 - Osservazioni fitosociologiche sulla vegetazione rupestre delle montagne silicee in Sardegna. Boll. Soc. Sarda Sci. Nat., 14 : 19-30.

[7]

BALLERO M., 1988 - La flora di Capo Ferrato (Sardegna sud orientale). Boll. Soc. Sarda Sci. Nat., 26 : 187-207.

BALLERO M., 1988 - La flora presente lungo i corsi d'acqua del bacino idrografico del Rio Cannas (Sardegna sud-orientale). Webbia, 42(2) : 269-284.

BIONDI E., BOCCHIERI E., BRUGIAPAGLIA E., MULAS B., 1993 - La vegetazione dell'isola di Serpentara (Sardegna sud orientale). Boll. Soc. Sarda Sci. Nat., 29 : 115-130.

BOCCHIERI E., 1992 - The flora of Serpentara island (Southern Sardinia) : phytogeografic relevance and conservational requirements. Colloq. Phytosoc., 19 : 233-250.

CAMARDA I., BALLERO M., 1981 - Studi sulla flora e la vegetazione di Capo Carbonara (Sardegna meridionale). I : La Flora. Boll. Soc. Sarda Sci. Nat., 20 : 157-185.

MOSSA L., FOGU M.C., 1987 - La vegetazione dell'isola dei Cavoli. Ann. Bot. (Roma), Studi sul Territorio, 45(suppl. 5) : 133-144.

MOSSA L., TAMPONI G., 1978 - La flora e la vegetazione dell'isola dei Cavoli (Sardegna Sud Orientale). Rend. Sem. Fac. Sci. Univ. Cagliari, 48(3-4) : 433-463.

ORTU M., MARCHIONI ORTU A., 1989 - La flora di Cala Ginepro. (Sardegna meridionale). Colloq. Phytosoc., 19 : 275-294.

[8]
ANGIOLINO C., CHIAPPINI M., 1983 - La flora del Monte Linas (Sardegna sud occidentale). Morisia, 5 : 3-56.

ARRIGONI P.V., La flora e la vegetazione della foresta di Pixinamanna (Sardegna meridionale). Webbia, 19(1) : 349-354.

BALLERO M., ANGIOLINO C., 1991 - La flora del Massiccio del Marganai (Sardegna sud occidentale). Webbia, 46(1) : 81-106.

BALLERO M., BOCCHIERI E., 1987 - La flora di Capo Teulada (Sardegna sud occidentale). Webbia, 41(1) : 167-187.

BIONDI E., MOSSA L., 1993 - Flora e vegetazione della città di Cagliari. Inform. Bot. Ital., in press.

BOCCHIERI E., 1983 - La flora dell'isola di Tuarredda (Sardegna meridionale). Rend. Sem. Fac. Sci. Univ. Cagliari, 53(1) : 113-127.

BOCCHIERI E., 1984 - Contributo alle conoscenze floristiche del territorio di Pula (Sardegna meridionale) : la fascia costiera dal Rio Santa Margherita al Capo di Pula. Rend. Sem. Fac, Sci. Univ. Cagliari, 55(2) : 143-177.

BOCCHIERI E., 1985 - La flora dello Stangioni di Campu Matta (Sardegna meridionale). Rend. Sem. Fac. Sci. Univ. Cagliari, 55(2) : 133-145.

BOCCHIERI E., 1987 - The flora of S. Macario's island (Sardinia, Italy). Willdenowia, 16 : 395-402.

BOCCHIERI E., 1987 - Flora of the isle su Cardulinu (Southern Sardinia). Giorn. Bot. Ital.,121(5-6) : 325-336.

BOCCHIERI E., 1988 - Phytogeographic evaluation of the flora of the island of Coltellazzo (Southern Sardinia). Arch. Bot. Biogeogr. Ital., 64 : 43-54.

BOCCHIERI E., 1989 - The flora of the island Campionna (Sardinia, Italy). Willdenowia, 18 : 361-366.

BOCCHIERI E., 1990 - Observations on the changes in the flora of the island of Toro (SW Sardinia) during the past 50 years. Webbia, 44(2) : 279-289.

BOCCHIERI E., 1990 - Some herborizations on the islet of Pan di Zucchero (Sardinia W-SW). Giorn. Bot. Ital., 124(5) : 615-621.

BOCCHIERI E., 1992 - The flora of the island Vacca (southwestern Sardinia). Webbia, 46(2) : 225-233.

BOCCHIERI E., MULAS B., 1983 - La flora dell'anfiteatro romano di Cagliari e la sua importanza nel contesto della città. Boll. Soc. Sarda Sci. Nat., 22 : 203-226.

CAMARDA I., LUCCHESE F., PIGNATTI S., WIKUS-PIGNATTI E., 1993 - La flora di Pantaleo-Gutturu Mannu-Punta Maxia nel Sulcis (Sardegna sud occidentale). Webbia, 47(1) : 79-120.

CASU A., 1905-1907 - Contribuzione allo studio della flora delle saline di Cagliari. Ann. Bot. (Roma), 2 : 403-433 [1905] ; 5 : 273-354 [1907] ; 6 : 1-24 [1907].

CASU A., 1911 - Lo stagno di Santa Gilla (Cagliari) e la sua vegetazione. Parte II : costituzione ed ecologia della flora. Mem. R. Acc. Sci. Torino, S. II, T. LXII, 294-333.

DE MARCO G., MOSSA L., 1973 - Ricerche floristiche e vegetazionali nell'isola di S. Pietro (Sardegna) : la flora. Ann. Bot. (Roma) : 32 : 155-215.

DE MARTIS B., LOI M.C., 1989 - La flora della laguna di Santa Caterina (Sardegna sud occidentale). Colloq. Phytosoc., 19 : 329-340.

DE MARTIS B., MARCHIONI A., BOCCHIERI E., ONNIS A., 1983 - Ecologia e flora dello stagno di Santa Gilla (Cagliari). Atti Soc. Tosc. Sc. Nat., Mem., Ser. B, 90 : 5-111.

DE MARTIS B., POLO M.B., 1983 - La flora di Stani Saliu (Sardegna meridionale) e considerazioni ecologiche. Atti Soc. Tosc. Sc. Nat., Mem., Ser. B, 90 : 275-297.

GENNARI P., 1889 - Florula di Palabanda. Nuovo Giorn. Bot. Ital., 21 : 28-34.

GENNARI P., 1890 - *Repertorium florae calaritanae et Horto Sicco Accademico*. Tip. A. Timon, Cagliari.

MARCIALIS E., 1889 - Piccola flora spontanea dei dintorni di Cagliari. Tip. del Corriere, Cagliari.

MARTINOLI G., 1942 - Le arboricole di Cagliari e dintorni. Nuovo Giorn. Bot. Ital., n.s., 49 : 474-476.

MARTINOLI G., 1942 - Il Colle di Acqua Fredda (Siliqua : Sardegna meridionale) e la sua vegetazione. Nuovo Giorn. Bot. Ital., n.s., 49 : 476-482.

MARTINOLI G., 1950 - La flora e la vegetazione del Capo S. Elia (Cagliari). Nuovo Giorn. Bot. Ital. n.s., 57 : 57-148.

MARTINOLI G., 1955 - La flora e la vegetazione dell'isola Rossa (Golfo di Teulada, Sardegna meridionale). Ann. Univ. Ferrara, sez. 4, 12 : 63-73.

MILIA G., MOSSA L., 1977 - Ricerche floristiche e vegetazionali nell'isola di S. Antioco (Sardegna meridionale) : la flora. Boll. Soc. Sarda Sci. Nat., 16 : 167-213.

MOSSA L. 1990 - La vegetazione forestale del campo dunale di Buggerru-Portixeddu (Sardegna occidentale). Ann. Bot. (Roma), Studi sul Territorio, 48(suppl. 7) : 291-306.

ONNIS A., 1964 - Ricerche sulla flora, vegetazione ed ecologia dello stagno di Simbirizzi (Quartu S. Elena, Sardegna meridonale). Ann. Bot. (Roma), 28 : 71-100.

[9]

BOCCHIERI E., MULAS B., 1992 - La flora della penisola di Capo Frasca (Sardegna centro occidentale). Webbia, 46(2) : 235-263.

BOCCHIERI E., MULAS B., 1992 - Contributo alla conoscenza geobotanica del Sinis (Sardegna centro occidentale) : la flora di Capo S. Marco. Giorn. Bot. Ital., 126(2) : 377.

BOCCHIERI E., MULAS B., AVENA G.C., 1988 - La flora della penisola di Capo Mannu (Sardegna centro occidentale). Webbia, 42(2) : 201-225.

CORBETTA F., LORENZONI G.G., 1977 - La vegetazione degli stagni del Golfo di Oristano (Sardegna). Lab. di Zool. Applicata alla Caccia, Bologna.

MOSSA L. 1987 - Aspetti vegetazionali della Giara di Gesturi. Ann. Bot. (Roma), Studi sul Territorio, 45 (suppl. 5) : 1-28.

MOSSA L., SCRUGLI A., MILIA G., 1984 - Flora e vegetazione dell'isola di Mal di Ventre (Sardegna centro-occidentale). Rend. Sem. Fac. Sci. Univ. Cagliari, 54(1) : 119-142.

MOSSA L. *et al.*, 1989 - La componente geobotanica del Parco della Giara di Gesturi. En : Sa Jara, un'area di interesse naturalistico da salvaguardare. Ed. Publisar, Cagliari.

MULAS B., 1986 - La flora dello stagno di Mari Ermi (Cabras, Sardegna centro occidentale). Rend. Sem. Fac. Sci. Univ. Cagliari, 56(2) : 27-41.

MULAS B., 1993 - La flora del promontorio di Torre del Sevo (Sardegna centro occidentale). Webbia, 47(2) : 259-276.

MULAS B., 1990 - Contributo alla flora di Monte Arci. Webbia, 44(1) : 63-90.

SANFILIPPO E., 1975 - La Giara - Biotopo di notevole interesse naturalistico e culturale in Provincia di Cagliari. Boll. Soc. Sarda Sci. Nat., 15 : 161-192.

VALSECCHI F., 1972 - La vegetazione dello stagno di S'Ena Arrubia nel Golfo di Oristano. Boll. Soc. Sarda Sci. Nat., 10 : 89-110.

ECOLOGIA MEDITERRANEA XXI (1/2) 1995 : 83-97

Vegetal landscape and flora of Mortorio Island (northeastern Sardinia)

Emanuele BOCCHIERI*

SUMMARY

The author reports the results of hisstudies carried out on Mortorio Island (northeastern Sardinia) whose flora is made up by 286 spontaneous entities distributed into 60 families and 185 genera. Moreover the author points out the main vegetational typologies on the different type of soils found out on the island. The presence of many species that are relevant from a phytogeographic point of view, and the danger of their disappearance are determinant factors that lead to include Mortorio Island in the areas having a regulated fruition.

KEY WORDS : vegetal landscape, flora, little islands, Sardinia

INTRODUCTION

A group of islands, that as a whole could be geographically identified as «Archipelago of Mortorio» is located to the North East of Sardinia, between Punta Capaccia at North and Punta Volpe at South. Besides the homonymous island, the archipelago is formed by islands Camere, Mortorietto, Portisco, Poveri, Soffi and many surrounding rocks. Apart from Portisco Island, that is part of the Commune of Olbia, all the other islands belong to the territory of Arzachena.

The flora of Poveri was the only one studied (BOCCHIERI, 1991), while the reports concerning the other islands are incomplete. The present study is meant to define the real floristic component of the Archipelago of Mortorio.

The territory

Mortorio Island (figure 1) is part of the Commune of Arzachena and is included in the topographic map 139 III SE (Mortorio Island) of the Military Geographic Institute. The island has a surface of 566.039 square meters, a coastal development of 6. 712 m and an altitude of 77 m ; it is 3,020 Km far from the Sardinian coast and its geographical coordinates, calculated by the Gauss-Boaga kilometer system, are x=1550755, y=4547460. Mortorio is the last of many islands situated at the South West of the peninsula delimited by the Golfo Pero at North and by the Cala di Volpe at South.

The island rise on high tectonic oriented to SW-NE and delimited by two tectonic alignments at NW and SE. These alignments are particular structures parallel with those that form the more famous and more extended Tavolara Island. Mortorio island is made up by some granitic rocks formed by medium-thick grain with graindioritic chemism. These rocks are extremely fractured and are run by numerous veins. The fractures follow the general orientation of the area : SW-NW and NNW-SSE. They mark the rocks clearly and are a positive guide to the modelling processes of the rocky relief.

The vein field is made up by basic veins having a medium orientation towards SW-NE, and acid, quartzose, aplitic, or microgranitic veins oriented towards NNW-SSE. On the whole, the island is made up by some offshoots and by a main relief that reaches 77 m, is oriented towards NE-SW, and has the shape of the alphabetic letter T. The offshoots and the main

*Istituto di Botanica e Orto Botanico dell'Università
Viale Frà Ignazio da Laconi, 13
09123 I-CAGLIARI

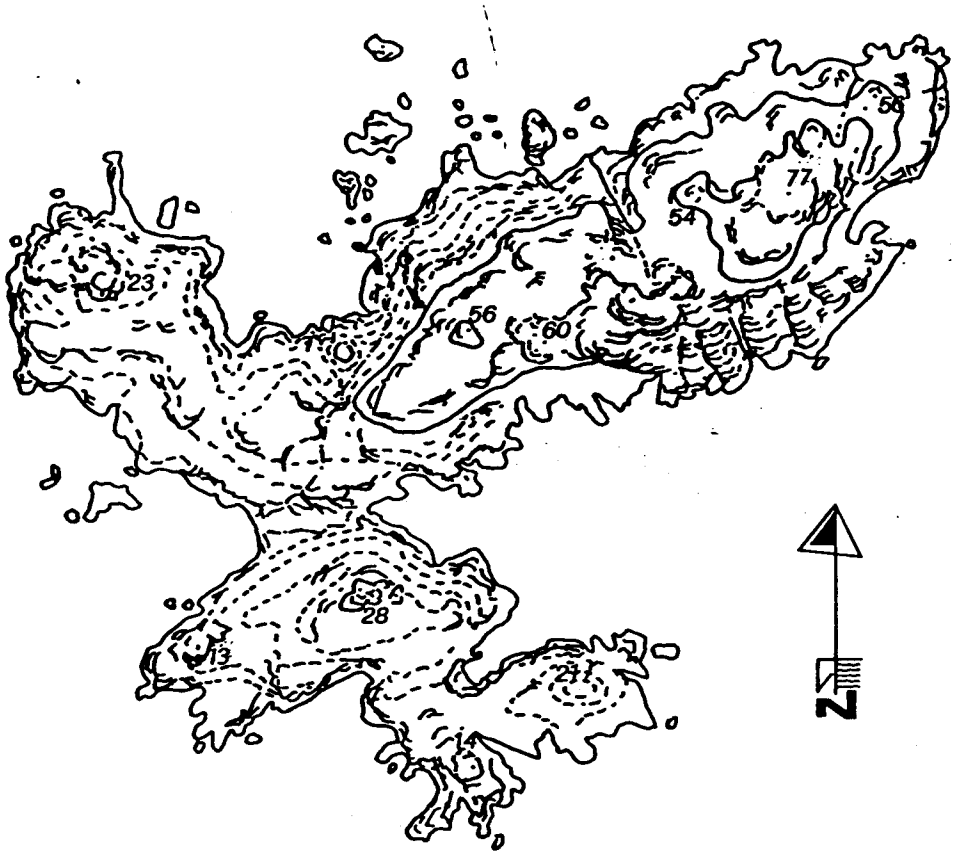


Figure 1.- The Island Mortorio (Scale 1 : 10.000)

part of the island are divided by some depressions formed along the fractures oriented towards SE-NW.

The coasts of Mortorio Island are very indented, mostly high and rocky with some sandy bays. Like on other islands, processes of erosion are taking place on the southern sandy bays where the removal of the sand shows pebbly drifts or even bare rocks.

Also the soil is very very rocky and stony : the reason is that the soil of Mortorio Island is subject to deep erosion due to vegetal formations that provide a limited protective action on the soil. According to USDA Soil Taxonomy classification, the soil could be classified as follows. Rock outcrop characterizing the shape of the island and covering 1/4 of it ; Lithic and Distric Xerorthents covering the remaining part of the island. Very few Tipic Salorthids on wich the vegetal species characterizing the psammophilous vegetation can easily grow are found on the extremely scanty coastal sediments.

Lithic and District Xerorthens are characterized by little deepness (they rarely exceed 20 cm), by sandy texture, and by sub-angular poliedric structure. They are permeable soils, scarcely cemented and susceptible to erosive agents. Their reaction is sub-acid, while their organic substance is quite always scarce. The profile is generally of the type A-C and, sometimes, sketches of horizons of the type B (with profiles of the type A-BW-C or also Bt-C) are on remaining parts that can be hardly drawn on maps. The deep erosion subsequent to the distruction of the vegetal coverage has often removed whole horizons and caused the appearance of the basic rock.

As for the climate, the weather station of Arzachena supplies data concerning precipitations on Mortorio Island, while the weather station of Olbia supplies data regarding temperatures and winds. The average annual temperature is 16.3°C where as the average annual precipitations reach 650 mm and are distributed in 63 rainy days. The winds, whose maximum speed reaches 146 km/h, are greatly influenced by the Straits of Bonifacio ; the prevailing winds are those blowing from the West, the others are those blowing from the East and from the North-East but their direction is heavily influenced by the orography, expecially on the coast.

Mortorio Island, (whose place-name might derive from the fact that in the past a great amount of human bones accumulated on the island after a sea-battle won by the Genouese

warriors has changed a lot since the king of Tavolara let his herds graze there. If intensive graze was fundamental to the change of the vegetal landscape of the island, the development of Costa Smeralda and tourisms has determined its almost irreversible degradation. At present, the island is a private property, but in the summer season it is invaded by lots of tourists who trample on the ground and walk throughout it leaving their tracks everywhere. Moreover, the filming of some movies and the fire of 1985 contributed to make the situation worse.

Flora

VACCARI (1908, 1928) carried out an excursion on the island on June 1906 and supplied the first notes on its flora. No other botanist seems to have previously visited the island ; MORIS (1837-1859) herborized on the near Tavolara Island but he didn't herborize on Mortorio Island ; GESTRO (1904) could't reach it because of the rough sea that lasted the whole month of April, in 1903. After VACCARI, botanic investigations have been quite limited in number, we remember those carried out by ARRIGONI and DIANA (1985), CORRIAS (1981), FIORI (1927) and PICCI (1972). As a whole, all these studies supply a list of 10 species , although this number is doubtless inferior to the real floristic component growing on the island.

My first herborizations date back to August 1986, one year after the terrible fiere (at the end of August 1985) that spread through almost the whole island. I carried out two herborizations on the 10th and on the 16th of August and picked about 90 plants. Afterwards, I went to the island during every season in the years included between 1990 and 1993. On the whole, I carried out 19 excursions.

As for the identification of the specimens I referred to Nuova Flora Analitica d'Italia (FIORI, 1923-1927), Flora d'Italia (PIGNATTI, 1982) and Flora Europaea (TUTIN *et al.*, 1964-1980 ; 1993) ; the last flora was utilized also to draw the floristic list, to follow the systematical order and the nomenclature. The floristic list refers also to the endemic cards by ARRIGONI *et al.*, (1977-1991) and it includes also the biological forms (whose abbreviations are the same of those supplied by PIGNATTI, 1982) found on the island, the bibliographical data (when they are available), my abbreviation (BO), the date of the picking, the notes on the habitat, on the plant location and on their spreading.

ADIANTACEAE

Anogramma leptophylla (L.) Link - T caesp - BO, 6.V.1990, western rocky ravines ; very rare.

POLYPODIACEAE

Polypodium cambricum L. - H ros - BO, 28.I.1990, level rocky ravines and steep-places on high areas ; widespread.

ASPLENIACEAE

Asplenium obovatum Viv. - H ros - BO, 10.VIII.1986, dripping rocky ravines - *Ib.*, 10.I.1993, humid rocks in the centralwestern side ; not widespread

Asplenium onopteris L. - H ros - BO, 10.I.1993, humid rocks in the centralwestern side ; rare.

PINACEAE

Pinus pinea L. - P caesp/Pscap - BO, 10.VIII.1986, near the beach. This species was planted in expectation of the lotting of the island.

CUPRESSACEAE

Juniperus phoenicea L. - P caesp (rar. P scap) - Vaccari, 1928 - BO, 10.VIII.1986, widespread. Specimens of remarkable size grow on the west of the trigonometric point. Those plants burnt in the fire of 1985 are continually cut and removed.

MORACEAE

Morus alba L. - P caesp - BO, 6.V.1990, near the little stony pen - *Ib.*, 18.IV.1993, low, creeping, male and female specimens on the nortwestern side of the island. This species was planted when the island was used as a grazing-land.

Ficus carica L. - P caesp - BO, 5.V.1990, rare specimens that sometimes are low and creeping. The specimens on the southern bay and those of the northern gully are notable big.

URTICACEAE

Urtica membranacea Poiret - T scap - BO, 29.IV.1990, rocky ravines and eastern meadows ; not common.

Parietaria judaica L. - H scap - BO, 29.IV.1990, rocky ravines located at NE - *Ib.*, 24.I.1993, near the little pool located along the western path ; rare.

Parietaria lusitanica L. - T rept - BO, 11.III.1990, ravines in the eastern cliffs ; extremely rare.

POLYGONACEAE

Polygonum maritimum L. - H rept - BO, 20.V.1990 *et* 10.I.1993, northwestern sandy area ; rare. This species is lessening.

Rumex scutatus L. - Vaccari, 1928 - Not observed.

Rumex sanguineus L. - H scap - BO, 3.VI.1990, edges of the pools located at NE and in an impluvium of the western side ; very rare.

Rumex obtusifolius L. - H scap - BO, 20.V.1990, among the centralwestern impluvia ; rare.

Rumex bucephalophorus L. - T scap - BO, 28.I.1990 *et* 29.IV.1990, common.

CHENOPODIACEAE

Beta vulgaris L. subsp. *maritima* (L.) Arcangeli - H scap - BO, 28.I.1990, in a centralsouthern bay - *Ib.* 6.V.1990, western rocky ravines - *Ib.*, 10.I.1993, centralwestern sandy areas ; very rare. This species is not aboundant on the near Soffi Island or on the Ruja Island near Saint Teodoro.

Chenopodium murale L. - T scap - BO, 28.I.1990, in habitat very rich in nitrates where it grows with *Heliotropium europaeum* ; widespread

Chenopodium album L. - T scap - BO, 10.VIII.1986, costal meadows and ravines ; rare.

Atriplex prostrata Boucher - T scap - BO, 28.I.1990, coastal humid level meadows in the southern areas ; rare.

Halimione portulacoides (L.) Aellen - Ch frut - Vaccari, 1928 - BO, 28.I.1990, coastal rocky and sandy areas ; widespread.

Salsola soda L. - T scap - BO, 16.VIII.1986, western sandy areas ; widespread.

Salsola kali L. - T scap - BO, 10.VIII.1986, southeastern sandy and pebbly beach ; rare.

AMARANTHACEAE

Amaranthus albus L. - T scap - BO, 10.VIII.1986, centralsouthern areas already burnt in the fire ; very rare.

PORTULACACEAE

Portulaca oleracea L. - T scap - BO, 28.I.1990, near the dams ; not common.

CARYOPHYLLACEAE

Arenaria balearica L. - H scap - BO, 28.I.1990, humid ravines on the highest areas ; rare. Endemic of Sardinia, Corsica, Balearic Islands and Montecristo.

Arenaria serpillifolia L. - T scap - BO, 11.III.1990, centralsouthern sandy areas, under the bush near pine trees and in any case in shade areas ; rare.

Stellaria media (L.) Vill. - T rept - BO, 28.I.1990, meadows and cool areas ; widespread.

Stellaria pallida (Dumort.) Piré - T scap - BO, 24.I.1993, between rockrose and lentisk in the centralsouthern area ; very rare.

Cerastium pumilum Curtis - T scap - BO, 14.III.1993, sandy-clayey, sandy meadows near tamarisk ; rare.

Sagina maritima G. Don - T scap - BO, 28.I.1990, on the western path - *Ib.*, 10.I.1993, coastal and internal meadows ; widespread.

Paronychia echinulata Chater - T scap - BO, 5.V.1990, arid meadows and sandy ravines on the centralsouthern areas ; very rare.

Polycarpon tetraphyllum (L.) L. - T scap - BO, 10.VIII.1986 *et* 5.V.1990, central level areas ; not common. Extremely variable species in its foliar verticils.

Spergularia macrorhiza (Req. ex Loisel.) Heynh. - H caesp - BO, 10.VIII.1986, coastal meadows and ravines - *Ib.*, 11.III.1990, internal meadows ; widespread. Endemic of Sardinia and Corsica.

Spergularia marina (L.) Griseb. - T scap - BO, 11.III.1990, on the western path ; very rare.

Spergularia rubra (L.) J. & C. Presl - T scap (rar. Ch suffr) - BO, 5.V.1990, coastal and centralwestern areas ; not common.

Silene gallica L. - T scap - BO, 16.VIII.1986 *et* 11.III.1990, common. This species is extremely variable in its hairiness and in the colour of its petals.

Silene colorata Poiret - T scap - BO, 11.III.1990, western sandy areas ; widespread.

Silene valsecchiae Bocchieri - T scap - BO, 5.V.1990, rocky ravines, meadows on high areas and on the coast ; rare. Endemic of Sardinia.

Petrorhagia prolifera (L.) P.W. Ball & Heywood - T scap - BO, 18.IV.1993, stony and arid meadows ; very rare.

RANUNCULACEAE

Anemone hortensis L. - G bulb - BO, 28.I.1990, towards the South of the path connecting the two beaches - *Ib.*, 21.III.1993, southern area ; widespread. Specimens with white flowers have been found.

Clematis flammula L. - P lian - BO, 16.VIII.1986 *et* 29.IV.1990, among the burnt olive trees and junipers ; rare.

Clematis cirrhosa L. subsp. *balearica* Rich & Juss. - P lian - BO, 16.VIII.1986 *et* 5.V.1990 ; common.

Ranunculus muricatus L. - T scap - BO, 10.I.1993, *folia* - *Ib.*, 14.III.1993, impluvia and humid meadows in the centralwestern area ; rare.

PAPAVERACEAE

Fumaria bicolor Sommier - T scap - BO, 28.I.1990 *et* 14.III.1993, meadows in the shrub ; widespread.

Fumaria officinalis L. - T scap - BO, 28.I.1990, in the shrub ; rare.

CRUCIFERAE

Arabidopsis thaliana (L.) Heynh. - T scap - BO, 29.IV.1990, among rockrose and wild olive trees in the cool areas - *Ib.*, 14.III.1993, in the

everlasting garigue in the northwestern area ; widespread.

Matthiola tricuspidata (L.) R. Br - T scap - BO, 28.I.1990 *et* 27.V.1990, western sandy coasts, eastern pebbly coasts ; common.

Cardamine hirsuta L. - T scap - BO, 10.I.1993, centralwestern area - *Ib.*, 24.I.1993, among the burnt wild olive trees and in the interruptions of the rockrose plants in the southeastern area ; rare.

Cakile maritima Scop. subsp. *aegyptiaca* (Willd.) Nyman - T scap - BO, 16.VIII.1986, sandy and, sometimes, pebbly areas ; rare.

Raphanus raphanistrum L. subsp. *maritimus* (Sm.) Thell. - T scap - BO, 6.V.1990, southern area - *Ib.*, 3.VI.1990, steep-places exposed to North-East wind; very rare. According to some Flore this subspecies is synonymous of *Raphanus raphanistrum* L. subsp. *landra* (Moretti ex DC.) Bonnier & Layens

CRASSULACEAE

Crassula tillaea Lester-Garland - T scap - BO, 24.I.1993, sandy meadows in the rockrose ; rare.

Umbilicus rupestris (Salisb.) Dandy - G bulb - BO, 10.VIII.1986, craks of the centralsouthern rocks - *Ib.*, 29.IV.1990, rocky ravines ; widespread.

Sedum stellatum L. - T scap - BO, 28.I.1990, rocky ravines - *Ib.*, 29.IV.1990, meadows ; widespread.

Sedum rubens L. - T scap - BO, 18.IV.1993, ravines in the high and coastal areas ; widespread.

Sedum caeruleum L. - T scap - BO, 10.VIII.1986, in the rocks - *Ib.*, 20.V.1990, meadows, ravines small soil deposits ; widespread.

LEGUMINOSAE

Calicotome villosa (Poiret) Link - P caesp - BO, 10.VIII.1986, common and aboundant.

Genista corsica DC. - NP - BO, 10.VIII.1986 extremely pebbly centralsouthern area ; widespread. Endemic of Sardinia and Corsica.

Lupinus angustifolius L. - T scap - BO, 28.I.1990, towards the trigonometrical point - *Ib.*, 14.III.1990, in shrub of the central and high areas ; widespread.

Lupinus micranthus Guss. - T scap - BO, 28.I.1990, in the rockrose - *Ib.*, 6.V.1990, on the western ; rare.

Astragalus pelecinus (L.) Barneby - T scap - BO, 5.V.1990, western sandy areas ; rare.

Vicia villosa Roth subsp. *varia* (Host) Corb. - T scap - BO, 29.IV.1990, in the rockrose and in the *Phillyrea* ; rare.

Vicia benghalensis L. - T scap - BO, 5.V.1990, in the shrub.

Vicia disperma DC. - T scap - BO, 29.IV.1990, in the shrub and in cool areas ; rare.

Vicia pubescens (DC.) Link - T scap - BO, 29.IV.1990, in the shrub and in some meadow ; rare,

Vicia sativa L. subsp. *nigra* (L.) Ehrh. - T scap - BO, 29.IV.1990, in the shrub ; widespread.

Lathyrus sphaericus Retz. - T scap - BO, 18.IV.1993, in the shrub of the northwestern area *Morus alba* ; widespread.

Lathyrus clymenum L. - T scap - BO, 5.V.1990, in the shrub - *Ib.*, 14.III.1990, meadows on high areas ; widespread.

Pisum sativum L. subsp. *elatius* (Bieb.) Ascherson & Graebner - T scap - BO, 29.IV.1990, level ground on high areas - *Ib.*, 14.III.1990, on a northwestern impluvium ; very rare.

Ononis reclinata L. - T scap - BO, 28.I.1990, in some sandy clearings - *Ib.*, 29.IV.1990, in the rockrose ; widespread.

Medicago marina L. - Ch rept - BO, 16.VIII.1986, western sandy areas ; not common.

Medicago littoralis Rohde - T scap - BO, 11.III.1990, coastal meadows and sands ; rare.

Medicago polymorpha L. - T scap - BO, 11.III.1990, in the rockrose shrub ; rare.

Medicago minima (L.) Bartal. - T scap - BO, 6.V.1990, coastal western areas ; widespread.

Trifolium glomeratum L. - T scap - BO, 10.VIII.1986, in the burnt junipers - *Ib.*, 29.IV.1990, centralsouthern level areas ; not common.

Trifolium suffocatum L. - T scap - BO, 21.III.1993, southern areas ; very rare.

Trifolium resupinatum L. - T rept - BO, 5.V.1990, meadows and clearings ; very rare.

Trifolium campestre Schreber - T scap - BO, 16.VIII.1986, meadows and high areas ; widespread.

Trifolium arvense L. - T scap - BO, 5.V.1990, stony and arid meadows ; common.

Trifolium bocconei Savi - T scap - BO, 29.IV.1990, northern area ; rare.

Trifolium scabrum L. - T scap - BO, 6.V.1990, meadows and interruptions of the shrub ; widespread.

Trifolium incarnatum L. subsp. *molinerii* (Balbis ex Hornem.) Syme - T scap - BO, 6.V.1990, meadows towards the North of the centralwestern sands ; rare.

Lotus angustissimus L. - T scap - BO, 29.IV.1990, northwestern table-lands ; widespread.

Lotus edulis L. - T scap - BO, 11.III.1990, interruptions of the shrub - *Ib.*, 29.IV.1990, ravines and meadows ; common.

Lotus cytisoides L. - Ch suffr - BO, 10.VIII.1986, rocky ravines and sandy ravines ; common.

Lotus ornithopodioides L. - T scap - BO,

10.VIII.1986, areas burnt by the fire - *Ib.*, 11.III.1990, table-lands on the highest lands ; rare.

Ornithopus compressus L. - T scap - BO, 28.I.1990, *folia* - *Ib.*, 11.III.1990, common.

Ornithopus pinnatus (Miller) Druce - T scap - BO, 6.V.1990, central level areas and interruptions of the shrub ; widespread.

Scorpiurus muricatus L. - T scap - BO, 28.I.1990, near cultivated pines - *Ib.*, 29.IV.1990, on the western path and the adjacent meadows ; rare.

GERANIACEAE

Geranium molle L. - T scap - BO, 28.I.1990, in the *Senecio bicolor* groupings - *Ib.*, 10.I.1993, centralwestern areas ; widespread.

Geranium robertianum L. subsp. *purpureum* (Vill.) Nyman - T scap - BO, 5.V.1990, coastal and internal shrub ; common.

Erodium chium (L.) Willd. - T scap - BO, 18.IV.1993, on the coastal shrub and near the dune ; rare.

Erodium malacoides (L.) L'Hér. - T scap - BO, 21.III.1993, costal meadows and meadows, sometimes humid, on the high areas ; rare.

Erodium botrys (Cav.) Bertol. - T scap - BO, 11.III.1990, arid and sandy meadows ; rare.

Erodium cicutarium (L.) L'Hér. - T scap - BO, 11.III.1990, coastal meadows ; rare. This species is extremely polymorfic.

Erodium salzmannii Delile - T scap - BO, 18.IV.1993, SW sandy ; very rare.

LINACEAE

Linum bienne Miller - T scap (rar. H bienn) - BO, 6.V.1990, central level areas ; rare.

Linum trigynum L. - T scap - BO, 5.V.1990, interruptions of the shrub, on table-lands ; widespread.

Linum strictum L. - T scap - BO, 29.IV.1990, table-lands, ravines, and interruptions of the shrub ; widespread.

EUPHORBIACEAE

Mercurialis annua L. - T scap - BO, 29.IV.1990, ravines and clearings ; widespread.

Euphorbia prostrata Aiton - T rept - BO, 23.VIII.1993, coastal meadows ; rare. This species was observed only in 1993.

Euphorbia dendroides L. - NP - BO, 11.III.1990, centralsouthern areas ; small, rare specimens. After the fire this species is growing.

Euphorbia exigua L. - T scap - BO, 3.VI.1990, under the rockrose and in some sandy meadow ; rare.

Euphorbia peplus L. - T scap - BO, 28.I.1990, among the wild olive trees and in the interruptions of the shrub - *Ib.*, 14.III.1993, near the burnt junipers ; widespread.

Euphorbia paralias L. - Ch frut - BO, 10.VIII.1986, centraleastern sandy bay ; not common.

Euphorbia characias L. - NP - BO, 10.VIII.1986, towards the trigonometrical point *Ib.*, 10.I.1993, centralwestern areas ; not common.

RUTACEAE

Ruta chalepensis L. - Ch suffr - Vaccari, 1928 - BO, 28.I.1990, high areas ; rare.

ANACARDIACEAE

Pistacia lentiscus L. - P caesp - Vaccari, 1928 - BO, 10.VIII.1986, common.

RHAMNACEAE

Rhamnus alaternus L. - P caesp (ram. P scap) - BO, 10.VIII.1986, common. This plant grows on table-lands, rocky ravines, and on sandy areas near cultivated pines. It is almost always low and creeping ; a specimen whose size is about 4 m is only near the burnt wild olive trees.

MALVACEAE

Malva parviflora L. - T scap - BO, 6.V.1990, southern level ; rare.

Lavatera cretica L. - T scap - BO, 14.III.1990, meadows on high areas - *Ib.*, 6.V.1990, southern areas ; rare.

THYMELAEACEAE

Thymelaea hirsuta (L.) Endl.- NP - BO, 10.VIII.1986, table-lands, sands and ravines ; common.

CISTACEAE

Cistus incanus L. - NP - BO, 28.I.1990, near the southwestern beach - *Ib.*, 10.I.1993, high areas on the island ; widespread. The leaves of some specimens are quite undulating and rippled.

Cistus monspeliensis L. - NP - BO, 16.VIII.1986, common.

Cistus salviifolius L. - NP - BO, 10.VIII.1986, sands, rocky areas, meadows ; widespread.

Tuberaria guttata (L.) Fourr. - T scap - BO, 11.III.1990, on the path and the western meadows - *Ib.*, 6.V.1990, interruptions of the shrub ; widespread.

TAMARICACEAE

Tamarix tetragyna Ehrenb. - P caesp - BO, 10.I.1993, *folia* - *Ib.*, 14.III.1993, small sandy impluvium in the centralwestern area - *Ib.*, 23.VII.1993, southern impluvia and near the northern promontory. Loi identified this species using the studies carried out by De Martis *et* al., 1984.

FRANKENIACEAE

Frankenia intermedia DC. - Ch suffr - BO, 10.VIII.1986, sauthern salty meadows - *Ib.*, 10.I.1993, centralsouthern area ; widespread.

CACTACEAE

Opuntia ficus-indica (L.) Miller - P succ - BO, 10.I.1993, coastal ravines in the centralwestern area ; very rare.

LYTHRACEAE

Lythrum hyssopifolia L. - T scap - BO, 11.III.1990, temporary water deposits on the western path - *Ib.*, 6.V.1990, NE pools ; widespread.

MYRTACEAE

Myrtus communis L. - P caesp - BO, 28.I.1990, towards the North of the southwstern beach - *Ib.*, 14.III.1993, by the impluvium leading to the trigonometric point ; not widespread.

THELIGONACEAE

Theligonum cynocrambe L. - T scap - BO, 24.I.1993, cool, rocky ravines in the centraleastern area ; rare.

UMBELLIFERAE

Eryngium maritimum L. - G rhiz - BO, 16.VIII.1986, western coastal ; rare.

Crithmum maritimum L. - Ch suffr - BO, 10.VIII.1986, rocky coasts ; widespread.

Bupleurum semicompositum L. - T scap - BO, 29.IV.1990, coastal shrub near the southwestern beach - *Ib.*, 20.V.1990, northwstern side ; rare.

Thapsia garganica L. - H ros - Vaccari, 1908 - BO, 16.VIII.1986 *et* 28.I.1990, in the shrub and in the meadows ; common.

Daucus carota L. subsp. *maximus* (Desf.) Pall. - H bienn - BO, 10.VIII.1986, on the sandy coasts, and on the rocky coasts ; widespread.

Daucus carota L. subsp. *drepanensis* (Arcangeli) Heywood - H bienn - BO, 10.VIII.1986, coastal and internal areas ; widespread.

ERICACEAE

Erica arborea L. - P caesp - BO, 28.I.1990, in the internal shrub ; very rare.

Erica scoparia L. - P caesp - BO, 6.V.1990, in the shrub ; widespread. There is a shrub of about 1.000 square meters in the central and level area of the island.

PRIMULACEAE

Asterolinon linum-stellatum (L.) Duby - T scap - BO, 28.I.1990, in the shrub and in the meadows ; common.

Anagallis arvensis L. - T rept - BO, 28.I.1990, central level areas - *Ib.*, 29.IV.1990, it is common in the whole island and it is present with its flowers either blue and red.

Anagallis parviflora Hoffmanns. & Link - T rept - BO, 18.IV.1993, subsalt coastal meadows with high clayey, sandy elements ; rare.

Samolus valerandi L. - T scap - BO, 29.IV.1990, dripping rocks and temporary humid impluvia ; rare.

PLUMBAGINACEAE

Limonium articulatum (Loisel.) O. Kuntze - Ch suffr - BO, 16.VIII.1986, rocky and sandy coasts ; widespread. Sardinian endemism.

Limonium protohermaeum Arrigoni *et* Diana - Ch suffr - Picci, 1972 - Arrigoni e Diana, 1985 - BO, 10.VIII.1986, on the coasts ; widespread. Sardinian endemism.

OLEACEAE

Olea europaea L. var. *sylvestris* Brot. - P caesp (rar. P scap) - BO, 10.VIII.1986, in the shrub ; widespread. It is usually low and creeping but specimens of remarkable size are in the centraleastern area and by the trigonometric point.

Phillyrea angustifolia L. - P caesp - Vaccari, 1928 - BO, 10.VIII.1986, in the shrub ; common.

Phillyrea latifolia L. - P caesp - BO, 28.I.1990, centraleastern area ; very rare.

GENTIANACEAE

Blackstonia perfoliata (L.) Hudson - T scap - BO, 6.V.1990, southern area ; rare.

Centaurium erythraea Rafn - T scap - BO, 20.V.1990, northwestern side ; rare.

Centaurium maritimum (L.) Fritsch - T scap - BO, 29.IV.1990, in the rockrose shrub - *Ib.*, 6.V.1990, meadows and interruptions of the shrub ; widespread.

ASCLEPIADACEAE

Vincetoxicum hirundinaria Medicus - H scap - BO, 6.V.1990, centralwestern rocky ravines on high area ; rare.

RUBIACEAE

Sherardia arvensis L. - T scap - BO, 28.I.1990, shrub, meadows and edges of some paths ; common.

Galium aparine L. - T scap - BO, 10.VIII.1986, northeastern area - *Ib.*, 29.IV.1990, in the shrub and on the wall delimiting pen - *Ib.*, 14.III.1993, meadows towards the trigonometric point ; widespread.

Galium verrucosum Hudson subsp. *halophilum* Ponzo - T scap - BO, 29.IV.1990, clearings and interruptions of both the coastal rockrose shrub and the internal one - *Ib.*, 10.I.1993, centralwestern coastal meadows ;

widespread.

Galium murale (L.) All. - T scap - BO, 5.V.1990, ravines and meadows on high areas ; very rare.

Valantia muralis L. - T scap - BO, 11.III.1990, deposits of soil among the rocks - *Ib.*, 5.V.1990, rocky and arid meadows ; common.

Rubia peregrina L. - P lian - BO, 10.VIII.1986, in the shrub ; common. It is an extremely polymorphic species ; some specimens located by the wild olive trees could be attributed to var. *latifolia* Moris.

CONVOLVULACEAE

Cuscuta planiflora Ten. - T par. - BO, 29.IV.1990, on the northwestern slope ; rare.

Convolvulus siculus L. - T scap - BO, 21.III.1993, rocky ravines and meadows on the southern area ; rare.

Convolvulus althaeoides L. - H scand - BO, 29.IV.1990, pebbly clearings in the centraleastern shrub ; very rare.

BORAGINACEAE

Heliotropium europaeum L. - T scap - BO, 10.VIII.1986, ravines and meadows where there are defecations of sea-birds ; not widespread.

Echium plantagineum L. - T scap (ram. H bienn) - BO, 14.III.1993, internal and coastal meadows ; widespread.

CALLITRICHACEAE

Callitriche stagnalis Scop. - I rad - BO, 11.III.1990, northeastern pools ; widespread.

LABIATAE

Teucrium marum L. - Ch suffr - BO, 24.I.1993, northeastern rochs ; very rare.

Stachys glutinosa L. - Ch frut - BO, 10.VIII.1986, pebbly and gravelly soils located to NE of the southeastern beach ; rare. Endemic of Sardinia, Corsica and Capraia.

Stachys arvensis (L.) L. - T scap - BO, 14.III.1993, meadows and ravines in the high areas ; rare.

SOLANACEAE

Solanum nigrum L. - T scap - BO, 28.I.1990, rocky ravines and interruptions of the shrub ; common.

SCROPHULARIACEAE

Scrophularia trifoliata L. - H scap - BO, 5.V.1990, rocky ravines and hollows in the highest centralwestern area ; rare. Endemic of Sardinia, Corsica and Gorgona.

Misopates orontium (L.) Rafin. - T scap - BO, 29.IV.1990, rocky ravines on the high areas - *Ib.*, 5.V.1990, arid meadows in the shrub ; rare.

Linaria pelisseriana (L.) Miller - T scap - BO, 29.IV.1990, interruptions of the rockrose shrub - *Ib.*, 5.V.1990, on the garigue in the centralnorthern area ; widespread.

Cymbalaria aequitriloba (Viv.) Chevalier - H rept - BO, 28.I.1990, *folia* - *Ib.*, 20.IV.1990, humid, rocky ravines located on high areas and the coasts ; not common. Endemic of Sardinia, Corsica, Tuscan Archipelago and Balearic Islands.

Parentucellia viscosa (L.) Caruel - T scap - BO, 6.V.1990, interruptions of the shrub, behind the dune ; rare.

Bellardia trixago (L.) All. - T scap - BO, 5.V.1990, in the shrub of the centralwestern area ; rare.

OROBANCHACEAE

Orobanche minor Sm. - T par - BO, 6.V.1990, centralsouthern level area ; rare.

Orobanche sanguinea C. Presl. - T par - BO, 6.V.1990, in the *Lotus* of the southwestern sandy areas ; rare.

PLANTAGINACEAE

Plantago coronopus L. subsp. *coronopus* - H ros - BO, 5.V.1990, central level areas ; rare.

Plantago coronopus L. subsp. *commutata* (Guss.) Pilger - T scap - BO, 28.I.1990, southeastern gravelly beach - *Ib.*, 6.V.1990, sandy, clayey coastal meadows ; widespread.

Plantago macrorhiza Poiret - H ros - BO, 20.V.1990, on the costas ; common.

Plantago lanceolata L. - H ros - BO, 16.VIII.1986, centralsouthern level area - *Ib.*, 10.I.1993, in the shrub ; common.

Plantago lagopus L. - T scap - BO, 28.I.1990, coastal meadows and ravines - *Ib.*, 5.V.1990, internal clearings ; widespread.

Plantago bellardii All. - T scap - BO, 29.IV.1990, southern arid meadows ; rare.

Plantago afra L. - T scap - BO, 21.III.1993, meadows to the NE of the centralsouthern sands ; not common.

VALERIANACEAE

Centranthus calcitrapae (L.) Dufresne - T scap - BO, 11.III.1990, on the *Phillyrea* in the sandy area - *Ib.*, 21.III.1993, in the spurges and lentisk shrub in the southern area ; rare.

COMPOSITAE

Aster squamatus (Sprengel) Hieron - T scap - BO, 3.VI.1990, on the edges of the northeastern pools ; rare.

Conyza canadensis (L.) Cronq. - T scap - BO, 16.VIII.1986, on the burnt shrub ; rare.

Logfia gallica (L.) Cosson & Germ. - T scap - BO, 10.VIII.1986, costal meadows - *Ib.*, 29.IV.1990, interruptions of the shrub ; widespread.

Evax pygmaea (L.) Brot. - T rept - BO, 28.I.1990, meadows in the shrub - *Ib.*, 14.III.1993, coastal meadows ; widespread.

Helichrysum italicum (Roth) G. Don subsp. *microphyllum* (Willd.) Nyman - Ch suffr - BO, 10.VIII.1986, widespread but not aboundant. Rare, coastal, small garigues on the western area.

Phagnalon saxatile (L.) Cass. - Ch suffr - BO, 28.I.1990, ravines, clearings and small interruptions of the shrub ; widespread.

Inula crithmoides L. - Ch suffr - BO, 16.VIII.1986, western area ; widespread.

Dittrichia viscosa (L.) W. Greuter - BO, 28.I.1990, coastal and internal areas ; common.

Dittrichia graveolens (L.) W. Greuter - T scap - BO, 16.VIII.1986, NW side and by the burnt wild olive trees ; common.

Pulicaria odora (L.) Reichenb. - H scap - BO, 16.VIII.1986, clearings in the shrub - *Ib.*, 29.IV.1990, coastal and high areas ; common.

Buphthalmum inuloides Moris - Ch frut - Fiori, 1927 - Vaccari, 1928 - BO, 16.VIII.1986, northern rocky ravines - *Ib.*, 28.I.1990, *folia* - *Ib.*, 20.V.1990, on the NW ; widespread. Endemic of Sardinia.

Anthemis maritima L. - H scap - BO, 28.I.1990, southwestern coastal areas - *Ib.*, 5.V.1990, sands and internal areas where *Pancratium illyricum* grows - *Ib.*, 10.I.1993, coastal centralwestern sandy areas, many plants ; widespread.

Anthemis arvensis L. subsp. *incrassata* (Loisel.) Nyman - T scap - BO, 6.V.1990, temporary humid coastal meadows ; rare.

Chamaemelum mixtum (L.) All. - T scap - BO, 5.V.1990, sands and coastal meadows ; rare.

Chamaemelum fuscatum (Brot.) Vasc. - T scap - BO, 14.III.1993, temporary humid meadows where it grows associated with *Ranunculus muricatus* - *Ib.*, 21.III.1993, southern humid meadows ; rare.

Otanthus maritimus (L.) Hoffmanns. & Link - Ch suffr - BO, 20.V.1990, northern sandy areas ; very rare. This species, like *Elymus farctus*, is lessening beacuse of the excessive anthropic trample.

Chrysanthemum segetum L. - T scap - BO, 11.III.1990, southern level area ; rare.

Nananthea perpusilla (Loisel.) DC. - Fiori, 1927 - Vaccari, 1928 - Corrias, 1981 - Not observed.

Artemisia arborescens L. - NP - BO, 16.VIII.1986, northern area - *Ib.*, 24.I.1993, between the two southern beaches. This species is growing.

Senecio bicolor (Willd.) Tod. subsp. *cineraria* (DC.) Chater - Ch suffr - BO, 10.VIII.1986, widespread.

Senecio leucanthemifolius Poiret - T scap - BO, 10.I.1993, along the coasts ; widespread. It is an extremely polymorphic species. Specimens with more or less fleshy leaves that are quite intact or denate have been found.

Senecio lividus L. - T scap - BO, 28.I.1990, in the rockrose shrub and by the burnt wild olive trees ; rare.

Senecio vulgaris L : - T scap - BO, 10.I.1993, high areas and centralwestern areas ; widespread.

Carlina corymbosa L. - H scap - BO, 10.VIII.1986, centralsouthern level areas ; not common.

Carduus cephalanthus Viv. - H bienn (raram. T scap) - BO, 28.I.1990, *folia* - *Ib.*, 6.V.1990, in the meadows located on high areas and also on rocky ravines ; widespread.

Galactites tomentosa Moench - H bienn - BO, 10.VIII.1986, southern clearings - *Ib.*, 6.V.1990, coastal meadows and meadows located on high areas ; common.

Scolymus hispanicus L. - H bienn - BO, 6.V.1990, southwestern sands ; very rare.

Tolpis umbellata Bertol. - T scap - BO, 5.V.1990, in the rockrose shrub and on some ravines ; rare.

Hedypnois cretica (L.) Dum.Courset - T scap - BO, 10.VIII.1986, trampled areas near the southwestern beach - *Ib.*, 29.IV.1990, clearings and meadows ; widespread.

Urospermum dalechampii (L.) Scop. - H scap - BO, 6.V.1990, interruptions of the shrub and centralsouthern table-land ; widespread.

Urospermum picroides (L.) Scop. - T scap - BO, 28.I.1990, *folia* - *Ib.*, 6.V.1990, northwestern side ; rare.

Hypochaeris achyrophorus L. - T scap - BO, 11.III.1990, meadows and interruptions of the shrub ; common.

Hypochaeris glabra L. - T scap - BO, 21.III.1993, southern meadows ; rare.

Leontodon tuberosus L. - H ros - BO, 28.I.1990, widespread.

Reichardia picroides (L.) Roth - H scap - BO, 20.V.1990, rocky ravines ; rare.

Aetheorhiza bulbosa (L.) Cass. - G bulb - BO, 28.I.1990, coastal table-lands - *Ib.*, 18.IV.1993, centralwestern areas ; widespread.

Sonchus asper (L.) Hill - T scap - BO, 28.I.1990, southern level areas ; very rare.

Sonchus tenerrimus L. - T scap - BO, 3.VI.1990, by big junipers and wild olive trees ; rare.

Sonchus oleraceus L. - T scap - BO, 10.VIII.1986, central level area - *Ib.*, 10.I.1993, centralwestern side ; widespread.

Chondrilla juncea L. - H scap - BO, 5.V.1990, towards the North of the centralsouthern beach ; very rare.

Crepis leontodontoides All. - H ros - BO, 5.V.1990, cool areas near the big wild olive

trees ; very rare.

Andryala integrifolia L. - T scap - BO, 16.VIII.1986, among the burnt juniper - *Ib.*, 29.IV.1990, meadows and ravines ; widespread. It is extremely variable in its branching and in the edge of its leaves.

RUPPIACEAE

Ruppia maritima L. subsp. *brachypus* (Gay) Lowe - I rad - BO, 11.III.1990, in some pools of the southern and northeastern areas ; widespread.

POSIDONIACEAE

Posidonia oceanica (L.) Delile - I rad - BO, 21.III.1993, along the coasts ; widespread. Some interruptions of the *Posidonia* meadows are visible where pleasure boats anchor.

LILIACEAE

Asphodelus microcarpus Viv. - G rhiz - BO, 10.VIII.1986, centraleastern area - *Ib.*, 6.V.1990, widespread but not aboundant.

Colchicum neapolitanum (Ten.) Ten. - G bulb - BO, 29.IV.1990, on a northeastern slope ; rare.

Ornithogalum corsicum Jord. *et* Fourr. - G bulb - BO, 11.III.1990, southern area - *Ib.*, 14.III.1993, on the edges on the centralwestern path ; widespread. Many specimens have only one flower. Endemic of Sardinia and Corsica.

Urginea undulata (Desf.) Steinh. - G bulb - BO, 16.VIII.1986, meadows in the shrub - *Ib.*, 13.XI.1992, *folia* ; rare.

Urginea maritima (L.) Baker - G bulb - BO, 10.VIII.1986, by the highest areas - *Ib.*, 6.V.1990, meadows on the high areas and next to the coast ; widespread.

Scilla autumnalis L. - G bulb - BO, 13.XI.1992, meadows and clearings in the shrub ; rare.

Allium subhirsutum L. - G bulb - BO, 5.V.1990, high areas near the trigonometric point ; very rare.

Allium triquetrum L. - G bulb - BO, 10.I.1993, northern humid ravines ; very rare.

Allium parciflorum Viv. - G bulb - BO, 10.VIII.1986, ravines and pebblis in the broad southern harbour - *Ib.*, 23.VII.1993, towards the East of the beach ; rare. Endemic of Sardinia and Corsica.

Allium commutatum Guss. - G bulb - BO, 16.VIII.1986, near the northeastern cliffs - *Ib.*, 27.V.1990, costal ravines ; widespread.

Asparagus albus L. - Ch frut - BO, 10.VIII.1986, northeastern inaccessible areas - *Ib.*, 11.III.1990, central and northern areas ; common.

Asparagus acutifolius L. - G rhiz - BO, 10.VIII.1986, central area - *Ib.*, 10.I.1993, centralwestern area ; widespread.

Smilax aspera L. - NP - BO, 28.I.1990, in the shrub ; widespread. In the centralsouthern area there are specimens with spineless leaves.

AMARYLLIDACEAE

Narcissus serotinus L. - G bulb - BO, 29.XI.1992, clearings and meadows ; very rare. This species, aboundant on the near Camere Islands, has scapes with 3-5 flowers.

Narcissus tazetta L. - G bulb - BO, 28.I.1990, centralwestern ravines and clearings - *Ib.*, 14.III.1993, in the bush on high areas : widespread. The flowers are completely yellow and the leaves are slightly narrower than those observed in other islands.

Pancratium maritimum L. - G bulb - BO, 16.VIII.1986, western sands ; widespread.

Pancratium illyricum L. - G bulb - BO, 11.III.1990, gravelly and stony areas in the southwestern side - *Ib.*, 29.IV.1990, gravelly impluvia and meadows in the centralwestern area - *Ib.*, 21.III.1993, among the pebbles in the southwestern gravelly bay ; common. It grows often associated with *Carduus cephalanthus*. Endemic of Sardinia, Corsica and Capraia.

DIOSCOREACEAE

Tamus communis L. - G rad - BO, 10.VIII.1986, on the inaccesible area among the wild olive trees and the junipers - *Ib.*, 14.III.1993, on the high areas ; widespread. The leaves of some specimens are almost threelobes ; the medium lobe is long and it could be ascribed to the subsp. *cretica* L.

IRIDACEAE

Gynandriris sisyrinchium (L.) Parl. - G bulb - BO, 28.I.1990, *folia* - *Ib.*, 18.IV.1993, sandy clearings near the cultivated pines and along the western path ; widespread.

Crocus minimus DC. - G bulb - BO, 28.I.1990, to the South of the path connecting the two southern beaches ; widespread. Endemic of Sardinia, Corsica and Capraria.

Romulea requienii Parl. - G bulb - BO, 31.III.1991, along the western path. Endemic of Sardinia and Corsica.

Romulea columnae Sebastiani & Mauri subsp. *rollii* (Parl.) Marais - G bulb - BO, 31.III.1991, near the soutwestern sands ; very rare.

JUNCACEAE

Juncus maritimus Lam. - G rhiz - BO, 24.I.1993, centraleastern coastal ravines ; very rare.

Juncus acutus L. - H caesp - BO, 16.VIII.1986, near tamarisk on the centralwestern sands - *Ib.*, 11.III.1990, in an impluvium of the southwestern coast ; widespread.

Juncus bufonius L. - T caesp - BO, 3.VI.1990, temporary humid meadows on the NW coast ; rare.

Juncus hybridus Brot. - T caesp - BO, 3.VI.1990, on the edges of the pools located to NE ; very rare.

GRAMINEAE

Vulpia geniculata (L.) Link - T caesp - BO, 5.V.1990, eastern side and southern area ; rare.

Vulpia myuros (L.) C.C. Gmelin - T caesp - BO, 16.VIII.1986, meadows on the highest areas ; rare.

Vulpia fasciculata (Forskål) Samp. - T caesp - BO, 16.VIII.1986, on the sand reed of the southwestern beach - *Ib.*, 6.V.1990, sands of the western area ; widespread.

Desmazeria marina (L.) Druce - T scap - BO, 10.VIII.1986, coastal meadows. it rarely grows on the internal areas ; widespread.

Dactylis glomerata L. subsp. *hispanica* (Roth) Nyman - H caesp - BO, 10.VIII.1986, along the coast and on the internal areas ; common.

Lamarckia aurea (L.) Moench - T scap - BO, 6.V.1990, rocky ravines on high areas and southern meadows ; rare.

Briza maxima L. - T scap - BO, 10.VIII.1986, by the *Calicotome* and by the burnt junipers - *Ib.*, 6.V.1990, interruptions of the shrub ; widespread.

Briza minor L. - T scap - BO, 29.IV.1990, centralwestern table-land ; very rare.

Melica ciliata L. subsp. *magnolii* (Gren. & Godron) Husnot - H caesp - BO, 10.VIII.1986, in the lentisk bushes ; rare.

Bromus rigidus Roth - T scap - BO, 10.VIII.1986, southern level area ; very rare.

Bromus madritensis L. - T scap - BO, 29.IV.1990, high areas ; not widespread.

Bromus hordeaceus L. - T scap - BO, 10.VIII.1986, among the wild olive trees and among the burnt junipers - *Ib.*, 6.V.1990, meadows ; rare.

Brachypodium retusum (Pers.) Beauv. - H caesp - BO, 10.VIII.1986, common.

Brachypodium distachyon (L.) Beauv. - T scap - BO, 5.V.1990, meadows and interruptions of the shrub in the centralnorthern area ; rare.

Elymus farctus (Viv.) Runemark - G rhiz - BO, 16.VIII.1986, western sandy areas ; rare. It is often trampled and, due to the erosion of the coast, it is removed as well. This species is diminishing.

Hordeum murinum L. subsp. *leporinum* (Link) Arcangeli - T scap - BO, 10.VIII.1986, meadows on the highest areas and coastal rocky ravines ; widespread.

Hordeum marinum Hudson - T scap - BO, 10.VIII.1986, southern meadows and cliffs ; rare.

Avena barbata Pott - T scap - BO, 10.VIII.1986, centralsouthern level area - *Ib.*, 2.III.1990, meadows and ravines on high areas ; widespread.

Avena sterilis L. - T scap - BO, 29.IV.1990, among the southern rockrose plants ; very rare.

Lophochloa cristata (L.) Hyl. - T caesp - BO, 29.IV.1990, interruptions of the shrub and among the northeastern lithosoils ; rare.

Lophochloa pubescens (Lam.) H. Scholz - T caesp - BO, 16.VIII.1986, southwestern sandy, pebbly areas ; rare.

Lagurus ovatus L. - T scap - BO, 10.VIII.1986 *et* 5.V.1990, widespread.

Anthoxanthum aristatum Boiss. - T scap - BO, 10.VIII.1986, meadows between *Calicotome* and *Pistacia* - *Ib.*, 6.V.1990, southern area ; widespread.

Agrostis stolonifera L. - H rept - BO, 16.VIII.1986, humid southern meadows ; very rare.

Gastridium ventricosum (Gouan) Schinz & Thell. - T scap - BO, 10.VIII.1986, central level area ; widespread.

Polypogon monspeliensis (L.) Desf. - T scap - BO, 3.VI.1990, on the edges on the pools located to NE ; very rare.

Polypogon maritimus Willd. subsp. *subspathaceus* (Req.) Bonnier & Layens - T scap - BO, 10.VIII.1986 *et* 6.V.1990, meadows along the cliffs and usually located on the coast ; widespread.

Polypogon viridis (Gouan) Breistr. - H caesp - BO, 10.I.1993, impluvia and humid level areas on the centralwestern areas ; rare.

Ammophila arenaria (L.) Link subsp. *arundinacea* Lindb. - G rhiz - BO, 16.VIII.1986, coastal western sands. This species is lessening.

Parapholis incurva (L.) C. E. Hubbard - T scap - BO, 10.VIII.1986, coastal sandy, clayey meadows ; widespread.

Piptatherum miliaceum (L.) Cosson - H caesp - BO, 16.VIII.1986, centralsouthern area - *Ib.*, 24.I.1993, by the cultivated pines ; rare.

Stipa capensis Thunb. - T scap - BO, 10.VIII.1986, arid meadows - *Ib.*, 14.III.1993, ravines and interruptions of the shrub near the big wild olive trees ; rare.

Sporobolus pungens (Schreber) Kunth - G rhiz - BO, 16.VIII.1986, coastal western sands ; widespread.

Cynodon dactylon (L.) Pers. - G rhiz - BO, 10.VIII.1986, centralsouthern level area - *Ib.*, 6.V.1990, by the stone pen ; rare.

Hyparrhenia hirta (L.) Stapf - H caesp - BO, 10.VIII.1986, central level area, high areas - *Ib.*, 21.III.1993, rocky ravines on the southern areas ; rare.

ARACEAE

Arum pictum L. - G rhiz - BO, 28.I.1990 *et* 10.I.1993, widespread. Endemic of Sardinia, Corsica, Montecristo and Balearic Islands.

Arisarum vulgare Targ.-Tozz. - G rhiz - BO, 28.I.1990, widespread. Some small specimens having a red spathe have been observed.

Ambrosinia bassii L. - G rhiz - BO, 21.III.1993, southern area towards the West of *Euphorbia dendroides* ; very rare.

Dracunculus muscivorus (L. *fil.*) Parl. - G rhiz - BO, 28.I.1990, widespread but it rarely grows on sand. Endemic of Sardinia, Corsica and Baleric Islands.

CYPERACEAE

Scirpus holoschoenus L. - G rhiz - BO, 28.I.1990, temporarily humid meadows on the centralwestern area ; widespread.

Carex distachya Desf. - H caesp - BO, 29.IV.1990, high table lands ; rare.

Carex divisa Hudson - G rhiz - BO, 21.III.1993, southern humid meadows ; rare.

Carex flacca Schreber subsp. *serrulata* (Biv.) W. Greuter - G rhiz - BO, 11.III.1990, clayey, sandy meadows close to the sea and located in the centralsouthern area ; rare.

ORCHIDACEAE

Orchis papilionacea L. subsp. *grandiflora* (Boiss.) Bauman - G bulb - BO, 14.III.1993, meadows subject to erosion in the northwestern area ; rare.

Serapias lingua L. - G bulb - BO, 6.V.1990, centralsouthern arid meadows ; rare.

CONCLUSIONS

During my herborizations on Mortorio Island I picked out 286 entities (also the not native species are included in the list) that are distributed in 60 families and 185 genera. It is a quite numerous flora whose biologic diversity, although in such a limited surface, is noteworthy : this is due to the presence of several habitat that, although deeply deteriorated, make the growth of species with different ecological valency possible. *Compositae*, (42 entities), *Gramineae* (35 entities), *Leguminosae* (33 entities) are the most numerous families while *Trifolium*, *Euphorbia*, *Erodium*, and *Vicia* are the most noteworthy genera.

The chorologyc factors show the clean prevalence of Mediterranean species while the biological spectrum (P=8.7%, Ch=6.3%, H=14.4%, G=13.3%, Th=56.2%, Hy=1.1%), calculated on the spontaneous contingent, shows the high rate of annual species that are perfectly fit to the arid, stony habitat of Mortorio whose soil is poor and has a limited thickness.

The analysis and the distribution of the other biological types make it possible to precise that geophyte, 38/286, are really numerous and grow mainly on the centralsouthern area of the island ; on the contrary, the limited presence of chamaephyte, 18/286, on a island such as Mortorio Island where rocks are fundamental to the characterization of the habitat, is due to the scarce number of species fit to rocky life. The growth of hydrophyte, 3/286, does not mean that habitat where it is possible to find some pools can exist all the year round on Mortorio ; acttually *Posidonia oceanica* forms undersea meadows while *Callitriche stagnalis* is present in its annual type and can get over the long periods of aridity. As for *Ruppia brachypus*, the biological behaviour on this entity mirrors the environmental conditions of the island. As a matter of fact, MARCHIONI ORTU's notes (1984) on some Sardinian humid areas where *Ruppia brachypus* grows, are situated to Mortorio as well. On this island, *Ruppia brachypus* grows on small pools and gives its fruits in May-June while the little plants die and are enclosed in the dry mud.

On the whole, the biological spectrum of Mortorio points out a mediterranean station characterized by arid summers and mild, rainy winters. For some aspect, the spectrum of Mortorio is similar to the spectra about some Cyrenaic place, reported by DANSERAU (1957) : they are habitat where, also due to the previously mentioned, causes there is a subdesertic component concerning both soils and plants ; this might be confirmed if comparisons with past studies on flora, pedology and climate could be carried out.

The above floristic list enables to make some considerations on the biological spectrum and to evaluate the phytogeographic relevance of its past and present flora. The endemic plants are especially relevant ; they are 17 species that help to characterize the flora and put into show the naturalistic importance of Mortorio. Unfortunately, this naturalistic importance will lessen if no preserving measures, aiming at a qualified management of this biotope, are taken ; it is alarming, for example, the absence of *Nananthea perpusilla*, a endemism that is lessening in the areas where it grows. This species was not found on the Archipelago of Maddalena (northern Sardinia). This species was defined as one of the smallest plants of the italian flora (PIGNATTI, 1982), and regarded as a geographic relict (CORRIAS, 1981). It seems to have found a more

favourable habitat on small islands. Its absence might be due to the environmental upset on Mortorio after June 1906. At that time, VACCARI picked up *Nananthea perpusilla* and *Buphthalmum inuloides*; this accurate researcher defined them as «two precious endemisms» and qualified them as «extremely aboundant». At present *Buphthalmum inuloides* is not aboundant and grows quite only in rocky ravines.

The disappearance of species does not concern only endemic plants. I could not find *Rumex scutatus*, pointed out by VACCARI (1928) and pointed out also on Molara (PICCI, 1972) and Molarotto (LORENZONI, 1970) Islands.

The numerical diminution of some entities is especially relevant : it is the case of many psammophilous species that are more and more lessening and might even disappear because of the erosion of the coast and the excessive trampling. *Polygonum maritimum*, *Elymus farctus*, *Ammophila arenaria* are running this risk. These species characterize some vegetal associations, help to keep the sand and to consolidate coastal dunes.

Environmental alterations often help the spread of not autochtonous species : this is the case of *Euphorbia prostrata*, an exotic species pointed out only on the southern Sardinia (BOCCHIERI *et al.*, 1982) and on the Island of Ogliastra (BOCCHIERI e MOSSA, 1986). As VIEGI *et al.* (1974) assumed, this species of spurge family might have grown on Mortorio for causes connected with tourism.

Parts of infructescences of *Echinophora spinosa* are often found along the coasts of Mortorio. They might come from the near Tavolara where DESOLE (1960) pointed them out. Despite my accurate search, I could not find *Echinophora spinosa* on Mortorio Island; in the future this umbellifer might grow on some sandy bay. I thought to find aboundant and competitive *Lavatera arborea*, a typical species of microinsular habitat that grows on the near Poveri Islands (BOCCHIERI, 1991) and Camere Islands (personal notes) ; according to the vegetal enthropy of Mortorio also this species might afterwards grow on some niche on the island.

Mortorio Island, whose faunistic importance was pointed out by SCHENK and TORRE (1988), was subjected to a notable degradation after 1961 ; in that year the Consortium of Costa Smeralda modified the utilization of many lands in Gallura. Also Mortorio, that had previously used as a grazing land, was subjected to such a change and, although at present it is not used for agricoltural purposes, the summer months have contributed to change its vegetation that, as we have already noticed, is extremely degrated. Such a degradation would have been more determinant if the island, purchased by some building societies, had been used for lotting and, afterwards, for various buildings. At present, this danger seems to be overcome although the buyers left a trace of their purposes represented by the settlement of a pine-wood near the southwestern beach. Finally, the fire of August 1985 spread over the most part of the island and was decisive for the degradation of the vegetation ; also in that case some careless tourists caused such a terrible ecological disaster.

As for the single elements of the vegetation, the analysis from the aereal photos led to the identification of the following typologies.

Psammofilous vegetation. It is localized on small portions of Tipic Salorthids ; it is characterized by *Ammophila arenaria*, *Elymus farctus*, *Anthemis maritima*, *Euphorbia paralias*, *Otanthus maritimus*, *Polygonum maritimus*, *Salsola soda*, *Salsola kali* etc. ; they are small surfaces and subject to a heavy anthropic action.

Rupicolous vegetation. It characterizes granitic rocks and covers a broad area of the island ; it can be easily seen because on the degradation consequent to the fire that spread over a great part of the island. This type of vegetation has a quite simple structure that reveals the degree of degradation of the plants once the relicts on chamaephyte and phanerophyte located among the rocks are observed.

Vegetation made up by elements subject to temporary seasonal hydromorphya. This type of vegetation grows on the level areas of the island or where the rain-water becomes stagnant. Such surfaces have a limited extent and are characteristic of Lithic Xerorthents with a thin type A horizon ; they show clear marks of erosion, form humid areas lasting 5-6 months a year or areas where the hydric component is very high. These areas and remnants of the coastal garigue represented by hervaceous populations formed by therophyte and hemicryptophyte rhizomatous are part of an intricate mosaic ; they don't characterize this vegetational typology but they constitute its completion.

Vegetation of coastal garigues. It grows on surface where very stony and rocky Lithic Xerorthents are found easily. This typology is like an homogenous mosaic of small surfaces covered by little shrubs and suffruttices and by therophyte or hemicryptophyte rhizomatous. Also

in this case, the presence of single elements typical of the shrub supplies noteworthy information on the formation of the vegetation.

Shrub vegetation made up by *Calicotome villosa* and *Pistacia lentiscus*. It is a definite vegetal typology that appeared after the degradation due to the fire as the growth of *Calicotome villosa* witnesses while as the growth of *Pistacia lentiscus* stands for the evolutive renewal of the vegetation. These two species often grow on two different layers : the first one is mostly covered by *Calicotome* while the second one by lentisk. Remnants of junipers, growing on some Tipic and Lithic Xerorthents, are present in this vegetation ; they are close to the maximum evolution of these soil and they are characterized by the absence of a proper bedstead.

Junipers and wild olive trees vegetation. It puts its roots on one side of the island. In times not far from now this vegetation covered a great part of the island ; this fact helped the development of Tipic Xerorthents thanks to the presence of lentisk on the inferior layer. Actually lentisk is a good bearer of basis and it is able to enrich soils thanks to its noteworthy organic horizon. This vegetation is a factor of notable development in an environment characterized by high temperatures, aridity and strong winds. It is close to climax situation as far as its flora composition and the formation of its structure are concerned.

From all we have said to now, it is clear that Mortorio is a noteworthy island because of the presence of relevant animal and vegetal species. The anthropic action is perhaps the only big danger run by the island and should be regulated ; it should not be left to the common sense of the visitors who, sometimes, show a very limited ecological conscience. For these reasons and also for helping a paedogenesis that leads to the reconstructions of soils that have been impoverished, the ecological managment of Mortorio should be planned and started as soon as possible.

REFERENCES

ARRIGONI P.V. e DIANA S., 1985 - Le piante endemiche della Sardegna : *Limonium prothoemaeum* Arrigoni *et* Diana. Boll. Soc. Sarda Sci. Nat., 24 : 227-280.

ARRIGONI P.V. *et al.*, 1977-1991 - Le piante endemiche della Sardegna. Boll. Soc. Sarda Sci. Nat., 17-28.

BOCCHIERI E., 1991 - La flora delle isole dei Poveri (Sardegna nord-orientale) e osservazioni sulla competitività di qualche specie. Boll. Soc. Sarda Sci. Nat., 28 : 191-199.

BOCCHIERI E. e MOSSA L., 1986 - La flora dell'isola dell'Ogliastra (Sardegna centro-orientale). Boll. Soc. Sarda Sci. Nat., 25 : 125-142.

BOCCHIERI E., MULAS B., POLEDRINI A., 1982 - Segnalazioni floristiche italiane : *Euphorbia prostrata* Aiton. Inform. Bot. Ital., 14(2-3) : 153.

CORRIAS B., 1981 - Le piante endemiche della Sardegna : *Nananthea perpusilla* (Loisel.) DC. Boll. Soc. Sarda Sci. Nat., 20 : 282-286.

DANSERAU P., 1957 - Biogeography. An ecological perspective. The Ronald Press Company, New York.

DE MARTIS B., LOI M.C., POLO B., 1984 - Il genere «Tamarix » L. *(Tamaricaceae)* in Sardegna. Webbia, 37(2) : 211-235.

DESOLE L., 1960 - Flora e vegetazione dell'isola Tavolara. Webbia, 15(2) : 461-587.

FIORI A., 1923-1929 - Nuova Flora Analitica d'Italia. 1-2. Tip. Ricci, Firenze.

GESTRO R., 1904 - Una gita in Sardegna. Bull. Soc. Geogr. Ital., 4 : 1-39.

LORENZONI G.G., 1970 - Alcune erborizzazioni sullo scoglio di Molarotto (Sardegna Nord-Orientale). Inform. Bot. Ital., 2(2) : 71-73.

MARCHIONI ORTU A., 1984 - *Ruppia* in Sardegna : considerazioni ecologiche e biologiche. Rend. Sem. Fac. Sci. Univ. Cagliari, 54 (suppl.) : 135-141.

MORIS G.G. - 1837-1859 - *Flora Sardoa*. 1-3. Reg. Tip., Torino.

PICCI V., 1972 - Contributo alla conoscenza della flora e della vegetazione delle isole della costa nord orientale della Sardegna. 1°. L'Isola Molara - Parte I. Arch. Bot. Biogeogr. Ital., 48 : 31-64.

PIGNATTI S., 1982 - Flora d'Italia. 1-3. Edagricole, Bologna.

SCHENK H. e TORRE A., 1988 - L'avifauna nidificante nella fascia costiera della Sardegna, comprese le isole circum-sarde. Naturalista Sicil., S.IV, 12 (suppl.) : 187-192.

TUTIN T.G. *et al.*, 1964-1980 - *Flora Europaea.* 2-5. Cambridge University Press.

TUTIN T.G. *et al.*, 1993 - *Flora Europaea.* 1. Cambridge University Press.

VACCARI A., 1908 - Aggiunte alla flora dell'Arcipelago di Maddalena (Sardegna). Malpighia, 22 : 15-24.

VACCARI A., 1928 - Nuove aggiunte alla flora dell'Arcipelago di Maddalena e contributo alla flora di alcune isole adiacenti alla Sardegna. Atti. Soc. Nat. Mat. Modena, Ser. 6, 7 : 31-46.

VIEGI L., CELA RENZONI G., GARBARI F., 1974 - Flora esotica d'Italia. Lav. Soc. Ital. Biogeogr., 4 : 125-220.

ECOLOGIA MEDITERRANEA XXI (1/2) 1995 : 99-117

Considerazioni fitogeografiche sulla flora della Sicilia

Salvatore BRULLO*, Pietro MINISSALE* e Giovanni SPAMPINATO**

RIASSUNTO

La flora della Sicilia risulta nel complesso abbastanza ricca ed interessante (c. 3000 specie, di cui il 10% endemiche), ciò è da attribuire soprattutto alle peculiarità fisiografiche dell'isola nonchè alle sue vicissitudini paleogeografiche. Essa, pur essendo stata oggetto di numerosi studi tassonomici e floristici fin dal secolo scorso, merita comunque ulteriori indagini per la presenza ancora di specie e gruppi critici. Allo scopo di evidenziare la sua diversità floristica ed il rilevante interesse fitogeografico, viene proposta una suddivisione del territorio, coincidente con il dominio siculo, individuando, in base alla presenza di contingenti di specie esclusive (endemiche o no), una serie di distretti, riuniti in sottosettori e settori. Inoltre è evidenziata la carenza delle misure di protezione della flora con particolare riguardo per le specie più rare e minacciate, nonchè i problemi connessi alla conservazione di questa flora.

PAROLE-CHIAVE : Sicilia, flora, distretti floristici, conservazione

RÉSUMÉ

La flore de la Sicile est dans l'ensemble assez riche et intéressante (c. 3000 espèces, dont 10% sont endémiques), ce qui est à imputer surtout aux particularités physiographiques de l'île, ainsi qu'à ses vicissitudes paléogéographiques. Cette flore, tout en ayant été l'objet de nombreuses études taxonomiques et floristiques dès le siècle passé, mérite tout de même des recherches à l'heure actuelle, relatives à des espèces et groupes critiques. Afin de mettre en évidence la diversité floristique et le considérable intérêt phytogéographique de l'île, il est proposé une subdivision du territoire, correspondant au domaine sicilien, s'individualisant, sur la base de la présence d'espèces exclusives (endémiques ou non), une série de districts réunis en sous-secteurs et secteurs. En outre, la carence des mesures de protection de la flore particulièrement pour les espèces rares et menacées, ainsi que les problèmes relatifs à la conservation de cette flore, est mise en évidence.

MOTS-CLES : Sicile, flore, districts floristiques, conservation

SUMMARY

On the whole the flore of Sicily is quite rich and interesting (ca. 3000 species, of which 10% are endemic), this must be mainly attributed to the physiographic peculiarities of the island as well as the paleogeographic vicissitudes. Although, this flora was object of numerous floristical and taxonomical studies since last century, it is worth inquiring furtherly because of the occurrence of critical species and groups. In order to emphasize the floristic diversity and remarkable phytogeographical interest of this flora, a subdivision of the territory, coinciding with the sicilian dominion, is proposed; in particular, on the ground of the presence of exclusive species clusters (endemic or not), a series of districts, collected in sectors and subsectors, are individualized. Besides, the want of necessary steps for the protecton of the flora, especially for the rarest and endagered species, as well as the problems regarding its conservation, are examined.

KEY WORDS : Sicily, floristic districts, conservation

* Dipartimento di Botanica, Università di Catania Via A. Longo 19 I-95125 Catania

** Dipartimento di Agrochimica e Agrobiologia, Università di Reggio Calabria

INTRODUZIONE

La Sicilia, posta al centro del bacino del Mediterraneo di cui rappresenta l'isola di maggiori dimensioni, mostra nel suo complesso un notevole interesse floristico. Ciò è da ricercare anche nella notevole varietà di substrati, quale risultato di una complessa storia geologica, come pure nella topografia molto varia ed accidentata per la presenza di numerose aree montuose, fattori questi che determinano condizioni climatiche abbastanza diversificate. Da tenere in debita considerazione sono pure i collegamenti paleogeografici che l'isola ha avuto con i territori circostanti, che hanno permesso ripetuti scambi floristici.

Attorno alla Sicilia gravitano numerose piccole isole, isolate o riunite in arcipelaghi, le quali nel complesso si presentano abbastanza peculiari e diversificate sia sotto il profilo geomorfologico che floristico. Si tratta in particolare dell'arcipelago delle Eolie costituito da sette isolette principali (Vulcano, Lipari, Salina, Panarea, Stromboli, Filicudi e Alicudi), che, assieme a Ustica, rappresentano la parte sommitale di edifici vulcanici localizzati nel Tirreno meridionale. Un'altro arcipelago è quello delle Egadi posto in prossimità della costa nord-occidentale dell'isola, di cui fanno parte Favignana, Levanzo e Marettimo, costituite prevalentemente da calcari e dolomie mesozoiche. Un pò più a sud si trovano vicinissime al litorale le tre isole dello Stagnone (Isola Grande, Mozia e S. Pantaleo) di natura prevalentemente calcarenitica. Sempre nel Canale di Sicilia ci sono l'Isola di Pantelleria di origine vulcanica, l'Arcipelago delle Pelagie, rappresentato da Linosa di natura vulcanica e da Lampedusa e Lampione prettamente calcaree, e l'Arcipelago Maltese. Inoltre, vari isolotti si trovano in prossimità della costa iblea sud-orientale.

Per quanto riguarda la Sicilia si possono individuare tre versanti, uno tirrenico che corrisponde alla parte settentrionale dell'isola, uno ionico coincidente con la sua parte orientale e uno sud-occidentale rivolto verso il Canale di Sicilia. I litorali sono prevalentemente ciottolosi o sabbioso-ciottolosi soprattutto nella parte nord-orientale sia tirrenica che ionica, mentre nel versante sud-occidentale prevalgono i cordoni dunali sabbiosi interessati spesso verso l'interno da depressioni salmastre. I litorali rocciosi alternati a insenature sabbiose costituiscono invece la costa nord-occidentale e sud-orientale dell'isola. Il territorio nel suo complesso risulta prevalentemente montuoso con limitate e ridotte aree pianeggianti di tipo planiziale, fra queste l'unica di una certa estensione è la Piana di Catania attraversata dal F. Simeto. I sistemi montuosi più elevati, con cime di circa 1400-2000 m, sono localizzati nella parte settentrionale e costituiscono una dorsale abbastanza continua che va da Messina fino a Cefalù. In seno a questa catena possono essere distinti tre principali complessi, rappresentati dai Peloritani, Nebrodi e Madonie, la cui natura geologica è abbastanza varia e diversificata. In particolare i Peloritani risultano costituiti da rocce silicee appartenenti al complesso calabride (gneiss, scisti e graniti), mentre rari sono gli affioramenti di calcari mesozoici ; i Nebrodi sono rappresentati prevalentemente da flysh, non mancano comunque aree scistose e calcaree ; infine le Madonie sono costituite da una alternanza di calcari e dolomie del mesozoico, argille marnose e quarzareniti oligo-mioceniche. A contatto con il versante meridionale dei Peloritani e dei Nebrodi si trova l'edificio vulcanico dell'Etna, che con i suoi 3300 m circa di altezza, rappresenta la cima più elevata di tutta l'isola. La parte nord-occidentale dell'isola compresa tra Palermo e Trapani si presenta accidentata con numerosi rilievi montuosi distribuiti sia lungo la fascia costiera che all'interno, spesso con quote superiori a 1.000 m. Si tratta di montagne, talora isolate, costituite da calcari e dolomie mesozoiche fra cui sono da citare Rocca Busambra, M. Pizzuta, M. Cammarata, M. Cofano, M. Gallo, M. San Calogero, M. Erice, ecc. La parte sud-orientale dell'isola, coincidente in massima parte con il complesso dei Monti Iblei, è rappresentata prevalentemente da calcari miocenici, che costituiscono spesso degli ampi tavolati incisi da numerose valli fluviali, localmente chiamate cave. In quest'area sono frequenti, soprattutto in corrispondenza della parte più elevata delle coltri basaltiche plioceniche. Fra la Sicilia settentrionale e gli Iblei si interpone una vasta area sedimentaria costituita soprattutto da rocce della serie gessoso-solfifera messiniana (argille, marne, calcareniti, sabbie e gessi). Essa si presenta abbastanza uniforme con un andamento collinare piuttosto blando, fisionomicamente caratterizzata da estese superfici calanchive da cui si ergono spesso spuntoni rocciosi di natura calcarenitica o gessosa.

La Sicilia risulta interessata da un clima prettamente mediterraneo ma ben diversificato in base alle quote e ai versanti. Le temperature medie annue si aggirano sui 17-18°C delle zone costiere, scendendo fino a 10°C delle aree montane più elevate soprattutto nel settore nord-orientale dell'isola. In particolare nella parte cacuminale dell'Etna i valori si abbassano ulteriormente raggiungendo i 5°C. Le precipitazioni sono concentrate nei mesi autunnali e invernali, diminuendo notevolmente in primavera fino ad essere praticamente nulle nei mesi estivi.

Nella massima parte del territorio dell'isola cadono mediamente dai 500 ai 700 mm annui di pioggia, che in alcuni tratti costieri scendono sotto i 500 mm. Sui rilievi le precipitazioni si attestano sui 1000 mm, con punte superiori a 1300 mm nelle stazioni più elevate del settore nord-orientale. Nel complesso in Sicilia si possono distinguere vari tipi di bioclimi, rappresentati dal termomedi-terraneo, nella variante secca limitatamente alle aree costiere occidentali e meridionali, come pure nella Piana di Catania, e subumida che interessa vaste aree all'interno della Sicilia occidentale, centrale e meridionale-orientale nonchè la fascia costiera settentrionale. I territori centro-settentrionali e nord-orientali dell'isola manifestano invece un bioclima prettamente mesomediterraneo, rappresentato sia dalla variante subumida che umida. Solo sui rilievi elevati del settore nord-orientale si osserva un bioclima supramediterraneo di tipo umido o subumido (cfr. BRULLO & SPAMPINATO 1990).

CONSIDERAZIONI SULLA FLORA

La flora della Sicilia, la quale risulta abbastanza ricca (ca. 3000 taxa fra specie e sottospecie), è stata oggetto di studio, fin dalla fine del 700 e per tutto l'800, da parte di numerosi botanici, fra cui in particolare sono da ricordare UCRIA (1797), BIVONA-BERNARDI (1806-7, 1813-16), RAFINESQUE (1810), PRESL (1826), TINEO (1817, 1846), PARLATORE (1839, 1844-46), GUSSONE (1827-28, 1832-34, 1843-45), BIANCA (1839-59), TODARO (1845, 1866), TORNABENE (1887, 1889-92), STROBL (1878-87, 1880), NICOTRA (1878-83, 1884-96), LOJACONO-POJERO (1888-1909). Le ricerche floristiche diminuirono nettamente nella prima metà del 900 ; fra i pochi autori che hanno pubblicato dei contributi sono da ricordare SOMMIER (1906-8, 1922), ZODDA (1898-99, 1928), PONZO (1900, 1902), ALBO (1919). Una certa ripresa si è avuta negli ultimi 40 anni soprattutto con indagini floristiche limitate alle piccole isole e ad alcune aree della Sicilia ad opera di FRANCINI & MESSERI (1956), DI MARTINO (1960, 1963), DI MARTINO & TRAPANI (1967, 1968), FERRO & FURNARI (1968, 1970), GRAMUGLIO *et al.* (1959), CACCIATO (1950), BARTOLO *et al.* (1988), ecc. Un particolare interesse rivestono gli studi tassonomici avviati negli ultimi 20 anni che hanno portato alla descrizione di numerose specie nuove e alla rivalutazione di parecchie di quelle critiche o dubbie. Queste ricerche, che hanno apportato un sostanziale arricchimento alla flora sicula, sono state effettuate da vari autori delle Università di Catania (BARTOLO, BRULLO, FERRO, PAVONE, SPAMPINATO), di Palermo (MARCENO, MAZZOLA, RAIMONDO) e di altre Università italiane e straniere (GARBARI, MORALDO, NARDI, PIGNATTI, POLATSCHEK, QUEZEL , RAFFAELLI, ecc.). Fra i generi oggetto di studi tassonomici sono da citare *Allium* (BARTOLO *et al.* 1986; BRULLO & PAVONE 1983; BRULLO *et al.* 1982; GARBARI 1987), *Aristolochia* (NARDI 1984), *Astragalus* (FERRO 1980), *Brassica* (MAZZOLA & RAIMONDO 1988, RAIMONDO *et al.* 1991), *Campanula* (BRULLO 1993), *Chiliadenus* (BRULLO 1979), *Cremnophyton* (BRULLO & PAVONE 1987) *Desmazeria* (BRULLO 1985), *Erysimum* (POLATSCHEK 1974), *Genista* (BRULLO *et al.* 1993, VALSECCHI 1986), *Limonium* (BRULLO 1980, 1988; RAIMONDO 1993, RAIMONDO & PIGNATTI 1986), *Phagnalon* (PIGNATTI 1969), *Rhamnus* (RAIMONDO 1980), *Salix* (BRULLO & SPAMPINATO 1988), *Scilla* (BRULLO & PAVONE 1987), *Serapias* (BARTOLO & PULVIRENTI 1993), *Silene* (BRULLO & SIGNORELLO 1984), *Stipa* (MORALDO 1986), *Suaeda* (BARTOLO *et al.* 1987), *Valantia* (BRULLO 1979, 1980), *Zelkova* (DI PASQUALE *et al.* 1992), ecc.

Sotto il profilo fitogeografico la flora sicula manifesta marcate peculiarità da ricercare soprattutto in un ricco contingente endemico, come pure nella presenza di numerose specie rare o comunque di notevole significato tassonomico. Abbastanza significativa è pure la presenza di specie appartenenti all'elemento centro-mediterraneo, sud-mediterraneo, sud-oest-mediterraneo, est-mediterraneo ecc.; le quali evidenziano antichi collegamenti da ricercare nelle vicissitudini paleogeografiche e geologiche che, soprattutto a partire dal Messiniano (Miocene inferiore), hanno interessato l'isola e i territori circostanti.

Di particolare rilievo è un contingente di specie che la Sicilia ha in comune con il Maghreb, che attesta l'esistenza in passato di ripetuti e prolungati collegamenti con questa parte del Nordafrica, quali *Anemone palmata, Aristolochia altissima, Aristolochia navicularis, Caralluma europaea subsp. europaea, Carduncellus pinnatus, Carex intricata, Cutandia divaricata, Diplotaxis crassifolia, Gagea mauritanica, Genista aspalathoides, Lonas annua, Parietaria mauritanica, Patellifolia patellaris, Periploca angustifolia, Plantago cupanii, Salix pedicellata, Saponaria sicula, Suaeda pruinosa, Vicia glauca, Vicia sicula, Volutaria lippi*, ecc.

Significativa è pure la presenza di endemismi strettamente affini tassonomicamente ad altre specie presenti nei territori vicini, da considerare pertanto come vicarianti originatesi in seguito a processi di segregazione per isolamento geografico. Esse risultano più

diffuse nelle stazioni montane cacuminali, come pure negli ambienti rupestri della Sicilia settentrionale. Di un certo rilievo è anche un gruppo di specie orientali, localizzate in prevalenza sul versante ionico dell'isola e nel territorio ibleo, da collegare alle connessioni che questa parte della Sicilia ha avuto con l'area balcanica ed egea, come *Cardamine graeca, Carex illegitima, Cistus parviflorus, Crocus albiflorus, Ferulago nodosa, Fritillaria messanensis, Platanus orientalis, Putoria calabrica, Sarcopoterium spinosum, Salvia fruticosa, Silene cretica,* ecc. Sui rilievi del settore nord-orientale risulta ben rappresentato un contingente di specie nemorali ed igrofile a distribuzione settentrionale, appartenenti soprattutto all'elemento europeo, euroasiatico e circumboreale, che sono arrivate sull'isola probabilmente durante le glaciazioni e si sono potute mantenere grazie alle condizioni ambientali marcatamente mesiche di questa parte della Sicilia, fra queste sono da ricordare *Alopecurus aequalis, Asplenium septentrionale, Carex digitata, Carex laevigata, Carex paniculata, Carex pallescens, Chenopodium bonus-enricus, Epipactis palustris, Equisetum palustre, Juncus compressus, Polygonum amphibium, Ranunculus penicillatus, Utricularia australis, Wolffia arrhiza,* ecc. Rilevante è pure il contingente autoctono rappresentato per lo più da paleoendemismi, da considerare come relitti dell'antica flora terziaria, si tratta in particolare di *Abies nebrodensis, Allium franciniae, Anthemis ismelia, Armeria gussonei, Asperula gussonei, Astracantha nebrodensis, Bupleurum dianthifolium, Bupleurum elatum, Centaurea tauromenitana, Chiliadenus lopadusanus, Genista cupanii, Hieracium cophanense, Hieracium lucidum, Jurinea bocconei, Limonium sibthorpianum, Limonium todaroanum, Odontites bocconei, Petagnia saniculifolia, Pseudoscabiosa limonifolia, Rhamnus lojaconoi, Suaeda pelagica, Thymus nitidus, Urtica rupestris,* ecc.

Territori floristici della Sicilia

Per le peculiarità sopra evidenziate la Sicilia può considerarsi, in accordo con GIACOMINI (1958) e DI MARTINO & RAIMONDO (1979), come un'area floristica a se stante, ben caratterizzata da un considerevole contingente endemico (ca. il 10 % dell'intera flora), che in base ai criteri fitocorologici utilizzati in letteratura (ARRIGONI 1983) può essere definita come dominio siculo. L'analisi fitogeografica ha consentito inoltre l'individuazione all'interno del territorio siculo di diversi distretti floristici, definiti in base alla presenza esclusiva di contingenti di specie sia endemiche che appartenenti ad altri elementi corologici. Ciò trova una giustificazione anche su base fisiografica (topografia, geologia, clima) che paleogeografica, fattori questi che permettono di evidenziare delle aree ben diversificate sia sotto il profilo floristico che fisionomico-vegetazionale. Il dominio siculo, che oltre alla Sicilia riunisce anche le isolette circum-siciliane, inclusa Malta, può essere suddiviso in diverse unità fitogeografiche (figura 1 e tab. 1).

Tabella 1
Territori floristici del dominio siculo

1 - Settore eusiculo
  A - Sottosettore nord-orientale
    a - Distretto madonita
    b - Distretto nebrodense
    c - Distretto peloritano
    d - Distretto etneo
    e - Distretto eolico
  B - Sottosettore occidentale
    a - Distretto drepano-panormitano
    b - Distretto egadense
  C - Sottosettore centrale
    a - Distretto agrigentino
    b - Distretto catanense
  D - Sottosettore meridionale
    a - Distretto ibleo
    b - Distretto camarino-pachinense
2 - Settore pelagico
    a - Distretto cosirense
    b - Distretto algusico
    c - Distretto lopadusano
    d - Distretto melitense

1 - SETTORE EUSICULO

E' da attribuire a questo settore l'intero territorio siculo, incluse le Isole Eolie, Egadi e Ustica. Si tratta del nucleo principale del dominio siculo floristicamente caratterizzato da un ricco contingente endemico, rappresentato da specie più o meno ampiamente distribuite su tutta l'isola. Si tratta per lo più di specie diffuse nei pascoli montani o legate ad ambienti nitrofili, mentre più rare sono quelle circoscritte ad ambienti rupestri o nemorali.

Fra gli endemismi strettamente siculi sono da citare :

Allium lehmanii Lojac.
Allium obtusiflorum DC.
Anthemis intermedia Guss.
Anthemis palumbi Lojac.
Astragalus huetii Bunge
Carlina sicula Ten. subsp. sicula
Crepis bivoniana Reichenb. ex Nyman

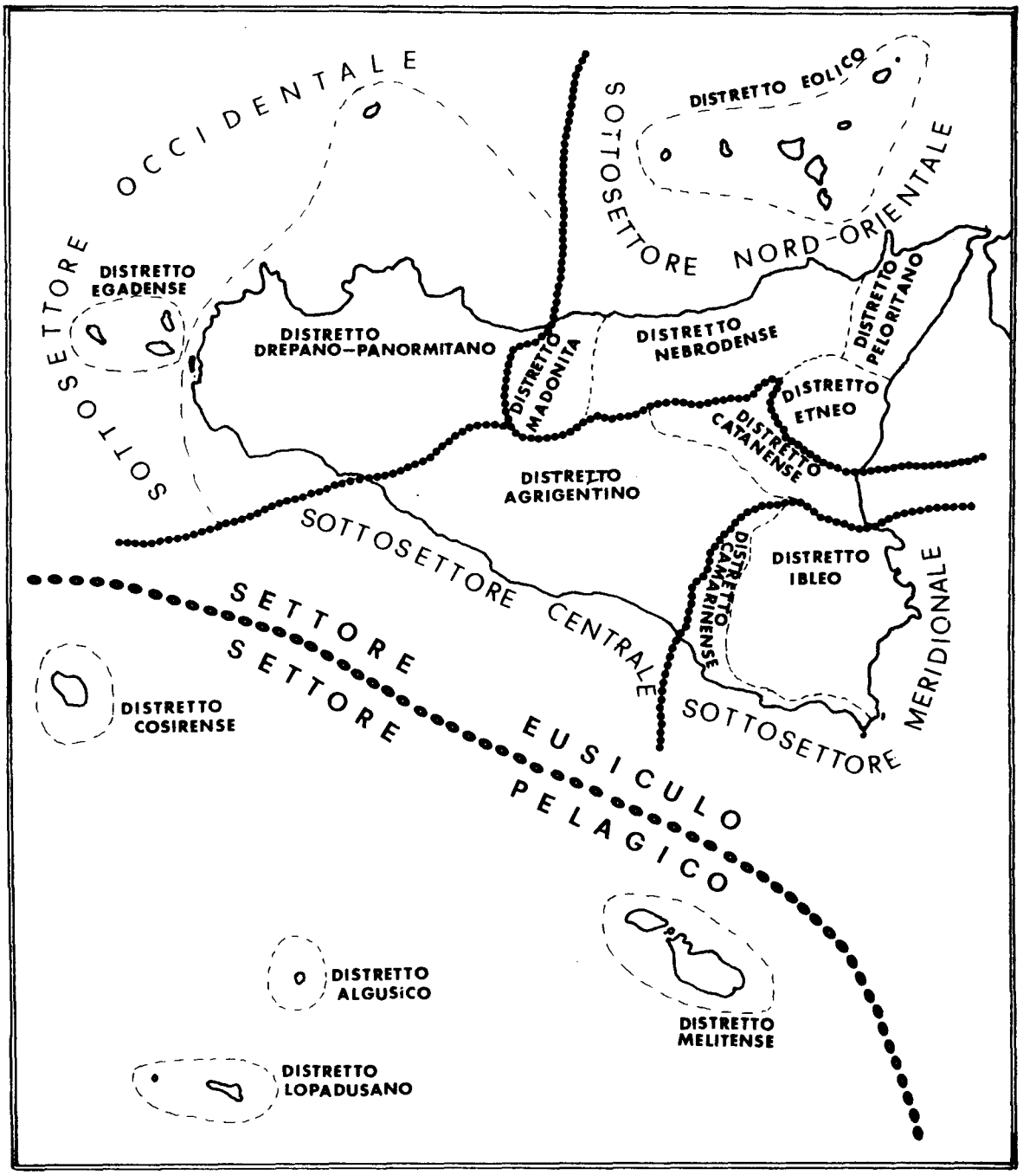


Figura 1.- I territori floristici della Sicilia (dominio siculo)

Crepis hyemalis (Biv.) Ces. P. & G.
Cymbalaria pubescens (Presl.) Cufod.
Echium italicum L.
subsp. siculum (Lacaita) Greuter & Burdet
Eryngium bocconei Lam.
Iris sicula Tod.
Matthiola rupestris Rafin.
Odontites bocconei (Guss.) Walpers
Odontites rigidifolia (Biv.) Bentham
Ophrys discolor Bianca
Ophrys lunulata Parl.
Ophrys oxyrhynchos Tod.
Ophrys panormitana (Tod.) Soó
Ornithogalum collinum Guss.
Scutellaria rubicunda Hornem.
Seseli bocconi Guss.
Stipa gussonei Moraldo
Symphytum gussonei F.W. Schultz
Taraxacum caramanicae Lojac.
Taraxacum siculum Van Soest
Tolpis gussonei (Fiori) Brullo
Tolpis quadriaristata Biv.
Tolpis sexaristata Biv.

Significativa è pure la presenza di alcuni endemismi distribuiti nella penisola italiana e in Sicilia, aventi sull'isola un'ampia diffusione, quali :

Allium cupanii Rafin.
Anthirrhinum siculum Miller
Aristolochia clusii Lojac.
Brassica rupestris Rafin.
Brassica incana Ten.
Carlina hispanica Lam.
subsp. globosa (Arcangeli) Meusel & Kastner
Crepis bursifolia L.
Dianthus rupicola Biv. subsp. rupicola
Euphorbia ceratocarpa Ten.
Gypsophila arrostii Guss.
Hypochaeris hispida Will.
Lathyrus odoratus L.
Linaria purpurea (L.) Miller
Micromeria canescens (Guss.) Benth.
Micromeria consentina (Ten.) Terrac.
Micromeria microphylla (Dum.-Urv.) Benth.
Narcissus italicus Ken-Gawl.
Ononis oligophylla Ten.
Ophrys exaltata Ten
Ophrys lacaitae Lojac.
Pimpinella anisoides Briganti
Scilla sicula Tin.
Scorzonera columnae Guss.
Senecio lycopifolius Desf.
Senecio squalidus L.
Senecio vernus Biv.
Silene sicula Ucria
Teucrium siculum Rafin
Thalictrum calabricum Sprengel
Thymus spinulosus Ten.
Tragopogon cupanii Guss.
Trifolium pratense L.
subsp. semipurpureum (Strobl) Pign.

A - Sottosettore nord-orientale

Questo sottosettore riunisce le principali aree montuose dell'isola, localizzate nella sua parte settentrionale (Madonie, Nebrodi Peloritani ed Etna), le quali costituiscono il naturale prolungamento della catena appenninica. Le quote variano dal livello del mare fino agli oltre 3300 m dell'Etna, mentre la natura geologica risulta, come accennato in precedenza, molto varia. In quest'area, nella quale si riscontrano i bioclimi più freddi e umidi dell'intero territorio siculo, vengono incluse pure le isole Eolie, in quanto presentano notevoli analogie sia per il clima che per le caratteristiche fitogeografiche con la Sicilia nord-orientale.

Floristicamente questo sottos ettore risulta caret-terizzato da un ricco contingente di specie esclu-sive o che hanno la loro massima distribuzione in esso, alcune di esse si rinvengono talora su qual-che rilievo della Sicilia occidentale. Si tratta di :

Acinos alpinus (L.) Moench
var. nebrodensis (Kerner & Strobl) Pign.
Aristolochia sicula Tineo
Asperula gussonei Boiss.
Aster sorrentini (Tod.) Lojac.
Carduus macrocephalus Desf. subsp. siculus Franco
Centaurea parlatoris Heldr.
Centaurea ucriae Lacaita
Erysimum bonannianum C. Presl
Euphorbia gasparrini Boiss.
Genista aristata C. Presl
Helichrysum rupestre (Rafin) DC. subsp. rupestre
Herniaria microcarpa C. Presl
Leontodon siculus (Guss.) Finch & Sell
Odontites rubra (Baumg.) Opiz. subsp. sicula (Guss.)Pign.
Onosma canescens C. Presl
Orobanche chironii Lojac.
Poa bivonae Parl.
Rubus aethnicus Ten.
Senecio siculus All.
Stipa sicula Moraldo et al.
Tanacetum siculum (Guss.) Strobl
Trifolium bivonae Guss.
Trisetum splendens C. Presl

Ben rappresentato è inoltre un secondo contingente di endemismi comuni con l'Italia, soprattutto meridionale, che testimoniano degli stretti legami fitogeografici fra questi due territori; tra queste specie sono da ricordare :

Ajuga tenorii C. Presl
Anthemis sphacelata C. Presl
Arum cylindraceum Gaspar.
Bunium petreum L.
Cardamine dubia Nicotra
Carlina nebrodensis Guss.
Cerastium tomentosum L.
Cirsium vallis-demonii Lojac.
Echinops siculus Strobl
Edraianthus siculus Strobl
Euphorbia corallioides L.
Gagea chrysantha (Jan) Schultes
Galium aetnicum Biv.
Heliotropium bocconei Guss.
Helleborus intermedius Guss.
Heracleum cordatum Presl
Hieracium macranthum (Ten.) Zahn
Knautia calycina (Presl) Guss.
Luzula sicula Parl
Myosotis sylvatica Hoffm.
subsp. elongata (Strobl) Grau
Polygala preslii Sprengel
Quercus leptobalana Guss.
Saxifraga australis Moric
Sisymbrella dentata (L.) O.E.Schulz

Solenanthus apenninus (L.) Fischer & C.A.Meyer
Tragopogon nebrodensis Guss.
Vicia elegans Guss.
Vicia laeta Cesati

Abbastanza significativa è pure la presenza di un ricco contingente di specie a più ampia distribuzione, in Sicilia esclusivo di questo sottosettore, fra cui :

Minuartia verna (L.)Hiern.
subsp. grandiflora (C. Presl) Hayek-Endem. Sard. Sic.
Berberis aetnensis C. Presl - C Medit.
Buglossoides minima (Moris) Fernandes - C Medit.
Hyoseris taurina Martinoli - C Medit.
Iberis semperflorens L. - C Medit.
Myosotis sylvatica Hoffm.
subsp. subarvensis Grau - C Medit.
Potentilla nebrodensis Strobl - C Medit.
Quercus congesta C. Presl - C Medit.
Quercus dalechampii Ten. - C Medit.
Anthemis montana L. - N Medit.
Anthemis triumfetti All. - N Medit.
Cardamine glauca Sprengel - N Medit.
Lamium flexuosum Ten. - N Medit.
Lepidium nebrodense Rafin - N Medit.
Taraxacum minimum (Briganti ex Guss.) Terrac.
N Medit.
Cardamine graeca L. - E Medit.
Carpinus orientalis Miller - E Medit.
Silene cretica L. - E Medit.
Sternbergia colchiciflora W. & K. - E Medit.
Anthyllis barba-jovis L. - O Medit.
Cirsium echinatum (Desf.) DC. - O Medit.
Dianthus longicaulis Ten. - O Medit.
Glyceria spicata Guss. - O Medit.
Helianthemum croceum (Desf.) Pers. - O Medit.
Jasione echinata Boiss. et Reuter - O Medit.
Lavandula multifida L. - O Medit.
Polycarpon polycarpoides (Biv.)Jahan. & Maire
O Medit.
Taraxacum obovatum (Willd.) DC. - O Medit.
Vulpia sicula (C. Presl) Link - O Medit.
Saponaria sicula Rafin. - SO Medit.
Dianthus arrostii C.Presl - SO Medit.
Carduncellus pinnatus (Desf.) DC. - SO Medit.
Helianthemum rotundifolium Dunal - SO Medit.
Logfia heterantha (Rafin.) J.Holub - SO Medit.
Plantago cupanii Guss. - SO Medit.
Taraxacum gasparrinii Tineo ex Lojac. - SO Europ.
Crocus biflorus Miller - NE Medit.
Dactylorrhiza saccifera (Brongn.) Soo - NE Medit.
Hieracium crinitum Sibth. & Sm. - NE Medit.
Astragalus echinatus Murray - Circum Medit.
Juniperus hemisphaerica C. Presl - Circum Medit
Leontodon cichoraceus (Ten.) Sanguin. - Circum Medit.
Mochringia pentandra Gay - Circum Medit..
Secale strictum (Presl) Strobl - Circum Medit.
Carex depauperata Good - Medit. Atl.
Cerastium glutinosum Fries - Medit. Irano Turan.
Ephedra nebrodensis Guss. - Medit. IranoTuran.
Helianthemum aegyptiacum (L.) Miller - Medit. Irano Turan.
Melica cupanii Guss. - Medit. Irano Turan.
Cenchrus ciliaris L. - S Medit. Saharo Arabica
Aethionema saxatile (L.) R. Br.
subsp. saxatile - Euro Medit.
Ilex aquifolium L. - Euro Medit.
Valeriana tuberosa L. - Euro Medit.
Acer obtusatum Willd. - SE Europ.
Arabis rosea DC. - SE Europ.
Barbarea bracteosa Guss. - SE Europ.
Crocus albiflorus Kit. - SE Europ.
Galanthus corcyrensis (G. Beck) F.Stern - SE Europ.
Galanthus reginae-olgae Orph.
subsp.vernalis Kamari - SE Europ.
Potentilla calabra Ten. - SE Europ.
Helianthemum tomentosum (Scop.) Schinz & Thell.
Europ.
Dianthus armeria L. subsp. armeria - Europ.
Utricularia australis R.Br. - Europ.
Carex caryophyllea Latour - Euro Asiat.
Carex contigua Hoppe - Euro Asiat.
Carex oederi Retz - Euro Asiat.
Cirsium arvense (L.) Scop. - Euro Asiat.
Evonymus europaeus L. - Euro Asiat.
Hieracium sylvaticum (L.) L. - Euro Asiat.
Lonicera xylosteum L. - Euro Asiat.
Myosotis nemorosa Besser - Euro Asiat.
Serratula tinctoria L. - Euro Asiat.
Cardamine flexuosa With. - Circum Bor.
Alnus glutinosa (L.) Gaertner - Paleo Temp.
Arabis auriculata Lam. - Paleo Temp
Campanula trachelium L. subsp. trachelium - Paleo Temp.
Carduus nutans L. subsp. nutans - Paleo Temp.
Logfia arvensis (L.) J. Holub - Paleo Temp.
Thlaspi perfoliatum L. - Paleo Temp.
Cerastium holosteoides Fries - Cosmop.
Cystopteris dickieana Sim. Cosmop.
Deschampsia caespitosa (L.) Beauv. - Cosmop.
Osmunda regalis L. - Cosmop.

a - Distretto madonita

Il complesso montuoso delle Madonie sia per la sua storia paleogeografica che natura geologica presenta una notevole autonomia rispetto alle altre aree montuose dell'isola. Esso risulta costituito prevalentemente da dolomie e calcari mesozoici, frammisti spesso a quarzareniti e argille. Numerose sono le vette che superano i 1700 m, con quote massime di circa 2000 m. Il paesaggio si presenta molto vario e ancora ben conservato con la presenza di estese formazioni boschive, come faggete, querceti sempreverdi (leccete e sugherete) e caducifogli a roverella e a rovere, garighe, pascoli e cespuglieti orofili, cenosi rupicole e glareicole, nonchè ripali e igrofile. Sulle Madonie si rinviene in particolare il più ricco contingente endemico di tutta l'isola, che conferisce a questo territorio un rilevante interesse naturalistico.

Fra gli endemismi siculi esclusivi dell'area madonita sono da citare :

Abies nebrodensis (Lojac.) Mattei
Adenostyles nebrodensis Strobl
Allium nebrodense Guss.
Allium permixtum Guss.
Alyssum nebrodensis Tineo
Arabis madonia C. Presl
Astragacantha nebrodensis (Guss.) Greuter
Aubretia deltoidea (L.) DC. subsp. sicula (Strobl) Brullo
Barbarea sicula C. Presl
Bupleurum elatum Guss.
Campanula marcenoi Brullo
Draba olympicoides Strobl
Evacidium discolor (DC.) Maire
Festuca pignattorum Mgf.-Dbg.
Gagea nebrodensis (Tod.) Nyman
Genista cupanii Guss.
Genista demarcoi Brullo Scelsi Siracusa
Helianthemun nebrodense Guss.
Helichrysum nebrodense Heldr.
Hesperis cupaniana Guss.
Hieracium nebrodense Tin. ex Lojac.
Hieracium symphytifolium Froelich
Jurinea bocconei (Guss.) DC.
Laserpitium siculum Sprengel
Leucojum nebrodense(Lojac.) Brullo
Linum punctatum C. Presl
Peucedanum nebrodense (Guss.) Nyman
Rhamnus lojaconoi Raimondo
Rosa strobliana Burnat
Senecio candidus (Presl) DC.
Sideritis sicula Ucria
Silene minae Strobl
Silene saxifraga (L.) subsp. lojaconi (Lacaita) Brullo
Viola nebrodensis C. Presl

In Sicilia risultano inoltre esclusive delle Madonie un certo numero di specie subendemiche o a più ampia distribuzione, quali :

Armeria nebrodensis (Guss.) Boiss. - Endem. It. Sic.
Cardamine monteluccii Brilli & Gubellini Endem. It. Sic.
Eleocharis nebrodensis Parl. - Endem. It. Sic.
Minuartia graminifolia (Ard.) Jav. subsp. graminifolia - Endem. It. Sic.
Ptilostemon niveus (Presl) Greuter - Endem. It.Sic.
Verbascum rotundifolium Ten. - Endem. It. Sic.
Buglossoides incrassata (Guss.) Johnston - C Medit.
Rosa serafini Viv. - C. Medit.
Cerinthe auriculata Ten. - E Medit.
Arenaria grandiflora L. subsp. grandiflora - O Medit.
Artemisia alba Turra - O Medit.
Herniaria permixta Guss. SO Medit.
Vicia glauca C. Presl - SO Medit.
Cynoglossum nebrodensis Guss. - NO Medit.
Cotoneaster nebrodensis (Guss.) Koch - N Medit.
Ferulago campestris (Besser) Grec. - N Medit.
Minuartia condensata (C. Presl) Hand.-Mazz. - N Medit.
Colchicum triphyllum G. Kuntze - Circum Medit.
Iberis carnosa Willd. - Circum Medit.
Ornithogalum comosum L. - Circum Medit.
Daphne oleoides Schreber - Medit. Irano Turan.
Cephalanthera damasonium (Miller) Druce - Euro Medit.
Helianthemum canum (L.) Baumg. - Euro Medit.
Myosotis stricta Roemer & Schuttes - Euro Medit.
Campanula trichocalycina Ten. - SE Europ.
Rhamnus infectorius L. - SE Europ.
Scleranthus marginatus Guss. - SE Europ.
Silene monachorum (Vis.& Pancic) Vis.& Pancic - SE Europ.
Thesium parnassi DC. - SE Europ.
Thlaspi rivale C. Presl - SE Europ.
Carex laevigata Sm. - Europ.
Carex paniculata L. - Europ.
Corydalis intermedia (L.) Merat - Europ
Chenopodium bonus-henricus L. - Euro Asiat.
Gagea fistulosa Schuttes - Euro Asiat.
Rorippa sylvestris (L.) Besser - Euro Asiat.
Plantanthera bifolia (L.) Rchb. - Paleo Temp.
Androsace elongata L. - Circum Bor.
Carex pallescens L. - Circum Bor.
Carex tumidicarpa Anderss. - Circum Bor.
Juncus compressus Jacq. - Circum Bor.
Myosurus minimum L. - Circum Bor.
Polygonatum odoratum (Miller) Druce - Circum Bor.

b - Distretto nebrodense

Questo territorio montuoso, interposto fra i Peloritani e le Madonie, risulta prevalentemente interessato da flysh e da rocce metamorfiche, con isolati affioramenti di calcari mesozoici. I rilievi, con cime comprese tra i 1400 e 1800 m circa, sono distribuiti lungo una dorsale che degrada a nord verso la costa tirrenica, e presentano normalmente un andamento piuttosto blando. Il clima si presenta abbastanza umido e fresco soprattutto sul versante settentrionale. Il paesaggio nebrodense risulta caratterizzato da formazioni boschive, come faggete, cerrete e sugherete, mentre più rare sono le leccete e i querceti a roverella. Il notevole degrado ambientale causato dall'eccessivo pascolamento ha favorito la diffusione delle formazioni erbacee rappresentate da pascoli montani molto peculiari. Di notevole interesse sia paesaggistico che naturalistico sono pure le numerose aree umide rappresentate da piccoli bacini lacustri e paludi, in cui si localizza una interessante e rara flora igrofila costituita in prevalenza da elementi settentrionali.

Fra le specie esclusive in Sicilia dei Nebrodi sono da segnalare due rari endemismi, di cui uno rappresentato dall'unico genere monospecifico endemico dell'isola, e diverse specie ad ampia distribuzione, quali :

Carduus rugulosus Guss. Endem. Nebr.

Petagnia saniculifolia Guss. Endem. Nebr.
Polygonatum gussonei Parl. - Endem. It. Sic.
Carex intricata Tineo - SO Medit.
Ononis hispida Desf. - SO Medit.
Rhynchocorys elephas (L.) Griseb - NE Medit.
Callitriche lenisulca Clavaud - Circum Medit.
Turritis pseudoturritis (Boiss.& Heldr.) Velen. Circum Medit.
Cerastium dubium (Bast.) Guepin. - Euro Medit. Irano Tur.
Callitriche hamulata Koch - Europ.
Alopecurus aequalis Sobol - Euro Asiat
Aristolochia clematis L. - Euro Asiat.
Carex digitata L. - Euro Asiat.
Dianthus deltoides L. subsp. deltoides - Euro Asiat.
Gagea lutea (L.) Ker.-Gawl. - Euro Asiat.
Groenlandia densa (L.) Fourr. - Euro Asiat.
Sparganium emersum Rehm. - Euro Asiat.
Epipactis palustris (Miller) Crantz - Circum Bor.
Equisetum palustre L. - Circum Bor.
Wolffia arrhiza (L.) Wimm. - Paleo Tropic.
Taxus baccata L. - Paleo Temp.
Persicaria amphibia (L.) S.F. Gray - Cosmopol.
Spirodela polyrrhiza (L.) Schleid. - Cosmopol.

c - Distretto peloritano

I Peloritani occupano tutta la porzione nord-orientale dell'isola costituendo una catena montuosa caratterizzata da numerosi rilievi con cime che superano di poco i 1300 m. Essi sono solcati da ampie vallate alluvionali localmente chiamate fiumare, dove scorrono corsi d'acqua a regime prettamente torrentizio. Geologicamente questo territorio risulta caratterizzato dalla prevalenza di rocce metamorfiche e intrusive, non mancano però affioramenti di rocce sedimentarie quali calcari e arenarie, come pure depositi sabbiosi.

In questo distretto, floristicamente ben differenziato, si rinvenyono diversi endemismi, di cui alcuni esclusivi di quest'area, quali :

Anthemis messanensis Brullo
Centaurea seguenzae (Lacaita) Brullo
Centaurea tauromenitana Guss.
Limonium sibthorpianum (Guss.) O Kuntze
Limonium tauromenitanum Brullo
Limonium jonicum Brullo
Plantago peloritana Lojac.
Salix gussonei Brullo & Spampinato

In Sicilia risultano inoltre circoscritte a questo territorio diverse specie a più ampia distribuzione, molte delle quali sono presenti anche nella Calabria meridionale. Ciò è da attribuire ai ripetuti collegamenti intercorsi in passato tra questi due territori. Fra queste sono da citare :

Artemisia variabilis Ten. - Endem. It. Sic.
Bellis margaritaefolia Huter P. & R. - Endem. It. Sic.
Centaurea deusta Ten. subsp. conocephala (Fiori) Brullo - Endem. It. Sic.
Erucastrum virgatum C. Presl - Endem. It. Sic.
Hypochoeris pennatifida (Ten.) Cyr. - Endem. It. Sic.
Senecio gibbosus (Guss.) DC. - Endem. It. Sic.
Silene tenuiflora Guss. - Endem. It. Sic.
Tolpis grandiflora Ten. - Endem. It. Sic.
Trifolium savianum Guss. Endem. It. -Sic.
Cardamine chelidonia L. - C Medit.
Carduus cephalanthus Viv. - C Medit.
Anthemis chia L. - E Medit.
Aristolochia lutea Desf. - E Medit.
Echinops spinosissimum Turra - E Medit.
Anthemis tomentosa L. - NE Medit.
Fritillaria messanensis Rafin - NE Medit..
Adenocarpus commutatus Guss. - O Medit
Cistus crispus L. - O Medit.
Tuberaria lignosa (Sweet) Samp. - O Medit.
Conringia orientalis (L.) Dumort.- Euro Medit. Irano Tur.
Tricholaena teneriffae (L.f.) Link - Medit. Saharo Arabico
Arctium nemorosum Lej. & Court. - Europ.
Cytisus scoparius (L.) Link - Europ.
Epilobium dodonaei Vill. - Europ.
Tilia platyphyllos Scop. - Europ.
Coeloglossum viride (L.) Hartm. - Circum Bor.
Woodwardia radicans (L.) Sm. - Circum Bor.

d - Distretto etneo

L'edificio vulcanico dell'Etna, che si estende dal livello del mare fino a più di 3300 m, costituisce un'area molto peculiare di notevole interesse naturalistico e paesaggistico. L'ambiente etneo è caratterizzato dalla sovrapposizione di colate laviche di differente età, sulle quali si osservano i vari stadi di coloniz-zazione vegetale ad iniziare da quelli pionieri a crittogame fino alle formazioni più evolute di tipo climacico. A rendere ancora più vario il paesaggio c'è pure l'azione antropica, che incide pesantemente sul territorio alterandone spesso in modo sostanziale l'originaria copertura vegetale. Il bioclima risulta molto vario in relazione alla quota; esso infatti va dal termomediterraneo all'oromediterraneo e inoltre si presenta decisamente più umido sul versante orientale e settentrionale rispetto a quello meridionale e occidentale marcatamente più aridi. Floristicamente questo territorio è ben caratterizzato da diversi endemismi localizzati soprattutto nella fascia alto-montana. Fra queste specie si possono citare :

Adenocarpus bivonae (C. Presl) C. Presl
Anthemis aetnensis Schouw
Astracantha sicula (Rafin.) Greuter
Betula aetnensis Rafin.
Buglossoides splitbergeri (Guss.) Brullo
Celtis aetnensis (Tornabene) Strobl
Erysimum aetnense Jordan
Hieracium pallidum Biv.

Limonium catanense (Lojac.) Brullo
Poa aetnensis Guss.
Rumex aetnensis C. Presl
Scleranthus aetnensis Strobl
Scleranthus vulcanicus Strobl
Senecio aetnensis Jan
Senecio ambiguus (Biv.) DC.
Senecio glaber Ucria
Silene vulgaris (Moench)Garcke
subsp. aetnensis (Strobl) Pign.
Viola aethnensis Parl.

Ben rappresentato è inoltre il contingente di specie non endemiche ma in Sicilia esclusive di questo territorio, quali :

Genista aetnensis (Biv.) DC. - Endem. Sic. Sard.
Acinos granatensis (Boiss. & Reuter) Pereda
subsp. aetnensis (Strobl) Pign. - Endem. It. Sic
Epipactis meridionalis Baumann & Lorenz Endem. It. Sic
Alyssum minutum DC. - Circum Medit.
Pinus laricio Poiret - C Medit.
Robertia taraxacoides (Loisel.) DC. - C Medit.
Sedum aetnense Tineo - N Medit.
Micropyrum tenellum (L.) Link - Euro Medit.
Ranunculus penicillatus (Dumort.) Bab. - Euro Medit
Teesdalea nudicaulis (L.) Rbr. - Euro Medit.
Calamagrostis epigejos (L.) Roth - Euro Asiat.
Asplenium septentrionale (L.) Hoffm. - Circum Bor.
Chenopodium hybridum L. - Circum Bor.
Bombycilaena erecta (L.) Smolj. - Paleo Temp
Thalictrum minus L. subsp. minus - Paleo Temp.

e - Distretto eolico

L'arcipelago delle Eolie è situato nel Mar Tirreno meridionale a pochi chilometri dalla costa siciliana. Esso è costituito da sette isole principali e alcune minori tutte di natura vulcanica, la cui altezza sfiora in alcuni casi i 1000 m. Nonostante la loro recente origine, le Isole Eolie risultano abbastanza ben caratterizzate sul piano floristico, vengono perciò considerate come un distretto a se stante. Fra le specie endemiche di questo distretto sono da citare :

Centaurea aeolica Guss.
Cytisus aeolicus Lindley
Daucus foliosus Guss.
Silene hicesiae Brullo & Signorello
Dianthus aeolicus Lojac.

Il contingente non endemico, esclusivo di questo distretto è invece rappresentato da :

Bassia saxicola (Guss.) Scott - Endem. It. Sic.
Helichrysum litoreum Guss. - C Medit.
Genista tyrrhena Valsecchi - C Medit.
Wahlenbergia nutabunda (Guss.) DC. - O Medit.
Clematis flammula L. - Europ.

B - Sottosettore occidentale

In questo sottosettore rientra tutta la parte occidentale dell'isola che ad est trova il suo limite nel bacino dell'Imera settentrionale, mentre a nord è delimitata dalla linea di costa che va da Cefalù fino a Trapani e a sud con la zona costiera che arriva fino a Sciacca e con i rilievi dei Monti Sicani. Da includere sono pure le Isole Egadi e le Isole dello Stagnone. Geologicamente esso risulta rappresentato prevalentemente da affioramenti di calcari e dolomie mesozoiche che trovano una loro naturale continuazione nell'area madonita. Frequenti sono pure substrati sedimentari e depositi miocenico-quaternari, soprattutto nella parte più meridionale. Per quanto riguarda il bioclima di questo sottosettore esso va dal mesomediterraneo umido, tipico dei rilievi più elevati, al termomediterraneo secco che caratterizza la parte costiera meridionale.

Floristicamente quest'area risulta differenziata da specie di notevole interesse floristico e fitogeografico, che conferiscono ad essa una marcata autonomia. Si tratta di specie spesso abbastanza rare e isolate tassonomicamente o che presentano collegamenti con taxa diffusi nei territori del Mediterraneo occidentale; alcune di esse penetrano marginalmente anche nel distretto madonita. Fra quelle diffuse in tutto il sottosettore sono da segnalare alcuni endemismi siculi e delle specie a più ampia distribuzione mediterranea quali :

Asperula rupestris Tin. - Endem. Sic.
Centaurea ucriae Lacaita - Endem. Sic.
Helichrysum rupestre (Rafin.) DC.subsp. rupestre - Endem. Sic.
Limonium bocconei (Lojac.) Litard. - Endem. Sic.
Limonium lojaconoi Brullo - Endem. Sic.
Limonium ponzoi (Fiori & Beg.) Brullo - Endem. Sic.
Pseudoscabiosa limonifolia (Vahl) Devesa - Endem. Sic.
Ranunculus rupestris Guss. subsp. rupestris- Endem. Sic.
Lithodora rosmarinifolia (Ten.) Johnston - Endem. It. Sic.
Lonas annua (L.) Grande - SO Medit.
Rhamnus oleoides L. S Medit.
Micromeria fruticulosa (Bertol.) Silic. - C Medit.
Limonium dubium (Guss.) Litard. - C Medit.
Asteriscus maritimus (L.) Less. - Circum Medit.

a - Distretto drepano-panormitano

In questo distretto rientra tutta l'area strettamente sicula del sottosettore occidentale, incluse le Isole dello Stagnone. Esso risulta caratterizzato soprattutto dalla presenza di numerosi rilievi montuosi di natura calcarea o dolomitica, come i monti del palermitano e del trapanese, diffusi sia lungo la fascia costiera (San

Calogero, Catalfano, Pellegrino, Gallo, Pecoraro, Palmeto, Passo del Lupo, Cofano, Erice, ecc.) che all'interno (Pizzuta, Kumeta, Rocca Busambra, ecc.), e il complesso dei Sicani (Cammarata, Rose, D'Indisi, P.zo Catera, ecc.).

La flora di questo distretto risulta caratterizzata da un ricco contingente di specie esclusive fra cui riveste un notevole interesse la componente endemica. Fra gli endemismi circoscritti a questa area sono da citare :

Anthemis cupaniana Tod. ex Nyman
Anthemis ismelia Lojac.
Anthyllis vulneraria L. ssp busambarensis (Lojac.)Pign.
Armeria gussonei Boiss.
Aster sorrentini (Tod.) Lojac.
Brassica bivoniana Mazzola & Raimondo
Brassica drepanensis (Caruel) Ponzo
Brassica villosa Biv.
Calendula maritima Guss.
Centaurea busambarensis Guss.
Centaurea macracantha Guss.
Centaurea todari Lacaita
Centaurea umbrosa Lacaita
Cirsium misilmerense Tin. ex Ces., P. & G.
Colchicum gussonei Lojac.
Crepis spathulata Guss.
Delphinum emarginatum C.Presl subsp. emarginatum
Dianthus paniculatus Lojac.
Erica sicula Guss. subsp. sicula
Eryngium crinitum C. Presl
Erysimum metlesicsii Polaischek
Gagea busambarensis (Tin.) Parl.
Gagea lacaitae Terracc.
Gagea ramulosa Terracc.
Galium litorale Guss.
Galium pallidum J. & C. Presl
Genista gasparrinii (Guss.) Presl
Helichrysum pendulum C.Presl
Helichrysum siculum (Sprengel) Boiss.
Hieracium cophanense Lojac.
Hieracium lucidum Guss.
Limonium densiflorum (Guss.) O. Kuntze
Limonium flagellare (Lojac.) Brullo
Limonium furnarii Brullo
Limonium halophilum Pign.
Limonium lylibeum Brullo
Limonium mazarae Pign.
Limonium panormitanum (Tod.) Pign.
Limonium selinunthinum Brullo
Limonium todaroanum Raimondo & Pign.
Muscari lafarinae (Lojac.) Garbari
Ophrys pallida Rafin.
Panicum compressum Biv.
Phagnalon metlesicsii Pign.
Schoenoplectus philippi (Tineo)
Scilla cupani Guss.
Urtica sicula Gaspar.
Valantia deltoidea Brullo
Verbascum siculum Tod.

Notevole è pure il contingente di specie non endemiche ma esclusive del distretto :

Cerastium scarani Ten. - Endem. It. Sic.
Filaginella uliginosa (L.) Opiz
subsp. prostrata (Nyman) Brullo - Endem. It. Sic.
Gagea chrysantha (Jan) Schultes - Endem. It. Sic.
Salvia gussonei Boiss. - Endem. It. Sic..
Stipa crassiculmis P. Smirnov
subsp. picentina Martinovsky et al. - Endem. It. Sic.
Stipa austroitalica Martinovsky
subsp. appendiculata (Celak.) Moraldo-Endem.It. Sic.
Trifolium brutium Ten. Endem. It. Sic.
Carex panormitana Guss. - Endem. Sicilia Sardegna
Convolvulus cneorum L. - C Medit.
Desmazeria sicula (Jacq.) Dumort. - C Medit.
Petasites fragrans (Vill.) C. Presl - C Medit.
Allium subvillosum Salzm. O Medit.
Anemone palmata L. - O Medit.
Calendula arvensis L.
subsp. hydruntina (Fiori) Lanza - O Medit.
Centaurea africana Lam. - O Medit.
Cicendia filiformis (L.) Delarbre - O Medit. Atl.
Damasomium polyspermum Cosson - O Medit.
Euphorbia bivonae Steudel
Helianthemum intermedium Pers. - O Medit.
Hymenolobus pauciflorus (Koch) A.W.Hill - O Medit.
Phagnalon sordidum (L.) Reichenb. - O Medit.
Stipa barbata Desf. - O Medit.
Cephalaria joppensis (Reichenb.) Coulter - E Medit.
Gagea ambliopetala Boiss & Heldr. - E Medit.
Gagea mauritanica Durieu SO Medit.
Jonopsidium albiflorum Durieu - SO Medit.
Lotus biflorus Desr. - SO Medit.
Lotus coniugatus L. - SO Medit.
Parietaria mauritanica Durieu - SO Medit.
Scrophularia frutescens L. - SO Medit
Spergularia tunetana (Maire) Jalas - SO Medit.
Trifolium jasminianum Boiss. SO Medit.
Vicia sicula (Rafin.) Guss. - SO Medit
Viola munbyana Boiss. & Reuter - SO Medit
Gagea granatellii Parl. S Medit.
Aristida coerulescens Desf. - S Medit. Saharo Arab.
Cardopatum corymbosum (L.) Pers. - NE Medit.
Centaurea aspera L. - NO Medit.
Cynomorium coccineum L. - Medit. Irano Turan.
Damasonium bourgaei Cosson - Circum Medit.
Halocnemum strobilaceum (Pallas) MB. - Circum Medit.
Limonium avei (De Not.) Brullo & Erben - Circum Medit.
Parapholis marginata Runemark - Circum Medit.
Polygonum equisetiforme Sm. - Circum Medit.
Tulipa sylvestris L. - Euro Medit.
Alyssum siculum Jordan - SE Europ.
Hippocrepis glauca Ten. - SE Europ.
Medicago muricoleptis Tineo - SE Europ.
Iberis pinnata L. - Europ.
Bassia laniflora (S. G. Gmelin) Scott - Euro Medit.
Minuartia verna (L.) Hiern.subsp. verna - Euro Asiat.
Arabis hirsuta (L.) Scop. - Circum Bor.
Hymenolobus procumbens (L.) Nut. - Cosmop.
Cyperus michelianus (L.) Delile - Paleo Temp.

b - Distretto egadense

L' Arcipelago delle Egadi, localizzato nel Canale di Sicilia, di fronte alla costa trapanese risulta costituito da tre isole di natura prevalentemente calcarea e dolomitica. Fra esse di particolare interesse è Marettimo, che per la sua natura prettamente montuosa e fortemente accidentata, conserva ancora delle notevoli emergenze naturalistiche. Più degradate e antropizzate risultano Favignana e Levanzo, che oltre ad essere quelle più prossime alla Sicilia, presentano delle coste più accessibili e quindi più idonee ad essere sfruttate a scopo turistico.

Tra gli aspetti di vegetazione naturale oggi più diffusi in queste isole prevalgono la macchia, la gariga, come pure la vegetazione casmofila e rupicola, in genere legata sia alle falesie che alle rupi costiere.

Esclusive dell'arcipelago delle Egadi risultano diversi rari endemismi, alcuni dei quali aventi il significato di antichi relitti terziari, quali :

Allium aethusianum Garbari
Allium franciniae Brullo & Pavone
Brassica macrocarpa Guss.
Bupleurum dianthifolium Guss.
Euphorbia papillaris (Guss.) Raff. & Ricc.
Helichrysum rupestris (Rafin.) DC.
subsp. messeriae (Pign.) Brullo
Limonium aegusae Brullo
Limonium tenuiculum (Guss.) Pign.
Scilla hughii Tineo
Thymus nitidus Guss.

Fra le specie non endemiche ma in Sicilia esclusive dell'arcipelago sono da ricordare :

Aristolochia navicularis Nardi - SO Medit.
Lagurus ovatus L.
subsp. vestitus (Messeri) Brullo - O Medit.
Daphne sericea Vahl - E Medit.
Erodium maritimum (L.) L'Her. - Medit. Atl.
Thymelaea tartonraira (L.) All. - Circum Medit.

C - Sottosettore centrale

Questo sottosettore si estende in tutta la Sicilia centrale, lungo la fascia che va dalle coste ioniche del catanese fino a quelle che si affacciano sul Canale di Sicilia ed è delimitata a nord dai territori facenti parte dei sottosettori nord-orientale e occidentale e a sud da quelli del sottosettore meridionale.

Geologicamente questo territorio risulta costituito in prevalenza da rocce sedimentarie appartenenti alla serie gessoso-solfifera del Messiniano, rappresentate da marne, argille, gessi, calcareniti ecc. Mancano rilievi particolarmente elevati e l'intera area presenta un andamento topografico piuttosto blando e ondulato. Ciò ha favorito uno sfruttamento agricolo del territorio abbastanza intenso ed esteso.

Il clima risulta per lo più di tipo termomediterraneo, spesso marcatamente arido, che, assieme alla natura dei substrati favorisce l'insediamento di formazioni steppiche di tipo nord-africano, quali : ligeti, iparrenieti e ampelodesmeti. Frequenti, ma più localizzati, sono pure aspetti di vegetazione a carattere alofilo in corrispondenza di affioramenti di depositi salini.

Fra le specie in Sicilia esclusive di quest'area sono da segnalare :

Echinaria todaroana (Cesati) Ciferri & Giacomini - Endem.
Salsola agrigentina Guss. - Endem.
Ammi crinitum Guss. Endem It. Sic.
Eryngium triquetrum Vahl O Medit.
Nigella arvensis L.
subsp. glaucescens (Guss.) Greuter & Burdet - SO Medit.
Convolvulus humilis Jacq. S Medit.
Daucus aureus Desf.- S Medit.
Daucus muricatus (L.) L. - S Medit.
Lygeum spartum L. - S Medit
Capparis sicula Veillard - Circum Medit.
Catananche lutea L. Circum Medit.

a - Distretto agrigentino

Questo distretto interessa buona parte del sottosettore centrale di cui rappresenta la porzione centro-occidentale. Esso ricade nelle province di Enna, Caltanissetta ed Agrigento.

Fra le specie endemiche esclusive di quest'area sono da citare :

Anthemis muricata Guss.
Astragalus raphaelis Ferro
Brassica tinei Lojac.
Herniaria fontanesii Gay
subsp. empedocleana (Lojac.) Brullo
Limonium calcarae (Janka) Pignatti
Limonium catanzaroi Brullo
Limonium optimae Raimondo
Limonium opulentum (Lojac.) Brullo
Puccinellia gussonei Parl.
Scabiosa parviflora Desf.
Senecio leucanthemifolius Poiret var. pectinatus Guss.

Il contingente non endemico esclusivo in Sicilia di questo distretto è rappresentato da

Lavatera agrigentina Tineo - Endem. It. Sic.
Chaenorrhinum rubrifolium (DC.) Fourr. - O Medit.
Diplotaxis crassifolia Rafin. - SO Medit.
Nepeta apulei Ucria - SO Medit.
Sedum gypsicola Boiss. & Reuter - SO Medit.
Reaumuria vermiculata L. - S Medit.
Suaeda pruinosa Lange - S Medit.
Cornus sanguinea L. subsp. sanguinea - Euro Asiat
Cucubalus baccifer L. - Euro Asiat.

b - Distretto catanense

Questo distretto, che coincide con buona parte del bacino del Simeto, rientra nella provincia di Catania. I substrati sono prevalentemente argillosi. Specie esclusive di questo distretto sono :

Silene vulgaris (Moench) Garcke
subsp. aetnensis (Strobl) Pign. - Endem.
Linum catanense Strobl - Endem.
Carduus acicularis Bertol. - E Medit.
Leontodon muelleri (Schultz-Bip.) Fiori - SO Medit.
Puccinellia borreri (Bab.) Hayek . Med. Atl.
Ranunculus gracilis Clarke - N Medit.
Corispermum leptopterum (Asch.)Iljin - Circum Bor.

D - Sottosettore meridionale

La parte sud-orientale dell'isola, delimitata a nord dal bacino del Fiume Simeto ed a ovest dai territori della provincia di Caltanissetta, costituisce un'area abbastanza estesa e ben caratterizzata sotto il profilo geo-morfologico e floristico-paesaggistico. Non si hanno rilievi particolarmente elevati ad eccezione di Monte Lauro che con i suoi 986 m rappresenta la cima più alta del territorio.

Geologicamente si osserva una certa variabilità per la presenza di calcari miocenici, vulcaniti terziarie, marne, calcareniti, argille, depositi sabbiosi, ecc.

Fra le specie in Sicilia circoscritte a questo sottosettore sono da segnalare alcuni endemismi ed altre specie piuttosto rare.

Limonium hyblaeum Brullo - Endem.
Desmazeria pignattii Brullo & Pavone-Endem. Iblei Malta
Senecio pygmaeus DC. - Endem. Iblei Malta
Lloydia trinervia (Viv.) Coss. - C Medit.
Brassica amplexicaulis Desf. - SO Medit.
Cichorium spinosum L. - Circum Medit.
Helichrysum stoechas (L.) Moench - Circum Medit.

a - Distretto ibleo

Questo distretto coincide con buona parte del sottosettore meridionale. Esso è essenzialmente costituito da affioramenti di rocce sedimentarie rappresentate da calcari miocenici, che formano degli estesi tavolati incisi da numerose e spesso profonde valli fluviali, localmente chiamate cave. Si tratta di uno degli ambienti più caratteristici dell'area iblea, di grande valore naturalistico ed ambientale. Frequenti sono pure nella parte più alta del territorio dei substrati lavici di origine terziaria concentrati prevalentemente attorno a Monte Lauro. Gran parte dell'altopiano ibleo è attualmente fortemente antropizzato a causa di colture agricole (seminativi) e pascoli per l'allevamento del bestiame. Gli ambienti vegetazionali naturali si riscontrano prevalentemente nei tratti più impervi e poco accessibili, soprattutto sul fondo e lungo i versanti delle cave. Le formazioni vegetali più rappresentate sono boschi sempreverdi e caducifogli, ripisilve, garighe, macchie, praterie e cenosi rupicole.

Fra le specie localizzate in quest'area ci sono diversi endemismi quali :

Calendula suffruticosa Vahl subsp. gussonei Lanza
Cyperus papyrus L. subsp.siculus (Parl.) Chiov.
Helichrysum hyblaeum Brullo
Helichrysum scandens Guss.
Limonium syracusanum Brullo
Myosotis humilis Tin. ex Lojac.
Trachelium lanceolatum Guss.
Urtica rupestris Guss.
Zelkova sicula Di Pasquale, Garfi & Quézel

Esclusive di questo distretto sono pure alcune specie a più ampia distribuzione, fra le quali è significativo un discreto contingente appartenente all'elemento mediterraneo orientale, esse sono :

Putoria calabria (L. fil.) Pers. - E Medit.
Salvia fruticosa L. - E Medit.
Sarcopoterium spinosum (L.) Spach - E Medit.
Ferulago nodosa (L.) Boiss. - NE Medit.
Aristolochia altissima Desf. - SO Medit
Arabis caucasica Willd. - Circum Medit.
Valantia hispida L. - Circum Medit.
Ceratophyllum submersum L. - Euro Medit.
Hydrocotyle vulgaris L. - Europ.
Corispermum leptopterum (Asch.) Iljin. - Circum Bor.
Arabis sagittata (Bertol.) DC. - Paleo Temp

b - Distretto camarino-pachinense

Questo distretto è circoscritto alla parte più occidentale e meridionale del sottosettore in oggetto. Fisionomicamente esso si individua per la presenza di substrati di origine soprattutto quaternaria, quali marne, argille, calcareniti e spesso estesi depositi sabbiosi. Si tratta pertanto

di superfici piuttosto blande e poco accidentate, su cui si insediano formazioni vegetazionali abbastanza peculiari, come sugherete, pinete e vari tipi di macchia, diffuse sia all'interno che in ambienti costieri.

Fra le specie più significative presenti in questo distretto sono da segnalare alcuni interessanti endemismi nonchè specie legate ad ambienti fortemente xerici, rappresentate soprattutto da terofite a distribuzione nord-africana.

Anthemis abrotanifolia (Willd.) Guss. - Endem.
Leopoldia gussonei Parl. - Endem.
Limonium pachynense Brullo - Endem.
Limonium pavonianum Brullo - Endem.
Retama retam (Forskål) Webb
subsp. gussonei (Webb) Greuter - Endem.
Senecio glaucus L. subsp. hyblaeus Brullo - Endem.
Serapias orientalis Nelson
subsp. siciliensis Bartolo & Pulvirenti - Endem.
Tuberaria villosissima (Pomel) Grosser
var. sicula Grosser - Endem.
Helianthemum sessiliflorum (Desf.) Pers. - SE Medit.
Cistus clusii Dunal - O Medit.
Linum maritimum L. - O Medit.
Platycapnos spicata (L.) Bernh. - O Medit.
Stachys arenaria Vahl - O Medit.
Cutandia divaricata (Desf.) Bentham - SO Medit.
Anchusa aggregata Lehm. - S Medit.
Lobularia libyca (Viv.) Webb & Berth. - S Medit.
Loeflingia hispanica L. - Medit. Irano Turan.
Malcolmia africana (L.) R.Br. - Paleo Temp.

2 - Settore pelagico

Questo settore include le isole localizzate nella parte centro-meridionale del Canale di Sicilia quali Pantelleria, Linosa, Lampedusa, Lampione e l'Arcipelago Maltese.

Si tratta di isole in parte di natura vulcanica come Pantelleria e Linosa o di natura sedimentaria, costituite prevalentemente da calcari, marne, calcareniti, argille, ecc. come Lampedusa, Lampione e Malta. Il clima di questi territori è marcatamente arido e risente di un notevole influsso da parte della vicina costa africana. Esso rientra prevalentemente nello termo-mediterraneo secco, con precipitazioni medie annue molto basse comprese tra 350 e 500 mm. Sotto il profilo floristico si osserva un rilevante contingente endemico, in alcuni casi si tratta di paleo-endemismi di origine terziaria, in altri di specie di provenienza nord-africana, che probabilmente sono da collegare a vicissitudini paleogeografiche.

Risultano esclusivi e diffusi su alcune o nella maggior parte di queste isole, sia diversi endemismi che un certo contingente di specie a più ampia distribuzione mediteranea, alcune delle quali raggiungono marginalmente le Isole Egadi.

Daucus rupestris Guss. Endem.
Elatine gussonei (Sommier) Brullo et al. Endem.
Euphorbia exigua L.
var. pycnophylla Kramer & Westra Endem.
Filago cosyrensis Lojac. Endem
Hymenolobus revelierii (Jordan) Brullo
subsp. sommieri (Pamp.) Brullo Endem.
Linaria pseudolaxiflora Lojac. Endem.
Logfia lojaconoi (Brullo) Brullo Endem.
Plantago afra L. subsp. zweirleinii (Nicotra) Brullo Endem.
Senecio incrassatus Guss. Endem.
Phagnalon graecum Boiss. & Heldr. - E Medit.
Parietaria cretica L. - E Medit.
Bellium minutum L. - E Medit.
Carduus marmoratus Boiss. & Heldr. - NE Medit.
Carthamus lanatus L.
subsp. baeticus (Boiss.)Reuter - SO Medit.
Periploca angustifolia Labill. - S Medit.
Onopordon argolicum Boiss. - S Medit.
Triadenia aegyptiaca (L.) Boiss. - S Medit.
Reichardia tingitana (L.) Roth - S Medit. Saharo Arab.
Catapodium zweirleinii (Lojac.) Brullo - Circum Medit.
Silene behen L. - Circum Medit.

a - Distretto cosirense

L'Isola di Pantelleria (l'antica Cosyra), che fra quelle del Canale di Sicilia è la più vicina alle coste africane, risulta costituita da una serie di edifici vulcanici che raggiungono con Montagna Grande la quota di 836 m, la più elevata di tutto il distretto.

Abbastanza diffuse e ben rappresentate sono le formazioni boschive quali pinete e leccete, come pure gli aspetti di macchia e gariga.

La flora di quest'isola risulta caratterizzata da alcuni neoendemismi quali :

Anthemis cosyrensis Guss.
Helichrysum errerae Tin.
Limonium cosyrense (Guss.) O Kuntze
Limonium parviflorum (Tineo) Pign.
Limonium secundirameum (Lojac.) Brullo
Matthiola incana (L.) R.Br.
subsp. pulchella (Conti) Greuter & Burdet
Senecio leucanthemifolius Poiret var. cosyrensis Lojac.

Significativa è pure la presenza di alcune specie rare, in Sicilia esclusive di quest'area insulare :

Carex illegitima Cesati - E Medit.
Brassica insularis Moris - SO Medit.
Genista aspalathoides Lam. - SO Medit.

Pimpinella lutea Desf. - SO Medit.
Ophrys scolopax Cav.
subsp. apiformis (Desf.) Maire & Weiller - SO Medit.
Schoenoplectus litoralis (Schrader) Palla
subsp. thermalis (Trabut) Brullo - SO Medit.
Pinus pinaster Aiton
subsp. hamiltonii (Ten.) Huguet - O Medit.
Limodorum trabutianum Batt. - O Medit. Atl.
Andryala cosyrensis Guss. - S Medit. Saharo Arab.

b - Distretto algusico

La piccola isola di Linosa (l'antica Algusa), facente parte dell'Arcipelago delle Pelagie, analogamente a Pantelleria risulta di origine vulcanica. Essa attualmente si presenta come un insieme di edifici vulcanici con cime non superiori ai 200 m costituite prevalentemente da depositi di natura pomicea e lapilli.

In quest'isola aridissima e di colore nerastro sono attualmente diffusi aspetti di macchia e praticelli effimeri. Le zone interne più pianeggianti sono invece ampiamente coltivate. Pur con la sua recente origine quaternaria e le sue modeste dimensioni, sull'isola si rinvengono alcuni endemismi esclusivi che come nel caso di Pantelleria possono essere considerati dei neoendemismi, quali :

Erodium neuradifolium Delile
var. linosae (Sommier) Brullo
Limonium algusae (Brullo) Greuter
Pancratium angustifolium Lojac.
Valantia calva Brullo

Fra il contingente non endemico ma esclusivo, rappresentato da specie in Sicilia circoscritte a queste isole, sono da ricordare alcune specie abbastanza significative, in massima parte di provenienza nordafricana come :

Patellifolia patellaris (Moch) A.J. Scott - O Medit.
Astragalus warionis Gand. - SO Medit.
Lotus peregrinus L. - E Medit.
Ononis serrata Forsskål - S Medit.
Spergula fallax (Lowe) Krause - S Medit.
Volutaria lippii (L.) Maire - S Medit. Saharo Arab.
Asphodelus tenuiflorus Cav. - Circum Medit.
Castellia tuberculosa (Moris) Bor - Circum Medit.
Heliotropium dolosum De Not. - Medit. Irano Turan.
Silene apetala Willd. - Medit. Irano Turan.

c - Distretto lopadusano

L'isola di Lampedusa e il vicino isolotto di Lampione si differenziano da Linosa, assieme alla quale costituiscono l'Arcipelago delle Pelagie, per la natura nettamente differente delle rocce. Esse infatti sono costituite essenzialmente da substrati calcarei di origine miocenica per quanto riguarda Lampedusa e mesozoica relativamente a Lampione. In particolare Lampedusa che è quella più estesa, risulta puttosto piatta, con la costa meridionale incisa da profondi valloni e quella settentrionale caratterizzata da alte falesie a picco sul mare.

La vegetazione attuale dell'isola, a causa dello scempio ambientale che è stato effettuato negli ultimi 150 anni, risulta profondamente degradata. I pochi esempi di formazioni naturali si riscontrano solo in alcuni punti impervi e lungo le coste. Significativa è comunque la presenza sull'isola di un discreto contingente endemico rappresentato per lo più da paleoendemismi originatisi per l'antico isolamento geografico dell'isola. Si tratta infatti per lo più di specie isolate tassonomicamente o con qualche affinità con taxa presenti in Sicilia o sulle coste del Mediterraneo meridionale. Fra gli endemismi sono da segnalare :

Allium hemisphaericum (Sommier) Brullo
Allium lopadusanum Brullo & Pavone
Anthemis lopadusana Lojac.
Chiliadenus lopadusanus Brullo
Cistus x skambergii Lojac.
Daucus lopadusanus Tineo
Diplotaxis scaposa DC.
Limonium albidum (Guss.) Pign.
Limonium intermedium (Guss.) Brullo
Limonium lopadusanum Brullo
Scilla dimartinoi Brullo & Pavone
Suaeda pelagica Bartolo, Brullo & Pavone

Significativa è inoltre la presenza di alcune specie, sul territorio siculo e spesso anche italiano, esclusive di quest'isola. Si tratta per lo più di entità abbastanza peculiari, a distribuzione prevalentemente sud-mediterranea o nordafricana quali :

Ophrys scolopax Cav. subsp. scolopax - O Medit.
Cistus parviflorus Lam. - E Medit.
Teucrium creticum L. - E Medit.
Allium hirtovaginatum Kunth - S Medit.
Caralluma europaea (Guss.) N.E.Br.
subsp. europaea - S Medit
Carlina involucrata Poiret - S Medit.
Linaria reflexa (L.)Desf.
subsp.lubbockii (Batt.)Brullo - S Medit.
Echinops spinosus L. - S Medit. Saharo Arab.
Launea nudicaulis (L.)Hooker - S Medit. Saharo Arab.
Paronychya arabica (L.) DC.
subsp. longiseta Batt. - S Medit. Saharo Arab.
Silene muscipula L. - Circum Medit.

d - Distretto melitense

L'Arcipelago Maltese costituito dalle due grosse isole di Malta e Gozo e da una serie di

isolotti tra cui in particolare Comino e Cominotto, mostra notevole affinità geomorfologiche e strutturali con l'area iblea e con l'isola di Lampedusa. Queste isole infatti risultano costituite prevalentemente da calcari miocenici formanti degli estesi tavolati incisi da profondi valloni localmente detti uadi, mentre le coste sono spesso rappresentate da spettacolari falesie estese anche per diversi chilometri alte oltre 100 m.

Essendo le isole intensamente antropizzate, sia a causa dell'urbanizzazione che delle colture agricole, la vegetazione naturale di tipo boschivo ed arbustivo in genere è attualmente abbastanza circoscritta a poche aree impervie o comunque poco accessibili. Molto più diffuse ed estese sono le formazioni rupicole presenti sui litorali rocciosi e sulle falesie. E' in particolare in questi ambienti rupestri che si localizza una ricca flora endemica caratterizzata da diversi paleoendemismi, fra cui due generi monospecifici endemici *(Palaeocyanus, Cremnophyton)*. Si tratta per lo più di specie tassonomicamente molto isolate, appartenenti all'antica flora terziaria, che si sono potute conservare grazie alle peculiari condizioni ambientali che questi habitat rupestri presentano. Fra questi endemismi maltesi sono da citare :

Allium lojaconoi Brullo Lanfranco & Pavone
Allium melitensis
Anacamptis urvilleana Sommier & Car.-Gat.
Anthemis urvilleana (DC.) Sommier & Car.-Gat.
Chiliadenus bocconei Brullo
Cremnophyton lanfrancoi Brullo & Pavone
Darniella melitensis (Boc.) Brullo
Euphorbia melitensis Parl.
Helichrysum melitense (Pignatti) Brullo et al.
Hyoseris frutescens Brullo & Pavone
Limonium melitense Brullo
Limonium zeraphae Brullo
Matthiola incana (L.)R.Br.subsp.melitensis Brullo et al.
Palaeocyanus crassifolius (Bertol.) Dostal
Romulea melitensis Beg.

Nell'Arcipelago Maltese sono inoltre presenti alcune specie abbastanza rare del tutto assenti dal resto del territorio siculo come :

Convolvulus oleifolius Desf. - E Medit.
Crepis pusilla (Sommier) Merxm. - S Medit.
Tetraclinis articulata (Vahl) Masters - SO Medit.

CONSIDERAZIONI SULLO STATO DI CONSERVAZIONE DELLA FLORA SICULA

La flora sicula, nonostante la sua notevole ricchezza e il suo elevato interesse tassonomico, fattori questi evidenziati fin dal secolo scorso dai numerosi botanici che se ne sono occupati, non ha a tuttoggi una specifica normativa protezionistica. Ciò ha fatto sì che molte delle specie più rare, sia endemiche, che di particolare interesse sistematico o fitogeografico, risultano seriamente minacciate o in pericolo di estinzione. Alcune in particolare (29 specie), sono molto probabilmente estinte, in quanto da moltissimo tempo non sono state più ritrovate. Fra esse, cinque erano endemismi siculi, per cui il patrimonio genetico si è irrimediabilmente perso. Esse sono :

Allium permixtum Guss. - Endem.
Anthemis abrotanifolia (Willd.) Guss. - Endem.
Cistus x skanbergii Lojac - Endem.
Carduus rugulosus Guss. - Endem.
Limonium catanense (Tineo) Brullo - Endem.
Teucrium creticum L. - E Medit.
Potamogeton siculus Tineo - O Medit.
Platycapnos spicata (L.) Bernh. - O Medit.
Phagnalon sordidum (L.) Reich. - O Medit.
Malcolmia litorea (L.) R.Br. - O Medit.
Astragalus tragacantha L. - NO Medit.
Anchusa aggregata Lehm. - S Medit.
Loeflingia hispanica L. - S Medit.
Spergula fallax (Lowe) Krause - S Medit.
Asplenium marinum L. - Medit. Atl.
Asplenium billotii F. Schultz - Medit. Atl.
Baldellia ranunculoides (L.) Parl. - Medit. Atl.
Asphodelus tenuiflorus Cav. - Circum Medit.
Pilularia minuta Durieu - Circum Medit.
Crambe hispanica L. - Medit. Irano Turan.
Campanula trichocalycina Ten - SE Europ.
Hydrocotyle vulgaris L. - Europ.
Nymphaea alba L. - Euro Asiat.
Nuphar luteum (L.) S. et S. - Euro Asiat.
Rorippa amphibia (L.) Besser - Circum Bor.
Potamogeton lucens L. - Circum Bor.
Matteuccia struthiopteris (L.) Tod. - Circum Bor.
Hydrocotyle ranunculoides L. fil. - Cosmop.
Corispermum leptopterum (Asch.) Iljin. - Circum Bor.

Fra le principali cause che hanno determinato la scomparsa o messo in pericolo l'esistenza di queste specie ci sono molti fattori antropici quali l'urbanizzazione, le attività turistiche, la captazione e la canalizzazione delle acque, i disboscamenti il pascolo intensivo, gli incendi, le pratiche culturali, l'inquinamento industriale, ecc. Tutte queste attività hanno nel complesso determinato una notevole alterazione e talora totale distruzione degli ambienti naturali, con la conseguente rarefazione o completa scomparsa della flora che originariamente caratterizzava quelle aree.

La recente istituzione di parchi regionali (Parco dell'Etna, Parco delle Madonie e Parco dei Nebrodi), riserve e oasi naturali, unitamente all'applicazione della relativa normativa,

potrebbe almeno in parte risolvere i problemi inerenti alla salvaguardia dell'ambiente e di conseguenza dare una maggiore garanzia di protezione delle specie più minacciate e rare.

Riguardo a progetti specifici di salvaguardia di specie in via di estinzione, soltanto per *Abies nebrodensis,* forse il caso più famoso di endemismo siculo, è stata attuata un'intensa attività di produzione di semenzali a cura dell'Azienda Foreste Demaniali della Regione Siciliana, che provvede anche al loro impianto, negli habitat idonei, sulle Madonie.

Inoltre i semi di molte specie rare o minacciate della flora sicula raccolti in natura sono elencati negli *Index Seminum* degli Orti Botanici del Dipartimento di Scienze Botaniche dell'Università di Palermo e del Dipartimento di Botanica dell'Università di Catania. Ciò ha come scopo principale quello di consentire, attraverso la coltivazione, la conservazione di queste specie al di fuori degli habitat naturali.

Inoltre al fine di sensibilizzare l'opinione pubblica sui problemi inerenti la salvaguardia delle specie minacciate e dell'ambiente naturale in genere, è stato avviato da molti anni presso l'Orto Botanico di Catania, un servizio di visite guidate, rivolte soprattutto alle scolaresche e alle associazioni protezionistiche.

BIBLIOGRAFIA

ALBO G., 1919 - La vita delle piante vascolari nella Sicilia meridionale-orientale. Parte II : Flora. Ragusa.

ARRIGONI P.V., 1983 - Aspetti corologici della flora sarda. Lav. Soc. Ital. Biogeografia, n.s. 7 : 83-109.

BIANCA G. 1839-1859 - Flora dei dintorni di Avola. Atti Accad. Gioenia Sci. Nat. Catania, s. 1, 15 : 297-348, 19 : 51-132, 20 : 259-322, s.2 1 : 251-363, 2 : 81-161, 3 : 33-107. 255-345, 6 : 217-388, 8 : 21-110, 13 : 159-252, 14 : 25-86.

BIVONA BERNARDI A., 1806-7 - Sicularum plantarum centuria prima, centuria seconda. Palermo.

BIVONA BERNARDI A., 1813-16 Descriptiones stirpium rariorum minusque cognitarum in Sicilia. 1, 2, 3, 4. Palermo.

BARTOLO G., BRULLO S., MINISSALE P., SPAMPINATO G., 1988 - Flora e vegetazione dell'Isola di Lampedusa. Boll. Acc. Gioenia Sci. Nat., 21 (334) : 119-255

BARTOLO G., BRULLO S. & PAVONE P., 1986 - *Allium lopadusanum (Liliaceae),* a new species from Lampedusa (Sicily). Willdenowia, 16 : 89-93.

BARTOLO G., BRULLO S. & PAVONE P., 1987 - A new species of *Suaeda (Chenopodiaceae)* from Lampedusa, Sicily. Willdenowia 16 : 391-393.

BARTOLO G. & PULVIRENTI S., 1993 - *Serapias orientalis* subsp. *siciliensis (Orchidaceae),* a new subspecies from Sicily : Candollea 48 : 231-236.

BRULLO S., 1979 - *Valantia calva,* a new species from Linosa, Sicily. Bot. Notiser, 132 : 61-64.

BRULLO S., 1979 - Taxonomical and nomenclatural notes on the genera *Jasonia* Cass. and *Chiliadenus* Cass. *(Compositae).* Webbia, 34 (1) : 289-308.

BRULLO S., 1980 - *Valantia deltoidea* Brullo sp. nov, from Sicily. Bot. Notiser, 133 : 63-66.

BRULLO S., 1980 - Taxonomical and nomenclatural notes on the genus *Limonium* in Sicily. Bot. Notiser : 281-293.

BRULLO S., 1988 - Miscellaneous notes on the genus *Limonium (Plumbaginaceae)* Willdenowia, 17 : 11-18.

BRULLO S., 1993 - *Campanula marcenoi (Campanulaceae)* a new species from Sicily. Candollea 48 : 493-500.

BRULLO S., LANFRANCO E. & PAVONE P., 1982 - *Allium lojaconoi* sp. nov. e sue affinità con *Allium parciflorum* Viv. Webbia, 35 (2) : 295-306.

BRULLO S. & PAVONE P., 1983 - *Allium franciniae,* specie nuova dell'Isola di Marettimo (Arcipelago delle Egadi). Webbia, 37 (1) : 13-22.

BRULLO S. & PAVONE P., 1987 - *Scilla dimartinoi* sp. nov. *(Liliaceae)* from Lampedusa and its relationships with *Scilla sicula* Tin. Candollea, 42 : 613-620.

BRULLO S. & PAVONE P., 1987 *Cremnophyton lanfrancoi* : a new genus and species of Chenopodiaceae from Malta. Candollea, 42 : 621-625.

BRULLO S. & PAVONE P., 1988 - *Hyoseris frutescens*, a new species from Gozo (Malta). Candollea, 43 : 717-726.

BRULLO S. & PAVONE P., 1985 - Taxonomic consideration on the genus *Desmazeria (Gramineae)* with description of a new species : *Desmazeria pignatti*. Willdenowia, 15 : 99-106.

BRULLO S., SCELSI F. & SIRACUSA G., 1993 - *Genista demarcoi*, a new species from Sicily. Flora Mediterranea, 3 : 299-307.

BRULLO S. & SIGNORELLO P., 1984 *Silene hicesiae*, a new species from the Aeolian Islands. Willdenowia, 14 : 141-144.

BRULLO S. & SPAMPINATO G., 1988 - *Salix gussonei (Salicaceae)*, a new species from Sicily and its relationships with *S.pedicellata*. Willdenowia, 17 : 5-10.

BRULLO S. & SPAMPINATO G., 1990 - La vegetazione dei corsi d'acqua della Sicilia. Boll. Acc. Gioenia Sci. Nat., 23 (336) : 119-252.

CACCIATO A., 1950 - Erborizzazioni sul Monte S. Anna presso Caltanissetta - Nuovo Giorn. Bot. Ital., 57 : 382-390.

DI MARTINO A., 1960 - Flora e vegetazione delle Isole Pelagie. In Zavattari e coll. Biogeografia delle Isole Pelagie. Rend. Acc. Naz. XL. Roma s.4, 11 : 163-261.

DI MARTINO A., 1963 - Flora e vegetazione dell'isola di Pantelleria. Lav. Ist. Bot. Giardino Colon. Palermo, 19 : 87-243.

DI MARTINO A. & TRAPANI S., 1967 Flora e vegetazione delle isole di Favignana e Levanzo nell'Arcipalago delle Egadi. I. Favignana. Lav. Ist. Bot. Giardino Colon. Palermo, 22 : 122-228.

DI MARTINO A. & TRAPANI S., 1968 Flora e vegetazione delle isole di Favignana e Levanzo nell'Arcipalago delle Egadi. II. Levanzo. Lav. Ist. Bot. Giardino Colon. Palermo, 23 : 37-152.

DI MARTINO A. & RAIMONDO F.M., 1979 - Biological and chorological survey of the Sicilian Flora. Webbia 34(1) : 309-355.

DI PASQUALE G., GARFI G. & QUEZEL P, , 1992 - Sur la presence d'un *Zelkova* en Sicile sud-orientale *(Ulmaceae)*. Biocosme Mésogéen, Nice, 8(4)-9(1) : 401-409.

FERRO G., 1980 - *Astragalus raphaelis* Ferro. una nuova specie dalla Sicilia. Atti Ist. Bot.Lab. Critt. Univ. Pavia, 13 : 45-50.

FERRO G. & FURNARI F., 1968 - Flora e vegetazione di Stromboli. Arch. Bot. Biogeogr. Ital., 44 : 21-45, 59-87.

FERRO G. & FURNARI F., 1970 - Flora e vegetazione di Vulcano. Pubbl. Ist. Bot. Univ. Catania. pp. 66.

FRANCINI E. & MESSERI A. 1956. L'Isola di Marettimo nell'Arcipelago delle Egadi e la sua vegetazione. Webbia, 11 : 607-846.

GARBARI F., 1987 - *Allium aethusanum (Alliaceae)* a new species from the island of Favignana (Aegadean - Egadi Island, Sicily). Atti Soc. Tosc. Sci. Nat., mem., B, 94 : 203-207.

GIACOMINI V., 1958 - La Flora. In Conosci l'Italia. 2. T.C.I. Milano.

GRAMUGLIO G., ARENA M. & ROSSO R., 1959 - La vegetazione del Capo S. Alessio, con osservazioni sul problema dei piani di vegetazione in Sicilia. Webbia, 15 : 249-315.

GUSSONE G., 1827-28 - Florae Siculae Prodromus. 1, 2. Napoli

GUSSONE G., 1832-34 - Supplementum ad Florae Siculae Prodromus. Napoli

GUSSONE G., 1843-45 - Florae Siculae Synopsis. 1, 2. Napoli

LOJACONO POJERO M. 1888-1909 Flora sicula. 1 (1-2), 2 (1-2), 3. Palermo.

MAZZOLA P. & RAIMONDO F. M., 1988 A new species of *Brassica* from Sicily. Lagascalia 15 (Extra) : 249-251.

MORALDO B., 1986 - Il genere *Stipa* L. *(Gramineae)* in Italia. Webbia 40(2) : 203-278.

NARDI E., 1984 - The genus *Aristolochia* L. *(Aristolochiaceae)* in Italy. Webbia 38 : 221-330.

NICOTRA L.1878-83 - Prodromus florae messanensis. Messina

NICOTRA L. 1884-96 - Elementi statistici della

flora siciliana. Nuovo Giorn. Bot. Ital., 16 : 337-354 ; 19 : 105-112 ; 21 : 90-109 ; 22 : 473-526 ; 24 :257-266 ; n.s., 1 : 186-207 ; 3 : 271-317.

PARLATORE F., 1839 - Flora panormitana. 1. Palermo :

PARLATORE F., 1844-46 Flora palermitana. Giorn. Bot. Ital., 1(1) : 69-208, 284-375 ; 2(1) : 60-173, 236-250.

PIGNATTI S., 1969 - *Phagnalon metlesicsii* nova sp. aus West Sizilien, mitt einem Uberblik uber die Gruppe von *Phagnalon rupestre* im Mittelmeerraum. Giorn. Bot. Ital. 103 : 291-299.

POLATSCHEK A.,1974 - Systematisch-Nomenclatorische Vorarbeit zur Gattung *Erysimum* in Italien. Ann. Naturhist. Mus. Wien, 78 : 171-182.

PONZO A., 1900 - La flora trapanese. Palermo.

PONZO A., 1902 - Escursioni nei dintorni di Licata. Malpighia 16 : 227-260.

PRESL C.B., 1826. Flora Sicula. Praga

RAFINESQUE-SCHMALTZ C.S., 1810 - Caratteri di alcuni nuovi generi e nuove specie di animali e piante della Sicilia con osservazioni sopra i medesimi. Palermo.

RAIMONDO F.M., 1980 - *Rhamnus lojaconoi*, nuova specie endemica della Sicilia. Giorn. Bot. Ital., 113 : 369-377.

RAIMONDO F.M., 1993 - *Limonium optimae*, a new specie from central Sicily. Flora mediterranea 3 : 13-18.

RAIMONDO F.M., MAZZOLA P. & OTTONELLO D., 1991 - On the taxonomy and distribution of *Brassica* sect. *Brassica (Cruciferae)*. Flora Mediterranea 1 : 63-86.

RAIMONDO F.M. & PIGNATTI S., 1986 - Una nuova specie di *Limonium (Plumbaginaceae)* della Sicilia. Webbia 32(2) : 417-421.

SOMMIER S., 1906-08 - Le Isole Pelagie Lampedusa, Linosa, Lampione e la loro flora. Boll. Reale Orto Bot. Gardino Colon. Palermo 5 app., 6 app. 7 app.

SOMMIER S., 1922 - Flora dell'Isola di Pantelleria. Firenze.

STROBL P.G., 1878-87 - Flora der Nebroden. Flora 61-70, pp. 472.

STROBL P.G., 1880 - Flora des Aetna. Oesterr. Bot. Z., 30, pp 402.

TINEO V., 1817 - Plantarum rariorum Siciliae minus cognitarum, pugillus primus. Palermo

TINEO V., 1846 Plantarum rariorum Siciliae minus cognitarum, 1-2-3. Giorn. Sci. Medic. Sicil. 2 (4) : 49-51, (9) :95-96, (10) : 103-104, (11) : 114.

TODARO A., 1845 - Rariorum plantarum minusve recte cognitarum in Sicilia sponte provenientium. Decas I. Atti Accad. Sci. Palermo n.s.1 (estratto pp. 16).

TODARO A., 1866 - Synopsis plantarum acotyledonearum vascularium sponte proventium in Sicilia insulisque adjacentibus (Filices). Giorn. Sci. Nat. Econ. Palermo, 1(1) : 208-254.

TORNABENE F., 1887 - Flora Sicula viva et exsiccata. Catania.

TORNABENE F. 1889-92 - Flora Aetnea. 1, 2, 3, 4. Catania.

UCRIA B. 1793 Plantae ad Linneanum opus addendae. Palermo.

VALSECCHI F., 1986 - Due nuove specie del genere *Genista* L. nel Mediterraneo. Boll. Soc. Sarda Sci., Nat. 25 : 193-202.

ZODDA G., 1898-99 - Contribuzione allo studio della flora peloritana. Rivista Ital. Sci. Nat., 18 : 100-104, 128-130 ; 19 : 12-16, 37-40.

ZODDA G., 1928 - Notizie sulla flora di Siracusa. Ann. Reale Liceo Scientifico «O.M. Corbino». Siracusa 2 : 71-113.

ECOLOGIA MEDITERRANEA XXI (1/2) 1995 : 119-134

Endemism and speciation in the orchids of Mediterranean Islands

Endémisme et spéciation des Orchidées des îles méditerranéennes

Carlo DEL PRETE* and Pietro MAZZOLA**

ABSTRACT

Intensive field-investigations and revision of herbarium-specimens and bibliographical data concerning Orchidaceae and floras of the Mediterranean islands have been carried out during many years in order to explain the relationships between insularity, speciation and endemism in the Orchid family. This research points out that insularity had not much importance in differentiation of Orchidaceae. Indeed isles or archipelagos appear to have not a large number of endemic species of real taxonomic value, with the only exception of Cyprus and in some extent of Crete. Sicily, Sardinia, Corsica and Balearic Islands have only very few «good species» of Orchids - mostly in common and with significance of vicarious - and their surrounding little islands appear even lacking, or almost lacking, Orchidaceae in their floras.

Orchidaceae are more abundant in islands of the Eastern-Mediterranean area where microspeciation appears more relevant. Many species - that in our opinion have value of microspecies - have been recently described from these countries, mostly in the genera *Ophrys* and *Serapias*. This confirms the hypothesis that those genera had their origin in Eastern countries of Mediterranean area from which they colonized Western territories.

KEY WORDS : Orchidaceae, endemism, Mediterranean islands

RÉSUMÉ

Dans le but d'apporter une contribution à l'explication des relations entre insularité, spéciation et endémisme, les auteurs examinent la répartition des taxons endémiques de la famille des Orchidaceae dans les îles de la Méditerranée.

Les données obtenues sur la base d'intenses recherches sur le terrain ainsi que de la révision des matériaux d'herbier et des données bibliographiques montrent que l'influence de l'insularité sur les processus de spéciation n'a pas été remarquable. Exceptées Chypre et Crète, dans les îles les plus étendues et dans les archipels, le nombre des taxons au niveau de bonne espèce n'est pas élevé. En particulier la Sicile, la Sardaigne, la Corse et les îles Baléares sont singulièrement très pauvres en bonnes espèces - la plupart des vicariantes géographiques - pendant que les flores des petites îles qui les environnent sont bien plus pauvres ou tout à fait privées d'orchidées. Les îles de la Méditerranée orientale, où les processus de microspéciation ont été plus accentués, sont plus riches. Dans ces territoires, dans les genres *Ophrys* et *Serapias* on a décrit plusieurs nouveaux taxons dont la plupart, à notre avis, peuvent être considérés comme des microespèces. Cette richesse s'accorde bien avec l'hypothèse selon laquelle ces deux genres se seraient différenciés dans la partie orientale de la Méditerranée d'où aurait eu lieu la colonisation des territoires occidentaux.

MOTS CLES : Orchidaceae, endémisme, îles méditerranéennes

RIASSUNTO

Endemismo e speciazione nelle Orchidaceae delle Isole mediterranee. Numerose ricerche di campagna, revisioni di campioni di erbario e controlli sulla bibliografia relativa alla tassonomia e corologia delle Orchidaceae mediterranee a alle flore delle isole del Mediterraneo sono state effettuate negli ultimi anni per chiarire i rapporti tra insularità, speciazione ed endemismo nella famiglia Orchidaceae nell'area mediterranea. Il risultato di questa analisi mostra che l'insularità non ha avuto grande rilevanza nella speciazione delle Orchidaceae mediterranee e ben poche «buone specie» di Orchidee risultano esclusive nelle flore insulari, con l'eccezione di Cipro e Creta. Le altre isole maggiori Sicilia, Sardegna, Corsica e Baleari hanno una componente endemica comune di taxa di reale valore tassonomico, mentre le isole parasicule, parasarde e paracorse sono prive o quasi di Orchidaceae nelle loro flore.

* Botanical Institute and Garden of the University, Modena, Italy

** Department of Botanical Sciences of the University, Palermo, Italy

Le Orchidaceae risultano essere più abbondanti nel bacino mediterraneo orientale ove numerose specie, per lo più con valore di microspecie sono state descritte di recente, soprattutto nei generi *Ophrys* e *Serapias* : ciò a conferma dell'ipotesi che postula i centri di origine di questi generi nel vicino oriente da dove si sarebbero irradiati al mediterraneo intero e all'Europa.

PAROLE CHIAVE : Orchidaceae, endemismo, isole mediterranee

INTRODUCTION

Islands and archipelagos had large importance in speciation and evolution. Richness in endemic taxa is the most important parameter to evaluate the biological value of a country and of a territory. Counting of percentage of endemic species or of taxa at any taxonomic level are available at present for most of the larger isles in the Mediterranean Region ; available are also phytogeographic discussions or evaluations of relationship between flora of islands and neighbouring continental areas. Orchidaceae is a plant family commonly considered as in an intensive evolving stage and also involved - mostly as far as the genus *Ophrys* - in important phenomena of coevolution with pollinating insects.

MATERIAL AND METHODS

Extensive plant collections have been made during many years in several localities, in all the Mediterranean areas and especially as far as the present work is concerned in Mediterranean islands - also in relation to the O.P.T.I.M.A. project for cartography of Mediterranean orchids. Sometimes plants were collected and transplanted into the botanical garden of Pisa for investigation of their karyology, anatomy and morphology, at other times material was stained directly in the field for karyological or histoanatomical analysis.

Extensive morphological investigations have been made on dried specimens preserved in several of the most important European Herbaria [G, G-BOISS, B, WU, K, BM, P, PI, FI, FI-WEBB, SI, CAG, SASSA, PAL] in order to evaluate intraspecifical variation of investigated taxa in different areas.

Accurate checking of bibliographical data concerning floras of the Mediterranean isles, but above all taxonomy and distribution of Mediterranean Orchids has been done. Most old floristic records have been disregarded because they have been rendered ambiguous by subsequent taxonomic work.

Here we have tried to give a list of Orchidaceae that appear exclusive in the Mediterranean islands, either in one only, or in an archipelago, or in a group of islands interested by phytogeographical connections.

In the following list the results are condensed. The entities that turn out to be exclusive in one or more Mediterranean isles are listed by island or archipelagos or islands-group where at present they are known to occur.

Many other endemic Orchids that extend their distribution to the mainland are known, but they shall be discussed in a forthcoming comprehensive work on the Orchid-flora of the Mediterranean Isles.

In the present paper we have avoided to make any taxonomic change, so even if we are not in agreement with the taxonomic level that some taxa could have, we have maintained the actual ranks and we made a choice only when different correct and legitimate combinations were available.

Abbreviations for countries, where used, are those used in TUTIN *et al.* (1964-1993), GREUTER *et al.*, (1984), DEL PRETE & TOSI, (1988), DEL PRETE *et al.*, (1993).

[!] Exclamation mark indicates personal observations.

RESULTS

The Aegean Islands

Lesbos

***Ophrys bucephala* Gölz & Reinhard**, Mitt. Bl. Arbeitskr. Heim. Orch. Baden-Württ. 21 (1) : 12 (1989)

An endemic taxon described from Lesbos where it seems to represent a local differentiation in the *O. oestrifera-O. scolopax* group. It is closely related to the more widely occurring *O. umbilicata* Desf. (from Albania to Israel and Cyprus) and *O. flavomarginata* (Renz) H. Baumann & Künkele (Israel and Cyprus). According to PAULUS & GACK (1990B) the status of *O. bucephala* as a distinct species is confirmed

by the existence of a specific pollinator.

Ophrys lesbis Gölz & Reinhard, Mitt. Bl. Arbeitskr. Heim. Orch. Baden-Württ. 21 (1) : 18 (1989)

A taxon known from the west countries of the Lesbos Isle (GÖLZ & REINHARD, 1989 ; PAULUS & GACK, 1990B) : it places itself in the group of *O. aegea* Kaltesein & Reinhard (see below) as a further insular differentiation and, in our opinion, its taxonomic value is feeble - as all the differentiations in this group - which needs a large revision as all the Sect. *Mediosignatae*.

Samos

Dactylorhiza pithagorae Gölz & Reinhard, Mitt. Bl. Arbeitskr. Heim. Orch. Baden-Württ. 24 (1) : 58 (1992)

A not well known taxon probably related to *D. osmanica* (GÖLZ & REINHARD, 1992). At present it has been recorded only from the original collection in Samos.

Ophrys herae Hirth & Spaeth Mitt. Bl. Arbeitskr. Heim. Orch. Baden-Württ. 24 (1) : 3 (1992)

A few differentiated taxon in the *O. mammosa-O. transhyrcana* complex that has been described as confined to the eastern part of the Isle of Samos (HIRTH & SPAETH, 1992) and subsequently has been recorded from Lefkas (DELFORGE, 1992A). It needs further investigations and in our opinion its specific status its doubtful. Its relations with very similar (or identical ?) plants from Anatolia [!] and with plants identified as *O. transhyrcana* Czerniak. from Rhodes (RÜCKBRODT & RÜCKBRODT, 1990) surely needs further studies and a global revision. In recent papers DELFORGE (1992B ; 1993 ; 1994) extends the range of this taxon to most of the Ionian Islands (Korcula and Kefallinia), to Crete, Lesbos, Cyprus, Rhodes and to many localities in continental Greece, overlapping further its range with that of *O. mammosa s.s.*, but giving diagnostic characters not exactly corresponding to that discriminating *O. herae s.s.*

Lesbos and Samos

Ophrys minutula Gölz & Reinhard, Mitt. Bl. Arbeitskr. Heim. Orch. Baden-Württ. 21 (4) : 1055 (1989)

An endemic taxon described from Lesbos where it seems to represent a local differentiation in the *O. oestrifera-O. scolopax* group. Further its presence has been also documented in Samos (HIRTH & SPAETH, 1992) where it appears synpatric either with *O. oestrifera* M.-Bieb. subsp. *oestrifera,* or *O. oestrifera* subsp. ***bremifera*** (Steven) K. Richter and *O. umbilicata* Desf.

Ikaria

Ophrys ikariensis Hirt & Spaeth, Mitt. Bl. Arbeitskr. Heim. Orch. Baden-Württ. 22 (4) : 693- 729. (1990)

A taxon known only from this isle, where it appears widespread, mostly in central and eastern parts. (HIRT & SPAETH, 1990 ; BAUMANN & BAUMANN, 1990) From the morphological point of view it can be correlated to some entities of the *O. holoserica* (N.L. Burm.) W. Greuter complex from southern Italy with which it shows some convergences. Its hybridogenous origin is probable.

Rhodes and the Dodecanese

Owing to its geographic position, here the greater floristic affinities are obviously with Turkish mainland, but many plants of different taxonomic rank have been described as endemic or exclusive in this archipelago. The taxonomic significance of all these is little as for plants up to now discussed, - perhaps with the only exception of *Ophrys umbilicata* subsp. *rhodia* H. Baumann & Künkele - and they seems to result more from an accuracy in searching and registering any difference by botanists than from a true phytogeographical isolation of the territory.

Ophrys aegea Kaltesein & Reinhard subsp. ***lucis*** Kaltesein & Reinhard, Mitt. Bl. Arbeitskr. Heim. Orch. Baden-Württ. 19 (4) : 918 (1987)

Described originally from Rhodes (KALTESEIN & REINHARD, 1987), after further investigations its distribution appears wider (PETER, 1989 ; KEITEL & REMM, 1991) extending at present also in Simi and Tilos. Other localities in South-west-Turkey (KALTESEIN & REINHARD, 1987 ; RÜCKBRODT *et al.*, 1992) have been doubtfully given.

It is closely related both to *O. argolica-O. elegans* and *O. ferrum-equinum* Desf. complexes to which, in a lumper concept of species, it can be perhaps subordinated.

Ophrys attaviria Rückbrodt U. *et al.*, Ber. Arbeit. Heim. Orch. 7 (2) : 10 (1990)

Plants from Rhodes in the *O. fusca-O. fleischmannii* complex have been recently

(RÜCKBRODT *et al.*, 1990) recognised under this binomial combination. DELFORGE (1992) records this taxon doubtfully for the isle of Lefkas (Ionian Islands) and successively (DELFORGE, 1992B) attributes the same to *O. bilunulata* Risso that has been originally described from Maritime Alps. At the end DELFORGE (1994) indicates *O. bilunulata* et *O. attaviria* in all the Mediterranean area. The definition of all plants known under the name *O. attaviria* and *O. bilunulata* falls into the necessary revision of the entire *fusci-luteae* Section. and some perplexity is legitimate about some recent strange assessments of the group.

Ophrys umbilicata Desf. subsp. ***rhodia*** **H.** Baumann & Künkele, Mitt. Bl. Arbeitskr. Heim. Orchid. Baden-Württ. 18 : (3) : 386

Described from Rhodes (BAUMANN & KÜNKELE, 1986) where it has been confirmed several times (KEMMER & KEMMER, 1987 ; GÖLZ & REINHARD, 1989B ; PETER, 1989 ; DELFORGE, 1990 ; RÖTTGER, 1990 AND !), its distribution has been recently extended to Karpathos (HILLER & KALTESEIN, 1988 ; TURLAND *et al.*, 1993) and to Simi and Tilos (KEITEL & REMM, 1991). It appears constant and well distinguishable in its morphology as suggested by NELSON (1962). DELFORGE (1990) lists this taxon from Cyprus, but the illustration that he gives seems to belong to other forms of *O. oestrifera-O. umbilicata* group rather than to subsp. *rhodia*.

Cyprus

The orchids flora of Cyprus does not turn out to be very rich in endemic and obviously it shows more relevant affinities with the Anatolian region and the Middle East countries. Several species have common distribution in Cyprus and Palestine or in Cyprus and Anatolia, or extending much eastwards, for instance *Ophrys flavomarginata* (Renz) H. Baumann & Künkele and *Serapias levantina* H. Baumann & Künkele [Cy Israel] ; *Platanthera holmombei* H. Lindb. *fil* [Cy, Lesbos and Israel], *Epipactis condensata* Boiss. ex D.P. Young [Cy and Anatolia], *E. veratrifolia* Boiss. & Hoen. [Cy, An, IJ, LS, Sn, Kaukasus]. For a more comprehensive treatment of Orchidaceae in Cyprus see WOOD (1985).

Epipactis troodii H. Lindb. fil., Soc. Sci. Fenn. Arsbok. 20b (7) : 4 (1942)

Related to *E. persica* (Soó) Nannf. and to *E. cretica* Kalopissis & Robatsch, from which it differs mostly for the flowers shading to intense violet. It appears to be endemic in Cyprus (Mt. Troodos). In fact specimens collected in South Anatolia are of very uncertain identification (RENZ & TAUBENHEIM, 1984).

Ophrys kotschii H. Fleischm. & Soó, Notizbl. Bot. Gart. Berlin 9 : 908 (1926)

A well defined species strictly endemic whose presence and distribution is well documented in literature (GUMPRECHT, 1964 ; BREINER, 1979 ; DE LANGHE & D'HOSE, 1982 ; MILLOT & MILLOT, 1984 ; GÖLZ & REINHARD, 1985 ; WOOD, 1985 ; PAULUS & GACK, 1986 HANSEN *et al.*, 1990). From the morphological point of view it appears very isolated and shows feeble connections with *O. cretica*, together with which it constitutes the Subsect. *Aegeae* of the section *Orientales*.

Ophrys lapethica Gölz & Reinhard, Mitt. Bl. Arbeitskr. Heim. Orch. Baden-Württ. 21 (4) : 1049 (1989)

A taxon recently described from Cyprus where it seems to represent a local differentiation in the *O. oestrifera-O. scolopax* group. Its presence has been further documented by ROBERTZ & ROBERTZ (1990) who give further morphological characters.

Orchis anatolica Boiss. subsp. ***troodii*** Renz, Feddes Rep. 27 : 209, 217, t.3 (1929)

Plants from Cyprus of *O. anatolica* have been described as subsp. *troodii* and sometimes (DELFORGE, 1990) considered as an independent species. They differ from the widespread typical subspecies mostly for their large flowers and elevated hight. They live only in shady pine forests and can represent an ecological and geographical subspecies. From the morphological point of view *O. anatolica* subsp. *troodii* appears closely related to plants described as subsp. *sitiaca* from Crete (see below).

Serapias aphroditae Delforge, Nat. Belg. 71 (3) : 113 (1990)

Described as an allogamic taxon very close to *S. parviflora* Parl. and to *S. politisii* Renz, it differs from *S. parviflora* Parl. mostly for its darker flowers and earlier flowering. It needs, in our opinion, further investigations also in order to make clear its differences (or affinities ?) with similar plants that can be found in Italy, Sicily, Crete, Southern Greece and Anatolia [!].

The Cretan area

The Cretan area as defined in Flora Europaea (TUTIN *and al.*, 1964-1993) is constituted by Crete itself with its smaller offshore islands, plus Karpathos, Kasos and Saria that sometimes are considered as belonging to Southern Sporades. This region appears very

rich in endemic plants owing to its geographical position and its paleo-geographical history (GREUTER, 1979). As to Orchidaceae endemic plants they are numerous and sometimes of relevant taxonomic value.

Crete

Cephalanthera cucullata Boiss. & Heldr. ex Reichenb. fil., Icon Fl. Germ. 13 : 137 (1851)

Closely related to *C. kurdica* Bornm. [LS, An] and to *C. epipactoides* Fisch. & C.A. Meyer [Lesbos, Samos, Rhodes, Northeast Greece, An] : it constitutes, with the two above listed entities, the Sect. *Cucullatae*. These three species are the only ones furnished with a spur among all the Mediterranean and European species of the Genus. Very rare (only three localities have been recently recorded [ROBATSCH, 1978 ; KYPRIOTARIS & KALOPISSIS, 1988 ; ALIBERTIS & ALIBERTIS, 1989]), it lives in mountain woods and scrubs.

Epipactis cretica Kalopissis & Robatsch, Orchidee 31 : 141 (1980)

A self-pollinating species closely related to *E. troodi, E. persica, E. gracilis* Baumann B. & Baumann H. and to other self-pollinating entities that have been recently described and at present are not well known. It has been found firstly in the regions of Mounts Ida and Dikte (KALOPISSIS & ROBATSCH, 1980) and subsequently in several other localities (GREUTER *et al.*, 1985).

Himantoglossum samariensis Alibertis & Alibertis, Orchidophile 87 : 108 (1989)

A taxon recently described from Crete : it has been interprated as originated by introgression of *H. affine* and *H. caprinum* that it seems to displace in Crete (ALIBERTIS & ALIBERTIS, 1989).

Ophrys basilissa Alibertis & Reinhard, Mitt. Bl. Arbeitskr. Heim. Orch. Baden-Württ. 22 (1) : 201 (1990)

A taxon of the *O. omegaifera* H. Fleischm. complex : it is feebly differentiated from the related *O. omegaifera s.s.* and *O. sitiaca* (see below). In our opinion and from our experience it appears that all the complex *O. fusca-O. iricolor-O. omegaifera-O. fleischmannii* and allied taxa need a global revision with the reduction of the number of species and the subordinating, at subspecific or varietal rank, of many taxa that in most circumstances are distinguishable almost only for distributional patterns or for pollinating insects.

Ophrys candica (E. Nelson ex Soó) H. Baumann & Künkele subsp. ***minoa*** C. & A. Alibertis, Orchidophile 87 : 109 (1989)

This taxon has been described from Western Crete and according to us it can almost be considered as a variety. DELFORGE (1992 ; 1994) attributes to it all the critical or intermediate specimens of *O. holoserica, O. candica* and *O. oestrifera* groups extending so very much its range to include Greek mainlands, Turkey, Lesbos, Rhodes and the most of Aegean islands.

Ophrys fusca Link subsp. ***mesaritica*** H.F. Paulus *et al.*, Mitt. Bl. Arbeitskr. Heim. Orch. Baden-Württ. 22 (4) : 774 (1990)

This taxon has been recently described from Crete, but similar individuals have been found by ourselves in other localities in the Mediterranean region and DELFORGE (1993b) indicates it from Malta. It differs from *O. fusca* Link subsp. *iricolor* (Desf.) K. Richter for smaller flowers and flowering that happens during January and February. Its taxonomic significance needs further investigations. Recently DELFORGE (1994) indicated it also in Tunisia

Ophrys sphegodes Huds. subsp. ***cretensis*** H. Baumann & Künkele, Mitt. Bl. Arbeitskr. Heim. Orch. Baden-Württ. 18 : 375 (1986)

Ophrys sphegodes Huds. subsp. ***gortynia*** H. Baumann & Künkele, Mitt. Bl. Arbeitskr. Heim. Orch. Baden-Württ. 18 : 377 (1986)

These two taxa have been recently described from Crete : from our field observations They appear only as local variants in the group of *O. sphegodes s.l.* even if they seems have distinct pollinators (PAULUS & GACK, 1990) They, similarly to many other taxa that have been described more or less recently in this group, in our opinion need a global revision and - perhaps - a retrenchment of taxonomic level.

Orchis anatolica Boiss. subsp. ***sitiaca*** Renz, Feddes Repert. 30 : 100 (1932)

This combination applies to plants from Eastern Crete with larger flowers, later flowering and resembling to subsp. *troodi*. They could represent a local variant showing morphological convergence with subsp. *troodi* from Cyprus : this taxon can represent an early differentiation stage towards the same evolutionary trend of subsp. *troodi* but personal field and herbarium investigations convinced us that in Crete a clear separation of two different taxa is impossible even if DELFORGE (1990, 1994) considered them as a good species.

Orchis spitzelii Sauter ex Koch subsp. ***nitidifolia*** (Teschner) Soó, Bot. Jour. Linn. Soc. 76 : 368 (1978)

Syn. : *Orchis prisca* Hautzinger Plant Syst. Evol. 124 : 311 (1976)

This taxon has a particular ecology and also morphologically it can bee separated from *O. patens* Desf. and *O. spitzelii* which are closely related to it. It is possible to think that all the old indication of *O. spitzelii* and *O. patens* Desf. for Crete must be referred here even if some Authors (RENZ, 1943 ; BAUMANN & KÜNKELE, 1982) list for Crete *O. spitzelii s.s.* This last species however has not been recorded from Crete in the present century and no specimen from Crete is preserved in the most important herbaria (HAUTZINGER, 1978). This makes implausible the hypothesis (TESCHNER, 1975) that *Orchis spitzelii* subsp. *nitidifolia* is a product of hybridization between *O. anatolica* and *O. spitzelii*.

Karpathos and Naxos

The Karpathos island group is a part of the S Aegean island arc and lies about halfway between Crete and Rhodes. This region appears linked in its floristic composition mainly with Crete and also Orchidaceae exclusive here appear as the result of feeble recent differentiation from Cretan plants.

Ophrys aegea Kaltesein & Reinhard Mitt. Bl. Arbeitskr. Heim. Orch. Baden-Württ. 19 (4) : 918 (1987) subsp. ***aegea***

Strictly endemic in the Karpathos Isle it has been doubtfully interpreted (KALTESEIN & REINHARD, 1987 ; HILLER & KALTESEIN, 1988) as originated by crossing and backcrossing of *O. ferrum-equinum* and *O. argolica* or as the result of differentiation of the first in forms with evidence of convergence into *O. argolica*. (RÜCKBRODT *et al.* (1992) indicate it in Turkey and TURLAND *et al.*, (1993) report, doubtfully, also Kasos (refering here data for O. argolica as suggested by HILLER & KALTESEIN, [1988]) : they ipothetise also the presence of this plant in E. Aegean Islands (Lesbos).

Ophrys cretica (Vierh.) E. Nelson subsp. ***karpathensis*** E. Nelson, Gestaltw. Ophrys : 148 (1962) nom. illeg., Typus non designatus

In *O. cretica* NELSON (1962) recognised some differentiation, so he distinguished two other independent subspecies besides *Ophrys cretica* subsp. *cretica* (occurring in Crete, Aigina and Greek mainland (BAYER *et al.*, 1978 ; VÖTH, 1981 ; KRAMER & KRAMER, 1983 ; HÖLZINGER & KÜNKELE, 1985 ; - GÖLZ & REINHARD 1985 HÖLZINGER & HÖLZINGER, 1986 ; PAULUS & GACK, 1986 ; VÖTH, 1986 ; KREUTZ, 1990). The first one is subsp. *karpathensis* exclusive in Karpathos, and Gaudos (Albertis & Albertis, 1989), the other one is subsp. *naxia* that, according to NELSON (1962), was exclusive to Naxos. The splitting of *O. cretica* (or *O. doerfleri* H. Fleischm.,- a name that has recently been used by some Authors [GREUTER *et al.*, 1983 ; RENZ & TAUBENHEIM, 1984] to designate *O. cretica*, but maybe not opportunely -) can appear excessive and most of recent Authors ignore this subdivision ; but according to us, the differences inside *Ophrys cretica* should be revalued, in the general splitting of *Ophrys* in Mediterranean areas.

Wide E Mediterranean Insular distribution

Ophrys cretica (Vierh.) E. Nelson subsp. ***naxia*** E. Nelson, Gestaltw. Ophrys : 147 (1962) nom. illeg., Typus non designatus

The third one variant in *O. cretica* originally described from Naxos where it has been recorded also recently (PAULUS & GACK, 1992). Subsequently it has been found also in Samos and Rhodes (RENZ & TAUBENHEIM, 1984 ; HIRT & SPAETH, 1989 ; PETER, 1989).

Ophrys sitiaca H.F. Paulus ***et al.*** in Paulus, Mitt. Bl. Arbeitskr. Heim. Orchid. Baden-Württ. 20 (4) : 839 (1988)

A taxon with significance of microspecies in the *O. omegaifera* complex that has been identified on morphological and ecological (different pollinating insects) basis : it has been originally described from Crete were it appears widespread mostly in the western part (PAULUS, 1988 ; ALIBERTIS *et al.*, 1990 ; KREUTZ, 1990) and recently has been also found in Samos (HIRT & SPAETH, 1992) and Rhodes (RÜCBRODT *et al.*, 1990). So it is probably more widely distributed than believed until now. According to ALIBERTIS *et al.* (1990) it is very likely a hybridogene species between *O. omegaifera* and small- and early-form of *O. iricolor* corresponding to *Ophrys fusca* subsp. *mesaritica*.

Cyclades

Andros

Serapias cycladum H. Baumann & Künkele, Mitt. Bl. Arbeitskr. Heim. Orch. Baden-Württ. 21(3) : 755 (1989)

Very close to *S. orientalis* group and known only from the original collection in Andros Isle it can be interpreted as a local variant of *S. orientalis*.

Kythera

Serapias hellenica Renz, Feddes Rep. 25 : 230 (1928)

Described as exclusive in Kythera it turns out to live in many places in the Greek mainland and from a recent revision (GÖLZ & REINHARD, 1993) it appears to represent only a segment in the variability of *S. laxiflora* Chaubert.

The Adriatic and Ionian Islands

Ophrys sphegodes Huds. subsp. ***cephalonica*** Baumann B. & Baumann H., Mitt. Bl. Arbeitskr. Heim. Orch. Baden-Württ. 16 (1) : 121 (1984) = O. *cephalonica* (Baumann & Baumann) Devillers-Terschuren J., Devillers P., Nat. Belg. 69 (2) : 98-112 (1988)

As described by (BAUMANN & BAUMANN, 1984) and from examination of holotypus and type collections (! photo) this taxon is very similar to *O. exaltata* subsp. *archipelagi* (Gölz & Reinhard) Del Prete, from Korcula and Southern Italy (GÖLZ. & REINHARD, 1986) to which - in our opinion - it can be synonimized tout-court. Other Authors (DEVILLERS-TERSCHUREN & DEVILLERS, 1988 ; DELFORGE, 1992) prefer to consider the two entities as different good species, but we do not agree with them and according to us *O. sphegodes* subsp. *cephalonica* can - almost - be considered as a different subspecies in the *O. exaltata* group, confined in its distribution to Cephalonia and Ithaka (BAUMANN & BAUMANN, 1984 ; HÖLZINGER & KÜNKELE S, 1985 ; DEVILLERS-TERSCHUREN & DEVILLERS, 1988) because of some evidence of affinity with *O. mammosa* Desf. DELFORGE (1992) extends its area to Korcula and to some localities in Greek mainlands, but the illustrations that are given by him sems to be not very typical.

Serapias ionica E. Nelson ex H. Baumann & Künkele, Mitt. Bl. Arbeitskr. Heim. Orch. Baden-Württ. 21(3) : 764 (1989)

Originally described - not validly - by NELSON (1968) as subsp. of *S. orientalis* to which group is closely related, it can be considered as a geographic subspecies in the Adriatic Isles. It is known from Zakinthos, Kefallinia, Ithaka, in the Ionian islands plus Brac, H var and Korcula in S Jugoslavia (GÖLZ & REINHARD, 1980 ; BAUMANN & BAUMANN, 1984 ; GÖLZ. & REINHARD, 1986).

The Maltese Archipelago

The Maltese Archipelago is well known from the point of view of its flora (SOMMIER & CARUANA-GATTO, 1915 ; BORG, 1927 ; HASLAM *et al.*, 1977). As to Orchidaceae, they are represented by many species that are all shared by Sicily, with the only exception of two taxa discussed below.

Anacamptis urvilleana Sommier & Car.-Gatto, Fl. Melit. Nova : 273 (1915).

It is known only from Malta Gozo and Comino. So it appears strictly exclusive to the Maltese Archipelago where it can represent an early differentiation of a primitive diploid ($2n = 36$) cytotype from *A. pyramidalis* that in the Maltese Archipelago is represented only by tetraploid ($2n = 72$) cytotypes (DEL PRETE *et al.*, 1984 ; 1991). It is relevant that in Malta, the only country where *A. pyramidalis* and *A. urvilleana* grow together, the highest ploidy level ($2n = 72$) for *A. pyramidalis* has been found. This result not only points to independent evolution of the Maltese population of *A. pyramidalis* owing to insular conditions but also it demonstrates the independence of the two taxa, *A. urvilleana* having - only and always - $2n = 36$.

It may be interesting to emphasise that the Genus *Anacamptis* is represented only by the two above mentioned species, even if under *A. pyramidalis* several subordinated taxa have been described - mostly at varietal rank - ; these varieties however do not appear to be correlated to the different cytotypes that are widespread in *A. pyramidalis* itself (BALAYER, 1984 ; BIANCO *et al.*, 1987 ; 1991) as it has been demonstrated by DEL PRETE *et al.*, (1984 ; 1991).

In addition to the above evidence the following differences between the two taxa need to be recorded. First the phenology is different : in Malta the flowering of *A. urvilleana* is before that of *A. pyramidalis* to which either does not overlap or has a very short period of overlapping. Secondly ecological factors can be considered : in the whole of its area *A. pyramidalis* is well adapted to leave in different habitats ; and particularly in Malta it appears to grow either in grasslands and mature soils and also in the rocky habitats preferred by *A. urvilleana*. We consider that *A. urvilleana* does merit the specific rank that was given by the first authors which gave the original description.

Ophrys sphegodes Huds. subsp. ***melitensis*** Salkowski, Mitt. Bl. Arbeitskr. Heim. Orch. Baden-Württ. 24 (4) : 640 (1992)

This taxon was identified by BAUMANN (1976) and its taxonomic status has been formalized only very recently (SALKOWSKI, 1992). It is known only from the Maltese Archipelago and is easy distinguishable from *O. sphegodes s.s.* for the label pattern that is confined to the lower half of the lip. Its morphology is similar to that of *O. tarentina* Gölz & Reinhard, which has been demonstrated to be the results of introgressive hybridisation and backcrossing between *O. sphegodes s.l.* and *O. lunulata* Parl. (GÖLZ & REINHARD, 1982).

In our opinion plants of Malta can have had the same origin : so this taxon, according to us, can be considered homologous and perhaps conspecific of *O. tarentina* and so subordinated to it because the two taxa can be interpreted as hybridogenous polytypic entities of polytopic origin.

Sicily and circum Sicilian archipelagos

Sicily

Orchidaceae in Sicily are very numerous and endemic orchids are several in different genera and of different taxonomic and phytogeographic relevance.

In addition to species common with the Italian peninsula and to exclusive plants of different taxonomic degrees discussed below, the presence in Sicily of *O. pallida* Rafin. appears to have some importance. Indeed this species has been recorded sometimes in the past in North Africa (QUEZEL, 1959) or also under *O. pectus* Mutel but it has been not possible to find any recent herbarium voucher from North Africa attributable to it. So, because localities in Calabria, Sardinia and Malta have been demonstrated to be erroneous, *O. pallida* could be considered, at present, a Sicilian endemic species or at least a Sicilian-African species.

Ophrys discors Bianca, Nov. Pl. prope Hyblam : 8 (1842) et in Tod. Orch. Sic. : 84 (1842)

It is confined in south eastern Sicily (Provinces of Siracuse, Raguse and Catania). It is related from the morphological point of view to the *O. bornmulleri* complex (from far east-Mediterranean area) and may have parallel hybridogenous origin from *O. tenthredinifera s.l.* and *O. oxyrrhynchos s.l.* instead of *O. tenthredinifera* and *O. holoserica* group. This last indeed has *O. oxyrrhynchos* as vicarious in Sicily.

Ophrys explanata (Lojacono) Delforge, Mém. Soc. Roy. Bot. Belg. 11 : 18 (1989)

A taxon of dubious taxonomic value. It represents the Sicilian form of established hybrid types that have arose from crosses and backcrosses between *O. bertolonii* and species or subspecies of the *O. sphegodes* group. For the taxonomic treatment of this taxon in our opinion it can, at most, be considered as a subspecies ; see below (under *O. balearica*).

All the *O. bertolonii* group has been recently subject of revision, (DELFORGE 1989 ; DELFORGE *et al.*, 1989) but the splitting at specific level of all the hybridogenous population is - in our opinion - unsatisfactory and excessive. The best solution could be to consider all the hybridogenous taxa as nothosubspecies of the oldest hybrid taxon as partially done by BAUMANN & KÜNKELE (1986).

Ophrys lunulata Parl., Giorn. Sci. Sic. 62 : 4 (1838)

A good and morphologically isolated species confined in its distribution to Sicily and Aeolian Isles. Old records for other regions, Calabria, Sardinia and Elba have been demonstrated to be erroneous. Only the localities in the Maltese Islands could be probable, but we have not found any plant or herbarium specimen from there : instead in the same localities *O. sphegodes* subsp. *melitensis* has been found, so it is very probable that all the old records of *O. lunulata* from the Maltese Archipelago must be referred here.

Ophrys oxyrrhynchos Tod., Giorn. Sci. Sic. : 74 (1840) subsp. ***oxyrrhynchos***

O. oxyrrhynchos is a taxon confined in its distribution to Southern Italy, Sicily and Malta. In Sicily it completely replaces *O. holoserica* group.

The subsp. *oxyrrhynchos* lives only in Sicily where also subsp. *lacaitae* is present - this one lives besides in Western Central and Southern Italy (provinces of Latina [ROSSI & BASSANI, 1985 ; FORLENZA & CORSETTI, 1990], Isernia, Salerno [BÜEL, 1970 ; DANESCH & DANESCH, 1972], Potenza [GÖLZ & REINHARD, 1982 ; 1985]) and Malta - (LANFRANCO, 1991) -, the third subspecies, subsp. *celiensis* (O. Danesch & E. Danesch) Del Prete, turns out to be strictly

endemic in South East Italy (Basilicata, Apulia (DANESCH & DANESCH, 1970; DEL PRETE, 1984A ; 1984B). All the complex of *O. oxyrrhynchos* appears to be endemic in Central Mediterranean area and further on locally differentiated.

Ophrys sphegodes Huds. subsp. ***panormitana*** (Tod.) E. Nelson, Gestaltwand. : 194 (1962)

This taxon is known only from Sicily where it seems to mean only a casual variation in the *O. exaltata* group. Its taxonomic significance must be further investigated.

Orchis commutata Tod., Orch. Sic. 24 (1842)

Very close to *O. tridentata* Scop. that it replaces in Sicily. Recently its independence at specific level has been demonstrated (MAZZOLA, 1984). In fact all the examined Sicilian plants attributable to *O. tridentata s.l.* or more exactly to *O. commutata* turn out to have $2n = 84$ and not $2n = 42$, as known from *O. tridentata* collected in other countries.

Serapias orientalis (Greuter) H. Baumann & Künkele subsp. ***siciliensis*** Bartolo & Pulvirenti, Candollea 48 : 232 (1993)

Plants from S-E-Sicily that were firstly attributed to *S. orientalis* subsp. *apulica* H. Baumann & Künkele (BARTOLO & PULVIRENTI, 1991) have been recently described as an independent subspecies (BARTOLO & PULVIRENTI, 1993B). They seem represent the extreme western stage of morphological differentiation of *S. orientalis* group.

Circumsicilian Islands

No exclusive endemic orchid is known to live in Circumsicilian Islands. Only *O. lunulata* of the whole of endemic Orchidaceous contingent appears to live in Aeolian Isles.

Other species of some phytogeographical interest living in these little islands are *Limodorum trabutiaum* Batt. (a Westmediterranean species that eastwards reaches Sardinia [DAISS *et al.*, 1990] and Pantelleria [RENZ, 1972] - the localities known in Calabria [BAUMANN & HOFFMAN, 1985 ; HEINRICH ET AL., 1986] belong to a *L. brulloir* Bartolo & Pulvirenti [BARTOLO & PULVIRENTI, 1993A]) and *Ophrys scolopax* Cav. subsp. *apiformis* (Desf.) Maire et Weiller ex Quezel (a North African plants with few scattered localities in South Spain and one in Sardinia [SCRUGLI & GRASSO, 1984], which has been collected - even if many years ago - also in Pantelleria [DEL PRETE, 1984]).

Central-West-Mediterranean insular distribution

Orchis brancifortii Biv.-Bern., Stirp. Rar. Sic. Descr. 1 : 3 (1813)

A good species, related to *O. quadripunctata* Cyr.ex Ten. and from which it can have originated westwards of area, living only in Sicily and Sardinia. Its independence has been demonstrated by CORRIAS (1980) who has also defined its distribution, that appears limited to Sardinia and Sicily on calcareous grounds.

Serapias nurrica Corrias, Boll. Soc. Sarda Sci. Nat. 21 : 397 1981

A species originally described as endemic exclusive to Sardinia and subsequently ascertained also in Corsica,(GAMISANS & JEANMONOD,1993), Sicily LORENZ (in print) and Balearic Isles (!) and DELFORGE (1994). Its recent discovery in Portugal may need further confirmations.

It seems to replace *S. neglecta* De Not. in the Westmediterranean Islands and all the old data for this latter species in Westmediterranean islands have to be referred to *S. nurrica.*

The Cyrno-Sardinian region (Corsardinia)

Many species of Orchidaceae live in Cyrno-Sardinian region, but very few are taxa of Orchids exclusive to Sardinia, and Corsica - although so rich in other endemic plants,- has not any exclusive Orchid in its flora. It is interesting that Orchids are lacking or almost lacking from most of the little Circumsardinian and Circumcorsic Islands, as demonstrated by many floristic recent researches in them. It is sufficient to note for example that only three species are known to inhabiti all the Circumcorsic Islands and all living in the biggest of the Sanguinarie Isles (LANZA & POGGESI, 1986).

Sardinia

Sardinia is very rich in Orchids as demonstrated by recent global revisions (SCRUGLI, 1990; GIOTTA & PICCITTO, 1990 GÖLZ & REINHARD H 1988 ; 1990). It is interesting from a biogeographical point of view as a cross-roads of plants coming from Italy and from West-Mediterranean or North-African countries, as demonstrated by the large number of Orchids

common with Italy and by the presence of plants like *Limodorum trabutianum*, (DAISS *et al.*, 1990) *Platanthera algeriensis* Batt. (SCRUGLI & COGONI, 1990), *Ophrys scolopax* subsp. *apiformis* (SCRUGLI & GRASSO, 1984) which are lacking from flora of Italian peninsula. Only the following are exlusive orchids while the endemic one are mostly in common with Corsica (see below) or with Sicily and/or the Balearic Islands.

Ophrys annae Devillers Terschuren & Devillers, Nat. Belg. 73 (3) : 110 (1992)

This name has been proposed to circumscribe the plants attributed until now to *O. holoserica s.s.* from Sardinia. According Devillers Terschure & Devillers (1992b) these plants are related to the *O. episcopalis* group but, in our opinion, they are very similar to populations of Italian peninsula and could perhaps be considered at varietal rank.

Ophrys eleonorae Devillers Terschuren & Devillers in Delforge *et al.*, Nat. Belg. 72 (3) : 100 (1991).

This combination circumscribes the plant commonly considered as belonging to *O. iricolor* Desf. from Sardinia (Delforge *et al.*, 1991). Its status is uncertain also in relation to similar plants from other cuntries of the Mediterranean area (!) and morphological and ecological differentiation is very feeble or inexistent.

Ophrys holoserica (N.L. Burm.) W. Greuter subsp. ***chestermanii*** J.J. Wood, Orchidee 33 : 67 (1982)

A well differentiated taxon in the *O. holoserica* group that according to GÖLZ, REINHARD (1988) must be considered as an independent species. It occurs only in few localities in Southern Sardinia (Iglesiente and Cagliari Province) where it appears to replace *O. holoserica* subsp. *holoserica* which is more widely distributed in the island, mostly in the Northern boundaries.

Orchis mascula (L.) L. subsp. ***ichnusae*** Corrias, Boll. Soc. Sarda Sci. Nat. 21 : 403 (1982)

Entity known only from Sardinia from where it has been recently described (CORRIAS, 1982) and where it is the only one taxon in the *O. mascula* complex (old records either under subsp. *mascula* or subsp. *olbiensis* have to be referred here) and has the significance of endemic. Even if it can be considered abundant, it is confined to calcareous mountains in the central-eastern and south-western territories where it lives in scrubs, maquis and garigues, up to 1200 m o.a.d. Its represents a local, well differentiated subspecies in the large *O. mascula* L. complex as demonstrated by morphological and histoanatomical analisys (DEL PRETE & MICELI, in press).

It has been recently indicated also in Mallorca (Schmitt, 1993) but the photograph given in that paper seems very different from typical *Orchis mascula* subsp. *ichnusae*.

Sardinia and Corsica

Corsica has not any exclusive orchid in its flora. All insular exclusive Orchidaceae are shared with Sardinia or with other West-Mediterranean islands. An exaustive list of Orchidaceae in Corsica with complete bibliographical references can be found in GAMISANS & JEANMONOD (1993).

Ophrys conradiae Melki & Deschartres, Orchidophile 107 : 104 (1993)

This taxon occurs in Sardinia and Corsica and it represents a local variant in *O. scolopax* Cav. group : likewise many other variant have been recognized in the *O. oestrifera* group that represents its eastern Mediterranean corresponding group. According to MELKI & DESCHARTRES (1993) all the records of *O. scolopax* for Corsica and perhaps of Sardinia belong to *O conradiae*. We can agree with their opinion confirming that plants of Sardinia (!) listed in literature as *O. scolopax* belong to this species - or more properly subspecies - with the only exception of those identified as *O. scolopax* subsp. *apiformis* Maire & Weiller ex Quezel by SCRUGLI & GRASSO (1984).

Ophrys exaltata Ten. subsp. ***morisii*** **(Martelli) Del Prete,** Webbia 37 : 251 (1984)

A taxon of the group «arachnitiformes» occurring only in Sardinia and Corsica. It belongs to this group of plants derived from crossing and backcrossing between *O. sphegodes s.l. O. holoserica s.l.* and shows also some influence of *O. crabronifera*. Considering the whole complex of these polymorphic, hybridogene populations as a group of polytipic form of polytopic origin, we prefer to maintain to them the subspecific rank under the oldest specific name (*O. exaltata* Ten.) similarly to what we did in a previous work (DEL PRETE, 1982) unlike other Authors, DEVILLERS-TERSCHUREN & DEVILLERS (1988), GAMISANS & JEANMONOD (1993), for instance, who give specific rank to all the entities in the group.

Ophrys sphegodes Huds. subsp. ***praecox*** Corrias, Boll. Soc. Sarda Sci. Nat. 22 : 325 (1983)

A taxon described originally as a Sardinian endemic but actually known as Cyrno-Sardinian (DEVILLERS-TERSCHUREN & DEVILLERS, 1988 ; GAMISANS & JEANMONOD, 1993). It appears very scattered in its distribution. It is closely related to *O. sphegodes* subsp. *sphegodes* - that is replaced by it in Sardinia (CORRIAS, 1983) and in Corsica (DEVILLERS-TERSCHUREN & DEVILLERS, 1988)-, and also to *O. exaltata* Ten. subsp. *exaltata* (particularly to the plants known as *O. sicula* E. Nelson to which perhaps could be synonimized) and to *O. incubacea* Bianca with which it seems to cross.

Balearic Islands

Only the following Orchid is known as exclusive in the Balearic Islands. *Serapias nurrica* that has been previously discussed must be added to this.

Ophrys balearica Delforge, Mém. Soc. Roy. Bot. Belg. 11 : 15 (1989)

This taxon described from Majorca is known from Majorca - mostly under *O. bertolonii* or *O. bertoloniiformis* - (DELVOSALLE & DUVIGNEAUD, 1967 ; BERGERON & BOURNERIAS, 1979 ; HOFFMANN, 1983 ; BOURNERIAS & BOURNERIAS, 1984 ; KREUTZ, 1989 ; DELFORGE, 1989 ; !), Minorca, Ibiza and Formentera (BLATT & HERTEL, 1984 ; DUVIGNEAUD, 1979 ; GRUBE, 1986). It belongs to the *O. bertolonii-O. bertoloniiformis* group that in the last years had many changes and many increases of species (DELFORGE, 1989 A ; 1989B ; DELFORGE *et .al.*, 1989). These species, founded - with the only exception of *O. bertolonii* Moretti s.s., - on different distributional patterns and on feeble, uncertain and not constant morphological patterns, represent different evolving stage, in different countries, of introgression between *O. bertolonii* and different species or subspecies of *O. sphegodes* and allied taxa. In our opinion their separation at specific rank is excessive and, similarly to what was proposed by ourselves for the *O. exaltata-O. arachnitiformis* group, it may be better to consider all these taxa at subspecific level - as geographic vicariants - in a single specific taxon to which should be due the oldest legitimate specific combination.

CONCLUDING REMARKS

From this list two types of main evidences derive. The first one is taxonomical and is firstly given by the necessity of large revisions in most group, especially in the genus *Ophrys,* also in order to make clear the relationships between many entities, perhaps allied and of the same taxonomic level, but described as belonging to different groups and at different taxonomic rank. But this problem is only the consequence of another : the inexistence of an univoc concept of species, real or conventional, that finds in agreement all botanists, - at least the most of them - and avoids the too common praxis to describe as a «new species» anything different, also in order to add ones own name to an «eternal» Latin combination.

The second evidence is biogeographic and (apart from the resultance that the more investigated territories are more rich in exclusive or endemic species), from this work a confirmation comes out of the more commonly accepted biogeographic hypothesis : mostly the relationship between Balearic Islands, Sardinia, Corsica and, partially, Sicily in West Mediterranean Region ; the isolation of Crete and the neighbouring isles in Central Aegean, the feeble relevance of insularity in islands very close to the mainlands or constituing an archipelago.

ACKNOWLEDGEMENTS

Financial support is acknowledged from the M.U.R.S.T, Italy.

LITTERATURE

ALIBERTIS C., ALIBERTIS A., 1989 - La Crète n'a pas fini de livrer ses secrets aux orchidophiles. (2ème partie). Orchidophile 87 : 106-110.

ALIBERTIS C., ALIBERTIS A., REINHARD R., 1990 - Untersuchungen am *Ophrys omegaifera* complex Kretas. *Mitt. Bl. Arbeitskr. Heim. Orch. Baden-Württ.* 22 (1) : 181-236.

BALAYER M., 1984 - *Les orchidées de la partie orientale des Pyrénées françaises. Etude Biosystématique, Réactualisation du catalogue* - Thèse. Montpellier.

BARTOLO G., PULVIRENTI S., 1993A - *Limodorum brulloi* (Orchidaceae) a new species from Calabria (S Italy). *Candollea* 48 : 485-491.

BARTOLO G., PULVIRENTI S., 1993B - *Serapias orientalis* subsp. *siciliensis* (Orchidaceae) a new subspecies from Sicily. *Candollea* 48 : 231-236.

BAUMANN B., BAUMANN H., 1984 - Die

Orchideenflora der Ionischen Inseln Ithaki und Kefallinia. *Mitt. Bl. Arbeitskr. Heim. Orch. Baden-Württ.* 16 (1) : 105-183.

BAUMANN B., BAUMANN H., 1990 - Orchideenfunde von der ostägäischen Insel Ikaria (nördliche Sporaden, Griechenland). *Mitt. Bl. Arbeitskr. Heim. Orch. Baden-Württ.* 22 (4) : 730-735.

BAUMANN H., 1976 - Eine bislang unbekannte *Ophrys sphegodes*-Sippe auf den maltesischen Inseln. *Jahresber.-Ber. Naturwiss. Ver. Wuppertal* 29 : 64-69.

BAUMANN H., HOFFMANN V., 1985 - Zur Systematik und verbreitung von Limodorum trabutianum Battand. *Mitt. Bl. Arbeitskr. Heim. Orchid. Baden-Württ.* 17 : 161-185.

BAUMANN H., KÜNKELE S., 1982 - *Die wildwachsenden Orchideen Europas.* Kosmos, Stuttgart.

BAUMANN H., KÜNKELE., 1986 - Die Gattung *Ophrys* L. - eine taxonomische Ubersicht. *Mitt. Bl. Arbeitskr. Heim. Orchid. Baden-Wurtt.* 18 : 305-688.

BAYER M., KÜNKELE S., WILLING E., 1978 - Interimskarten zur Verbreitung der südgriechischen Orchideen. *Mitt. Bl. Arbeitskr. Heim. Orch. Baden-Württ.* 10 (3/4) : 114-216.

BERGERON M., BOURNERIAS M., 1979 - Observations sur les Orchidées des Baléares. *Orchidophile* 37 : 1324-1326.

BIANCO P., MEDAGLI P., D'EMERICO S., RUGGIERO L., 1987 - Numeri cromosomici per la flora Italiana. *Inform. Bot. Ital.* 19 : 322-332.

BIANCO P., D'EMERICO S., MEDAGLI P., RUGGIERO L., 1991 - Polyploidy and aneuploidy in *Ophrys, Orchis* and *Anacamptis* (Orchidaceae) *Pl. Syst. Evol.* 178 : 235-245.

BLATT H., HERTEL H., 1984 - Beitrag zur verbreitung der Orchideen auf den Balearen. *Ber. Arbeitskr. Heim. Orch.* 2 : 4-88.

BORG J., 1927 - *Descriptive flora of the Maltese Islands.* - Government printing office, Malta.

BOURNERIAS J., BOURNERIAS P., 1984 - Voyage de la S.F.O. à Majorque (2-9 Avril 1983). *Orchidophile* 62 : 616-625.

BREINER R., 1979 - pH-Messungen an Orchideen-Standorten auf Kreta und Zypern. *Mitt. Bl. Arbeitskr. Heim. Orch. Baden-Württ.* 11 (1) : 54-58.

BÜEL H., 1970 - *Ophrys*funde in der Provinz Salerno. *Orchidee* 21 : 181-182.

BUTTLER K.P. 1983 - Die *Ophrys ciliata* (speculum)-Gruppe, eine neubewertung (Orchidaceae : Orchideae). *Jahresber. Naturwiss. Ver. Wuppertal* 36 : 37-57.

BUTTLER K.P., 1986 - *Orchideen.* München.

CORRIAS B., 1980 - Le piante endemiche della Sardegna : 71 - *Orchis brancifortii* Biv.-Bern. *Boll. Soc. Sarda Sci. Nat.* 19 : 269-276.

CORRIAS B. 1982 - Le piante endemiche della Sardegna : 110-111. *Serapias nurrica* species nova : *Orchis mascula* (L.) L. ssp. *ichnusae* subspecies nova. *Boll. Soc. Sarda Sci. Nat.* 21 : 397-410.

CORRIAS B. - 1983 Le piante endemiche della Sardegna : 130-131. *Ophrys sphegodes* Miller ssp. *praecox* subsp. nov. ; *Ophrys holoserica* (N.L. Burm.) Greuter ssp. *chestermanii* Wood. *Boll. Soc. Sarda Sci. Nat.* 22 : 325-333.

DAISS H., DEL PRETE C., TICHY H. 1990 - Due nuove Orchidaceae per la Flora sarda, *Limodorum trabutianum* Batt. e *Epipactis tremolsii* Pau. *Atti Soc. Sarda Sci. Nat.* 27 : 245-251.

DANESCH O., DANESCH E., 1964 - Orchideen der Gattung *Ophrys* auf Mallorca. *Jahresber. Naturwiss. Ver. Wuppertal* 19 : 34-35.

DANESCH O., DANESCH E., 1970 - Drei neue *Ophrys fuciflora* sippen aus Italien. *Orchidee* 21 : 17-22.

DANESCH O., DANESCH E., 1972 - *Ophrys oxyrrhynchos* Tod. und *Ophrys lacaitae* Lojac. *Jahresber. Naturwiss. Ver. Wuppertal :* 25 : 159-162.

DE LANGHE J.E., D'HOSE R., 1982 - Les Orchidées de Chypre. Prospections faites en 1980 et 1981 dans la partie Sud-Ouest de l'Ile. *Bull. Soc. Roy. Bot. Belg.* 115 : 297-311.

DELFORGE P., 1989A - Le groupe d'*Ophrys bertolonii* en France.1- Les Préalpes *Orchidophile* 20 (85) : 13-21.

DELFORGE P., 1989B - Le groupe d'*Ophrys bertolonii* Moretti. *Mém Soc. Roy Bot. Belg.* 11 : 7-29.

DELFORGE P., 1992A - Les Orchidées de l'île de Leucade (Nomos Lefkada, Nissia Ioniou, Grèce). Observations et additions à la cartographie. *Nat. Belg.* 73 (3) : 155-176.

DELFORGE P., 1992B - Contribution à l'étude de trois espèces d'*Ophrys* récemment décrites : *Ophrys cephalonica, Ophrys herae* et *Ophrys minoa* (Orchidaceae). *Nat. Belg.* 73 (3) : 71-106.

DELFORGE P., 1993 - Nouvelles observations sur *Ophrys herae* (Orchidaceae). *Nat. Belg.* 74 (3) : 107-112.

DELFORGE P., 1993B - Remarques sur les Orchidées précoces de l'île de Malte. *Nat. Belg.* 74

(3) : 93-106.

DELFORGE P., 1994 - *Guide des Orchidées d'Europe, d'Afrique du Nord et du Proche Orient. Delachaux et Niestlé,* Lausanne/Paris.

DELFORGE P., DEVILLERS-TERSCHUREN J., DEVILLERS-TERSCHUREN P., 1980 - Le groupe d'*Ophrys bertolonii* en Provence et en Languedoc. *Nat. Belg.* 70 (3) : 73-84.

DELFORGE P., DEVILLERS-TERSCHUREN J., DEVILLERS P., 1991 - Contributions taxonomiques et nomenclaturales aux Orchidées d'Europe (Orchidaceae). *Nat. Belg.* 72 : 99-101.

DEL PRETE C., 1982 - Genre *Ophrys*, Sect. *arachnitiformes* E. Nelson : Problèmes de nomenclature et de taxonomie. *C. R. 5. Sess. Autumn. S.F.O. (Paris).*

DEL PRETE C., 1984A - The Genus *Ophrys* L. (Orchidaceae) in Italy : check-list of the species, subspecies and hybrids. (Contribution to the knowledge of the Italian Orchidaceae XII). *Webbia :* 37 : 247-255.

DEL PRETE C., 1984B - The Genus *Ophrys* L. (Orchidaceae) a new taxonomic approach. *Webbia :* 38 : 209-220.

DEL PRETE C., MAZZOLA P., MICELI P.,1984 - *Anacamptis urvilleana* Sommier et Car-Gatto (Orchidaceae) una specie dimenticata delle Isole Maltesi. *Giorn. Bot. Ital.* 118 : Suppl. 2 : 70.

DEL PRETE C., MAZZOLA P., MICELI P., 1991 - Kariological differentiation and speciation in C. Mediterranean *Anacamptis* (Orchidaceae). *Plant Syst. Evol.* 174 : 115-123.

DEL PRETE C., MICELI P., in print Histoanatomical and taxonomical observations in some Central Mediterranean entities of the Sect. Labellotrilobatae Vermeul. Subsectiones Masculae Nevski and Provinciales Nevski (Genus *Orchis* Orchidaceae). *Act. Monocots Sympos. Kew.*, 1993.

DEL PRETE C., TOSI G., 1988 - *Orchidee spontanee d'Italia : Monografia ed iconografia.* Mursia, Milano.

DEL PRETE C., TOSI G., TICHY H., 1993 - *Le Orchidee spontanee della Maremma Grossetana.* Milano.

DELVOSALLE L., DUVIGNEAUD J., 1967 - Un voyage à Majorque. Compte rendu botanique de l'excursion. *Nat. Belg.* 48 (8) : 365-388.

DEVILLERS-TERSCHUREN J., DEVILLERS P., 1988 - Les *Ophrys arachnitiformes* du Bassin méditerranéen occidental. *Nat. Belg.* 69 (2) : 98-112.

DEVILLERS-TERSCHUREN J., DEVILLERS P., 1992 - *Ophrys annae*, une espèce sarde du Groupe d'*Ophrys episcopalis*. Nat. Belg. 73 (3) : 109-112.

DUVIGNEAUD J., 1979 - Catalogue provisoire de la Flore des Baléares. II Edition. *Soc. Ech. Pl. Vasc. Eur. Occ. Bass. Med.* 17 (suppl.) : 1-42.

FORLENZA G., CORSETTI L., 1990 - Orchidee spontanee del Monte Cacume. *Quad. Mus. St. Nat. Patrica* 1 : 1-118.

GAMISANS J., JEANMONOD D., 1993 - Catalogue des plantes vasculaires de la Corse. *in* JEANMONOD D., & BURDET H.M., compléments au prodrome de la flore corse. Annexe 3.

GÖLZ P., REINHARD H.R., 1980 - *Serapias*. Ergebnisse statisticher und chorologischer Untersuchungen. *Mitt. Bl. Arbeitskr. Heim. Orchid. Baden-Württ.* 12 : 123-189.

GÖLZ P., REINHARD H.R., 1982 - Orchideen in Suditalien. Ein Beitrag zur Kenntnis der Orchideen Apuliens, der Basilicata, Kalabriens und Siziliens. *Mitt. Bl. Arbeitskr. Heim. Orchid. Baden-Württ.* : 14 : 1-124.

GÖLZ P., REINHARD H.R., 1985 - Statistische Untersuchungen an *Ophrys bornmuelleri* M. Schulze und *Ophrys kotschyi* H. Fleischmann & Soó. *Mitt. Bl. Arbeitskr. Heim. Orchid. Baden-Württ.* : 17 : 446-491.

GÖLZ. P., REINHARD H.R., 1986 - Orchideen in Jugoslavien. *Mitt. Bl. Arbeitskr. Heim. Orchid. Baden-Württ.* 18 (4) : 689-827.

GÖLZ P., REINHARD H. 1988 - Beitrag zur Orchideenflora Sardiniens (1. Teil) *Mitt. Bl. Arbeitskr. Heim. Orch. Baden-Württ.* 20 (1) : 103-150.

GÖLZ P., REINHARD H.R., 1989 - Zur Orchideenflora von Lesvos. *Mitt. Bl. Arbeitskr. Heim. Orch. Baden-Württ.* 21 (1) : 1-87.

GÖLZ P., REINHARD H.R., 1989B - Über einige Besonderheiten im ostmediterranen *Ophrys scolopax* Komplex. *Mitt. Bl. Arbeitskr. Heim. Orch. Baden-Württ.* 21 (4) : 1040-1067.

GÖLZ P., REINHARD H. 1990 - Beitrag zur Orchideenflora Sardiniens (2. Teil) *Mitt. Bl. Arbeitskr. Heim. Orch. Baden-Württ.* 22 (3) : 405-510.

GÖLZ P., REINHARD H.R., 1992 - *Dactylorhiza pythagorae* Gölz & Reinhard spec. nov. von Samos. *Mitt. Bl. Arbeitskr. Heim. Orch. Baden-Württ.* 24 (1) : 52-67.

GREUTER W., 1979 - The Origins and Evolution of Island Floras as Exemplified by the Aegean Archipelago. *In* BRAMWELL D., (Ed). *Plants and Islands*, London.

GREUTER W., BURDET H.M., LONG G., 1984 -

Med-Checklist 1. Genève.

GREUTER W., MATTHAS U., RISSE H., 1985 - Additions to the flora of Crete, 1973-1983 (1984) - III. *Willdenowia* 15 : 23-59.

GREUTER W., PLEGER R., RAUS T., 1983 - The vascular flora of the Karpathos island group (Dodecanesos, Greece). A preliminary checklist. *Willdenowia* 13 : 43-78.

GRUBE A., 1986 - Nach Menorca der Orchideen Wegen - ein beitrag zur Orchideenkartierung der Balearen. *Ber. Arbeitskr. Heim. Orch.* 3 (1) : 39-52.

GUMPRECHT R., 1964 - *Ophrys*-Studien auf Cypern. *Jahresber. Naturwiss. Ver. Wuppertal* 19 : 36-38.

HANSEN R-B., HANSEN K., KREUTZ C.A.J., RÜCKBRODT U., RÜCKBRODT D., 1990 - Beitrag zur Kenntnis und Verbreirtung der Orchideenflora von Zipern mit Interims-Verbreitungskarten. *Mitt. Bl. Arbeitskr. Heim. Orch. Baden-Württ.* 22 (1) : 73-171.

HASLAM S.M., SELL P.D., WOLSELEY P.A., 1977 - *Flora of the Maltese Islands*. - Malta. University Press.

HAUTZINGER L. 1976 - *Orchis prisca* (Orchidaceae), eine neue Art aus Kreta. *Plant Syst. Evol.* 124 : 311- 313.

HAUTZINGHER L., 1978 - Genus *Orchis* L. (Orchidaceae) Sectio Robustocalcare Hautzinger. *Ann. Naturhist. Mus. Wien* 81 : 31-73.

HEINRICH H., HOFFMANN V., LORENZ G. 1986 - Ergazungen zur Verbreitung von *Limodorum trautianum* Batt. *Ber. Arbeitskr. Heim. Orch.* 3 (2) : 229-234.

HILLER W., KALTESEIN M., 1988 - Die Orchideen der Insel Karpathos. *Mitt. Bl. Arbeitskr. Heim. Orch. Baden-Württ.* 20 (3) : 443-518.

HIRT M., SPAETH H., 1989 - Die Orchideen der Insel Samos. Ein Beiträg zur Kartierung des Mittelmeerraumes *Mitt. Bl. Arbeitskr. Heim. Orch. Baden-Württ.* 21 (4) : 1068-1135.

HIRT M., SPAETH H., 1990 - Die Orchideen der Insel Ikaria. *Mitt. Bl. Arbeitskr. Heim. Orch. Baden-Württ.* 22 (4) : 693- 729.

HIRT M., SPAETH H., 1991 - Ein neues Gattungsbastard zwischen *Orchis morio* und *Serapias orientalis* subsp. *carica* auf Samos. *Mitt. Bl. Arbeitskr. Heim. Orch. Baden-Württ.* 23 (3) : 505-509.

HIRT M., SPAETH H., 1992 - Zur Orchideenflora von Samos. *Mitt. Bl. Arbeitskr. Heim. Orch. Baden-Württ.* 24 (1) : 1-51.

HOFFMANN V., 1983 - Orchideenkartierung Mallorca. *Mitt. Bl. Arbeitskr. Heim. Orch. Baden-Württ.* 15 (1) : 109-151.

HÖLZINGER C., HÖLZINGER J., 1986 - Beiträge zur Orchideenflora von Kreta. *Mitt. Bl. Arbeitskr. Heim. Orch. Baden-Württ.* 18 (1) : 137-159.

HÖLZINGER J., KÜNKELE S., KÜNKELE S., 1985 - Die Verbreitung der Gattung *Ophrys* L. auf dem Griechischen Festland. *Mitt. Bl. Arbeitskr. Heim. Orch. Baden-Württ.* 17 (1) : 1-101.

KALTESEIN M., REINHARD H.R., 1987 - Zwei neue *Ophrys*-Taxa (Orchidaceae) aus dem Ägäischen Archipel. *Mitt. Bl. Arbeitskr. Heim. Orch. Baden-Württ.* 19 (4) : 895-938.

KALTESEIN M., WILLING E., 1981 - Verbreitungskarten der Orchideen von Rhodos. *Mitt. Bl. Arbeitskr. Heim. Orch. Baden-Württ.* 13 (4) : 377-446.

KEITEL C., REMM W., 1991 - Die Orchideenflora der Insel Simi, Tilos und Nisiros. *Mitt. Bl. Arbeitskr. Heim. Orch. Baden-Württ.* 23 (1) : 81-106.

KEMMER U., KEMMER A., 1987 - Orchideensuche auf Rhodos. *Mitt. Bl. Arbeitskr. Heim. Orch. Baden-Württ.* 19 (4) : 853-865.

KOCYAN A., JOSHI J., 1992 - Die Orchideen von Kea. *Mitt. Bl. Arbeitskr. Heim. Orch. Baden-Württ.* 24 (3) : 457-486.

KOHLMÜLLER R., 1990 - Interessante Entdeckungen während einer Zypernreise Oster, 1989. *Mitt. Bl. Arbeitskr. Heim. Orch. Baden-Württ.* 22 (4) : 808-817.

KRAMER E., KRAMER K., 1983 - Beiträge zur Orchideenflora der Provinz Attika (Griechenland). *Mitt. Bl. Arbeitskr. Heim. Orch. Baden-Württ.* 15 (4) : 541-558.

KREUTZ K., 1989 - Beitrag zur Erforschunk und Kenntnis einiger Orchideenarten der Balearen-Iseln Mallorca. *Ber. Arbeitskr. Heim. Orch.* 6 (1) : 115-128.

KREUTZ K., 1990 - Beitrag zur Orchideenflora Kretas. *Mitt. Bl. Arbeitskr. Heim. Orch. Baden-Württ.* 22 (2) : 358-384.

KÜNKELE S., 1979 - Historischer Überblick zur Erforschurung der Orchideen von Kreta. *Mitt. Bl. Arbeitskr. Heim. Orch. Baden-Württ.* 11 (4) : 283-309.

KYPRIOTARIS Z., KALOPISSIS J., 1988 - Neue Standorte der *Cephalanthera cucullata* Boiss. et Heldr. *Mitt. Bl. Arbeitskr. Heim. Orch. Baden-Württ.* 20 (1) : 69-73.

LANFRANCO E., 1991 - *Ophrys lacaitae* Lojac., a new record for the Maltese islands. *Flora Mediterranea* 1 : 221-222.

LANZA B., POGGESI M., 1986 - Storia naturale delle isole satelliti della Corsica. *L'Universo* 46 (1) : 2-198.

MAZZOLA P., 1984 - Cytogeographic aspects of *Orchis commutata* Tod. (Orchidaceae) *Webbia :* 38 : 773-779.

MELKI F., DESCHARTRES R., 1993 - L'éclosion d'une fleur nouvelle en Corse : *Ophrys conradiae*. *Orchidophile* 107 : 101-107.

MILLOT H., MILLOT P., 1984 - Voyage de la S.F.O. a Chypre. *Orchidophile* 64 : 715-728.

NELSON E. 1962 - *Gestaltwandel und Artbildung erortert am Beispiel der Orchidaceen Europas und der Mittelmeerlander, insbesondere der Gattung* Ophrys. *Mit einer Monographie und Ikonographie der Gattung* Ophrys. Chernex-Montreux.

NELSON E., 1968 - *Monographie und Ikonographie der Orchidaceen-Gattungen* Serapias, Aceras, Loroglossum, Barlia. Chernex-Montreux.

PAULUS H., ALIBERTIS C., ALIBERTIS A., 1990 - *Ophrys mesaritica* H.F. Paulus und C. & A. Alibertis spec. nov. aus Kreta, eine neue Art aus dem *Ophrys fusca-iricolor*-Artenkreis. *Mitt. Bl. Arbeitskr. Heim. Orch. Baden-Württ.* 22 (4) : 772-787.

PAULUS H.F. 1988 - Beobachtungen und Experimente zur Pseudokopulation auf *Ophrys*-Arten (Orchidaceae) Kretas II mit einer Beschreibung von *Ophrys sitiaca* H.F. Paulus & C.+ A. Alibertis nov. Spec. aus dem *Ophrys-fusca-omegaifera* formenkreis. *Mitt. Bl. Arbeitskr. Heim. Orchid. Baden-Württ.* 20 (4) : 817-882.

PAULUS H.F., GACK C., 1986 - Neue Befunde zur Pseudokopulation und Bestauberspezifisitat in der Orchideengattung *Ophrys*. Untersuchungen in Kreta, Suditalien und Israel. *Orchidee Sonderheft 1986 :* 48-86.

PAULUS H.F., GACK C., 1990 - Pollination of *Ophrys* (Orchidaceae) in Cyprus. *Plant. Syst. Evol.* 169 : 177-207.

PAULUS H.F., GACK C., 1990B - Untersuchungen zur Pseudokopulation und Bestäuberspezifität in der Gattung *Ophrys* im östlichen Mittelmeergebiet. (Orchidaceae, Hymenoptera, Apoidea). *Jahresber. Naturwiss. Ver. Wuppertal* 43 : 80-118.

PAULUS H.F., GACK C., 1992 - Die Gattung *Ophrys* (Orchidaceae) auf der Kykladeninsel Naxos : Daten zur Bestäubungsbiologie und zur floristik. *Mitt. Bl. Arbeitskr. Heim. Orch. Baden-Württ.* 24 (3) : 403-449.

PETER R., 1989 - Ergäzungen zur Orchideenflora von Rhodos. *Mitt. Bl. Arbeitskr. Heim. Orch. Baden-Württ.* 21 (2) : 279 - 350.

RENZ J. TAUBENHEIM G., 1984 - Orchidaceae in DAVIS P.H. Editor. *Flora of Turkey* 8 : 450-553.

QUEZEL P., 1959 - *in* MAIRE R. *Flore de l'Afrique du Nord.* 6. Paris.

RENZ J., 1972 - Uber *Limodorum trabutianum* Batt. *Candollea* 27 : 41-45.

ROBATSCH K., 1978 - Beiträge zur Orchideenflora Österreichs (mit besonderer Berücksichtigung Kärntens) und des Mediterrangebietes. *Carinthia II* 168 : 321-338.

ROBERTZ A., ROBERTZ E., 1990 - Ergäzende Anmerkung zu *Ophrys lapethica* Gölz & Reinhard. *Mitt. Bl. Arbeitskr. Heim. Orch. Baden-Württ.* 22 (2) : 385-386.

ROSSI W., BASSANI P., 1985 - *Orchidee spontanee del Lazio*. Frascati/Latina.

RÖTTGER B., 1990 - Beiträge zur Kartierung der Orchideenflora von Rhodos. *Mitt. Bl. Arbeitskr. Heim. Orch. Baden-Württ.* 22 (2) : 387-404.

RÜCKBRODT U., RÜCKBRODT D., 1990 - *Ophrys transhyrcana* Czerniak., Neufund für Rhodos. *Mitt. Bl. Arbeitskr. Heim. Orch. Baden-Württ.* 22 (4) : 736-739.

RÜCKBRODT U., RÜCKBRODT D., WENKER S., WENKER D., 1990 - Versuch einer Gliederung des *Ophrys-fusca*-Komplexes auf Rhodos und Beschreibung von *Ophrys attaviria* Rückbrodt & Wenker spec. nov. *Ber. Arbeitskr. Heim. Orch.* 7 (2) : 7-17.

RÜCKBRODT U., RÜCKBRODT D., HANSEN K., HANSEN R-B., Bemerkungen zu den in der Türkei vorkommenden Orchideen arten und ihrer Verbreitung. *Ber. Arbeitskr. Heim. Orch.* 9 (1) : 4-103, 161-176.

SALKOWSKI H-E., 1992 - *Ophrys sphegodes* subsp. *melitensis* Salkowski, subsp. nova auf Malta und Gozo. *Mitt. Bl. Arbeitskr. Heim. Orch. Baden-Württ.* 24 (4) : 633-643.

SALKOWSKI H-E., 1993 - *Serapias murrica* Corrias in der Provinz Algarve/südportugal. *Ber. Arbeitskr. Heim Orch.* 10 (2) : 28-29.

SCHMITT T., 1993 - *Orchis simia* Lam. und *Orchis mascula* subsp. *ichnusae* Cor. zwei bemerkenswerte Orchideen für Mallorca. *Ber. Arbeitskr. Heim Orch.* 10 (2) : 30-33.

SCRUGLI A., 1990 - *Orchidee spontanee della Sardegna*. Cagliari.

SCRUGLI A., COGONI A., 1990 - *Platanthera algeriensis* Battandier et Trabut (Orchidaceae) specie nuova per la flora Italiana. *Webbia :* 44

(2) : 307-314.

SCRUGLI A., GRASSO M.P., 1979 - Contributo alla conoscenza delle Orchidaceae della Sardegna centrale. *Atti Soc. Tosc. Sci. Nat. Mem., ser B* 86 : 303-315.

SCRUGLI A., GRASSO M.P., 1984 - Sul reperimento di *Ophrys scolopax* Cav., ssp. *apiformis* (Desf.) Maire et Weiller (Orchidaceae) in Sardegna. *Atti Soc. Tosc. Sci. Nat. Mem., ser B* 91 : 59-62.

SCRUGLI A., GRASSO P., COGONI A., 1988.- Le Orchidee spontanee del Sarcidano (Sardegna centrale). *Webbia* 42 (2) : 179-199.

SOMMIER S., CARUANA-GATTO A., 1915.- Flora Melitensis Nova, - *Boll. Ort. Bot. Palermo, n.s.*, 1 (App.).

TESCHNER W., 1975.- Eine hybridogene Orchissippe auf Kreta? *Orchidee* 26 : 217-221.

TUTIN T.G., *et al.*, ed. 1964-1993 *Flora Europaea*.- Cambridge.

TURLAND N.J., CHILTON L., PRESS J.R., 1993.- *Flora of the Cretan Area* London.

VÖTH W., 1981.- Fundorte Griechischer Orchideen *Mitt. Bl. Arbeitskr. Heim. Orch. Baden-Württ.* 13 (1) : 1-89.

VÖTH W., 1986. - Zum Nachweis des Bestäubers *Melecta albifrons albovaria* Erchs. von *Ophrys cretica* (Viehr.) Nelson auf der griechischen Insel Aejina. *Mitt. Bl. Arbeitskr. Heim. Orchid. Baden-Württ.* 18 (2) : 243-253.

WILLING B., WILLING E., 1983.- Beitrag zur Verbreitung der Orchideen Ätoliens und Arkananiens sowie der Insel Lefkas (NW-Griechenland). *Mitt. Bl. Arbeitskr. Heim. Orch. Baden-Württ.* 15 (3) : 351-413.

WOOD J.J. 1985. - Orchidaceae in MEIKLE R.D, ed. *Flora of Cyprus* 2 : 1491-1458.

ECOLOGIA MEDITERRANEA XXI (1/2) 1995 : 135-148

La flore de Corse : Bilan des connaissances, intérêt patrimonial et état de conservation

The flora of Corsica : State of knowledge, patrimonial interest and state of conservation

Jacques GAMISANS* et Daniel JEANMONOD**

RÉSUMÉ

Les auteurs dressent le bilan des connaissances sur la flore corse à partir de la nouvelle édition (octobre 1993) du Catalogue des plantes vasculaires de la Corse. Le nombre total de taxons, leur nombre par étage de végétation, le spectre phytogéographique sont notamment précisés. Les affinités de la flore corse sont rappelées. L'intérêt patrimonial de cette flore réside dans le nombre important de taxons endémiques corses, cyrno-sardes ou autres, mais aussi dans les populations d'espèces en limite d'aire en Corse, populations parfois très réduites. Relativement à celui des flores d'autres domaines nord-méditerranéens, l'état de conservation de la flore corse peut être considéré comme assez bon. Néanmoins, des disparitions notables de populations ont déjà eu lieu, tout particulièrement dans les régions littorales soumises à une forte pression humaine et des mesures urgentes sont à prendre dans certains cas.

MOTS-CLES : Corse, flore, intérêt patrimonial, conservation

ABSTRACT

On the basis of the new edition (October 1993) of the «Checklist of the vascular plants of Corsica» an evaluation of the knowledge on the flora of Corsica has been conducted. The total number of taxa, their number in each vegetation belt and their phytogeographical range are given. The affinities of the flora of Corsica are discussed. The interest of this flora lies not only in a high percentage of endemics but as well in the occurence of sometimes very small populations belonging to species being at the limit of their distribution area. Relatively to other north mediterranean areas, this flora is considered to be quite well preserved. However, due to the extinction of several populations, especially in coastal areas with high human pressure, urgent actions must be taken.

KEYWORDS : Corsica, flora, heritage value, conservation

BILAN DES CONNAISSANCES

Quelques données numériques sur la flore corse

1. Nombre de taxons

A partir de la mise au point de la deuxième édition du Catalogue (GAMISANS & JEANMONOD, 1993), la flore vasculaire de la Corse apparaît aujourd'hui constituée de 2978 taxons. Les taxons introduits (naturalisés, adventices, subspontanés, cultivés) sont au nombre de 455 (15,28%) et les naturels de 2523 (84,72%).

En fait, cette flore se divise en 2523-2580 plantes indigènes, 111-138 plantes naturalisées, 61-83 plantes adventices, 146-154 plantes subspontanées et 80 plantes cultivées. Les fourchettes de nombres indiquent simplement l'incertitude qui reste sur 57 taxons quant à leur indigénat ou introduction. Par prudence, dans les données ci-dessus, ces 57 taxons ont été systématiquement rangés dans les «introduits».

* Laboratoire de Botanique et Ecologie Méditerranéenne, case 461, Faculté des Sciences St-Jérôme, F-13397 MARSEILLE Cedex 20

**Conservatoire et Jardin botaniques de la Ville de Genève, Case postale 60, CH - 1292 CHAMBESY/GE

Ajoutons que l'analyse de la flore corse a porté sur 3263 taxons, mais que nous considérons que 214 taxons signalés en Corse dans divers ouvrages en sont en fait absents. A ceux-là s'ajoutent 54 taxons très douteux et 17 que nous avons considérés comme ayant disparu de Corse. Cela montre tout d'abord que bien des erreurs se sont glissées dans la littérature, erreurs souvent reprises de flore en flore. Ces erreurs sont souvent anciennes mais peuvent aussi apparaître dans des flores récentes. Nous en avons recensé plusieurs dans des flores aussi importantes que le Flora d'Italia de Pignatti ou le Flora Europaea (la nouvelle édition du volume 1 de cette dernière a corrigé un certain nombre de ces erreurs). En ce qui concerne les 17 taxons considérés comme disparus, il s'agit essentiellement de plantes apparues comme adventices dans le vallon de Toga (Bastia) avec des minerais importés et déposés là pour des besoins industriels.

Pour le reste des 2978 plantes admises pour la flore corse, 80 n'ont pas été revues depuis longtemps et pourraient avoir disparu et 136 restent douteuses, c'est-à-dire qu'elles n'ont pas été revues et que leur présence aujourd'hui mais aussi autrefois n'est pas clairement attestée.

2. Eléments taxonomiques

L'ensemble des taxons indigènes de Corse est constitué de 2090 espèces, 264 sous-espèces, 87 variétés, 2 formes et 80 hybrides (tableau 1).

3. Eléments chorologiques et spectre phytogéographique

Le tableau 2 et la figure 1 donnent une idée globale des éléments chorologiques de la flore corse et de leurs pourcentages respectifs. Ces pourcentages portent sur 2442 taxons indigènes analysés de ce point de vue (les hybrides, de type chorologique difficile à définir, n'ont pas été pris en compte). Ils font ressortir l'importance de l'endémisme et une presque égalité entre les éléments méditerranéen (39,5%) et eurosibérien (au sens large, 37,8%).

4. Nombre de taxons présents dans les divers étages ou ensembles de végétation

Le tableau 3 et la figure 4 mettent en évidence une richesse floristique maximale à l'étage mésoméditerranéen (1821 taxons présents) suivi loin derrière par l'étage thermoméditerranéen (971 taxons présents) puis, très proches, par les étages supraméditerranéen (724) et montagnard (707). L'étage le plus pauvre en nombre de taxons présents étant l'alpin avec 141 taxons. Ces nombres doivent toutefois être interprétés à la lumière de quelques remarques. Tout d'abord, la surface occupée par ces divers étages est très variable. Le mésoméditerranéen occupe effectivement à lui seul les 2/3 du territoire et héberge (parfois très localement) un bon nombre de taxons ayant leur optimum aux étages inférieur ou supérieur. L'étage thermoméditerranéen apparaît floristiquement très riche puisque 971 taxons y sont présents sur une surface relativement faible (liseré côtier plus ou moins interrompu et plateau bonifacien). Ainsi que nous le verrons plus loin, les taxons endémiques présentent des effectifs bien différents et donnent un autre aspect à l'intérêt floristique de ces divers étages.

5. La flore endémique

Le tableau 4 et la figure 5 montrent que la flore endémique comprend 297 taxons (12,16% de la flore naturelle, hybrides non comptés). Les taxons endémiques strictement corses sont au nombre de 130 (5,32% de la flore naturelle), les cyrno-sardes sont 76 (auxquels on peut ajouter 14 cyrno-sardes-Archipel toscan), les baléaro-cyrno-sardes 18, les autres endémiques (Corse-Sardaigne-Italie, Corse-Pyrénées, Corse-Alpes, Corse-Sierra Nevada...) 59. Si l'on ajoute les hybrides, la flore endémique comprend alors 315 taxons, soit 12,48% de la flore naturelle.

La répartition de cette flore endémique dans les étages de végétation (tableau 5, figure 6) montre une richesse maximale à l'étage montagnard (154 taxons présents), suivi dans l'ordre par les étages supraméditerranéen (141), mésoméditerranéen (115) et subalpin (98). Cela donne une vision très différente du tableau général de richesse floristique des étages tel que vu plus haut. Par ailleurs, la comparaison pour chaque étage, du nombre d'endémiques avec le nombre total de taxons montre la très grande richesse relative en endémiques des étages alpin (43,97%) et cryo-oroméditerranéen (47,4%) dont presque la moitié des taxons présents sont des endémiques ! L'étage mésoméditerranéen quant à lui, n' offre modestement que 6,31% d'endémiques.

6. Rareté des taxons de la flore corse

Le tableau 6 et les graphiques 5 & 6 montrent que les taxons très rares (RR, 1 à 5 localités connues) sont au nombre de 853 (soit 29,43% des taxons non cultivés), les rares (R, 6 à 10 localités connues) au nombre de 388 (13,38%), les localisés (LOC, peu répandus mais pouvant être localement abondants) au nombre de 81 (2,79%). D'autre part, 80 taxons (2,76%) pourraient avoir disparu et 136 (4,69%) sont

Tableau 1
Répartition des éléments taxonomiques en Corse

	Espèces	subsp.	var.	f., cv.	hybrides	TOTAUX
Indigènes	2090	264	87	2	80	2523
Naturalisés	130	6	1	-	1	138
Adventices	71	8	2	-	2	83
Subspontanés	148	1	1	-	4	154
Cultivés	74	2	0	1	3	80
TOTAUX	2513	281	91	3	90	2978

Tableau 2
Eléments chorologiques de la flore indigène de Corse (sauf hybrides)

	Nombre taxons	%	Total groupe	% groupe
Sténoméd.	545	22.3%		
Euryméd.	384	15.7%		
Méd-Mont.	36	1.5%		
Méditerranéen			965	39.5%
Eurasiatiques	543	22.2%		
Atlantiques	149	6.1%		
Orophytes	49	2.0%		
Boréaux	183	7.5%		
Eurosibérien			924	37.8%
Endémiques	297	12.2%	297	12.2%
Méd-Touraniens	68	2.8%		
Cosmopolites	140	5.7%		
Divers	48	2.0%		
Autres			256	10.5%
TOTAUX	2442	100.0%	2442	100.0%

Tableau 3
Nombre de taxons (sauf strictement cultivés) par étage de végétation et pourcentage de cette flore par rapport au total des taxons (2898 taxons)

	Nombre	% total
Littoral	558	19.3%
Thermoméditerranéen	971	33.5%
Mésoméditerranéen	1821	62.8%
Supr améditerranéen	724	25.0%
Montagnard	707	24.4%
Cryo-oroméditerranéen	154	5.3%
Subalpin	291	10.0%
Alpin	141	4.9%
RI1	580	20.0%
RI2	164	5.7%
RI3	545	18.8%

Tableau 4
Eléments chorologiques des endémiques corses (sauf hybrides)

	Nombre	% total endémiques	% total indigènes	% total flore
Co strictes	130	43.77%	5.32%	4.50%
Co-Sa strictes	76	25.59%	3.11%	2.63%
Co-Arch. toscan	14	4.71%	0.57%	0.48%
Co-Baléares	18	6.06%	0.74%	0.62%
Autres	59	19.87%	2.42%	2.04%
TOTAUX	297	100.00%	12.16%	10.28%

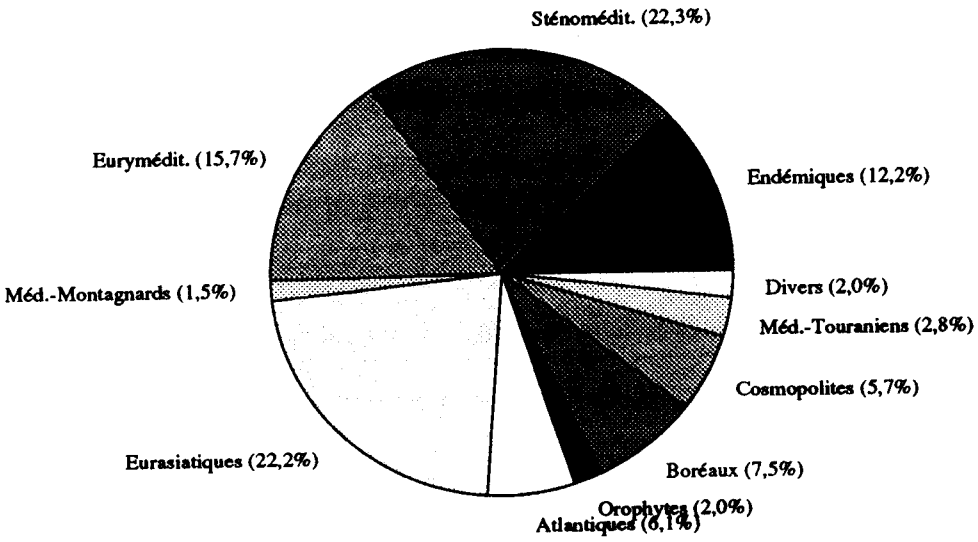


Figure 1.- Eléments chorologiques des taxons indigènes corses (sauf hybrides)

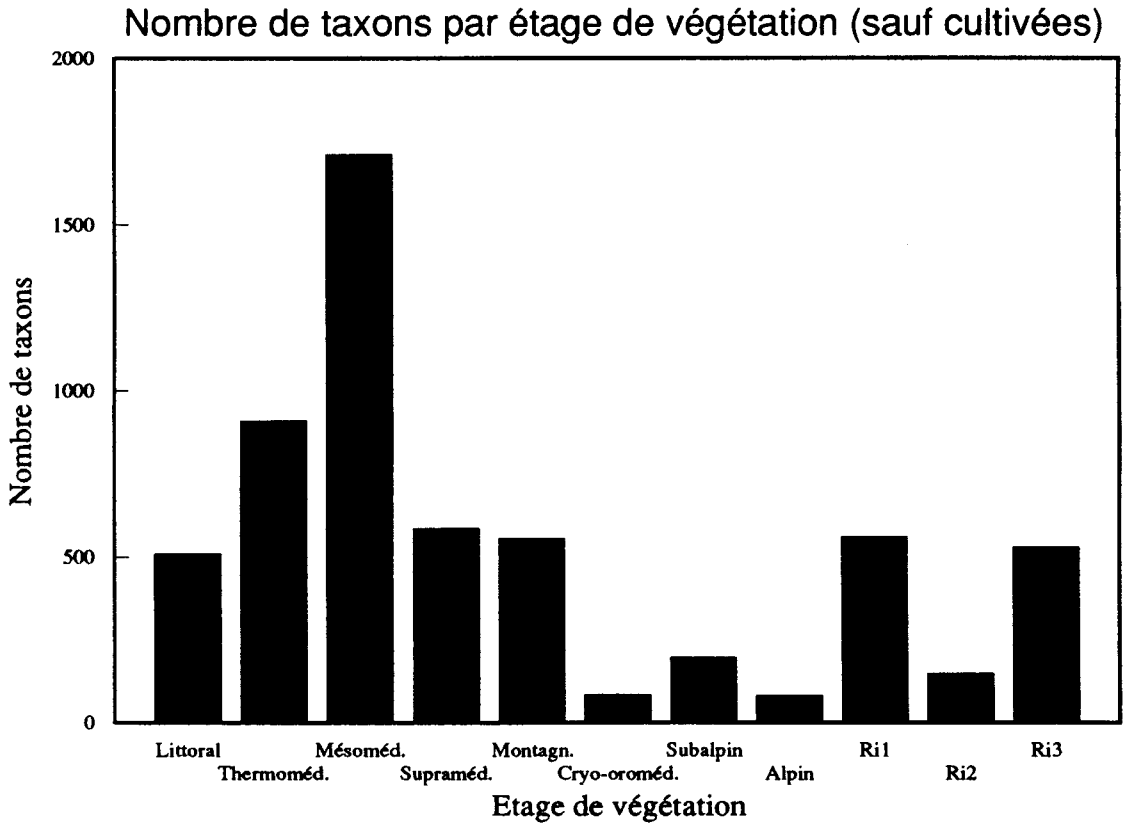


Figure 2.- Nombre de taxons par étage de végétation (sauf strictement cultivés)

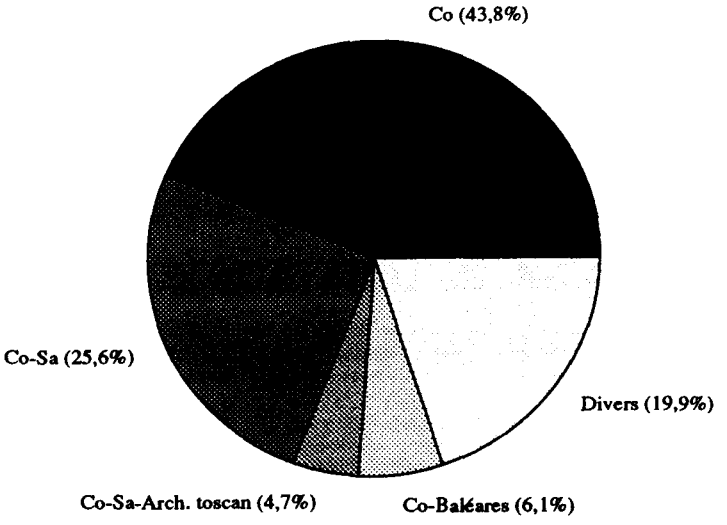


Figure 3.- Spectre des types géographiques des endémiques (sauf hybrides)

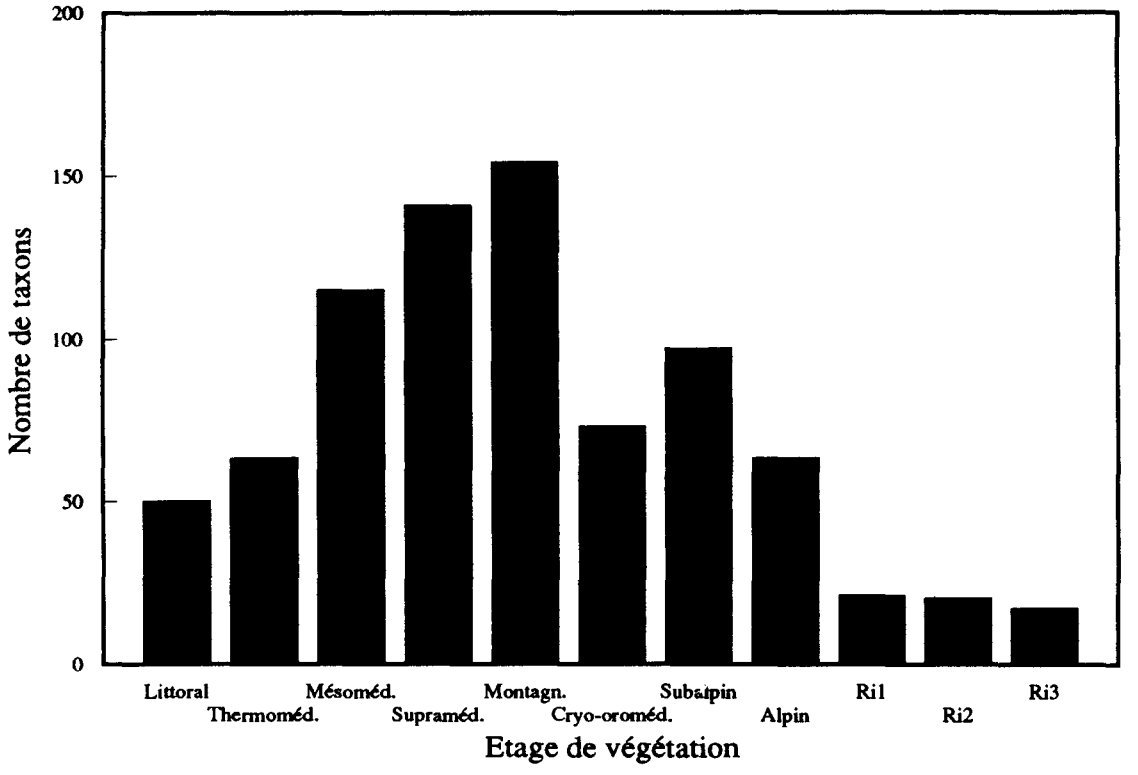


Figure 4.- Nombre d'endémiques par étage de végétation

Tableau 5
Nombre de taxons endémiques par étage de végétation (sauf hybrides)

	Nombre	%/tot.end.	%/tot.étage
Littoral	50	16.50%	8.96%
Thermoméditerranéen	63	21.21%	6.49%
Mésoméditerranéen	115	38.72%	6.31%
Supraméditerranéen	141	47.47%	19.48%
Montagnard	154	51.85%	21.78%
Cryo-oroméditerranéen	73	24.58%	47.40%
Subalpin	98	33.00%	33.67%
Alpin	62	20.88%	43.97%
RI1	21	7.07%	3.62%
RI2	20	6.73%	1.22%
RI3	17	5.72%	3.11%

Tableau 6
Rareté des taxons introduits, endémiques et autres dans la flore corse (sauf strictement cultivés)

	Introd.	Endém.	Autres	Total	%/2898
Très rare	220	81	552	853	29.43%
Rare	52	35	301	388	13.38%
Localisé	10	19	52	81	2.79%
Disparu?	19	6	54	79	2.73%
Problématique	13	6	117	136	4.69%
TOTAUX	314	147	1076	1537	53.04%

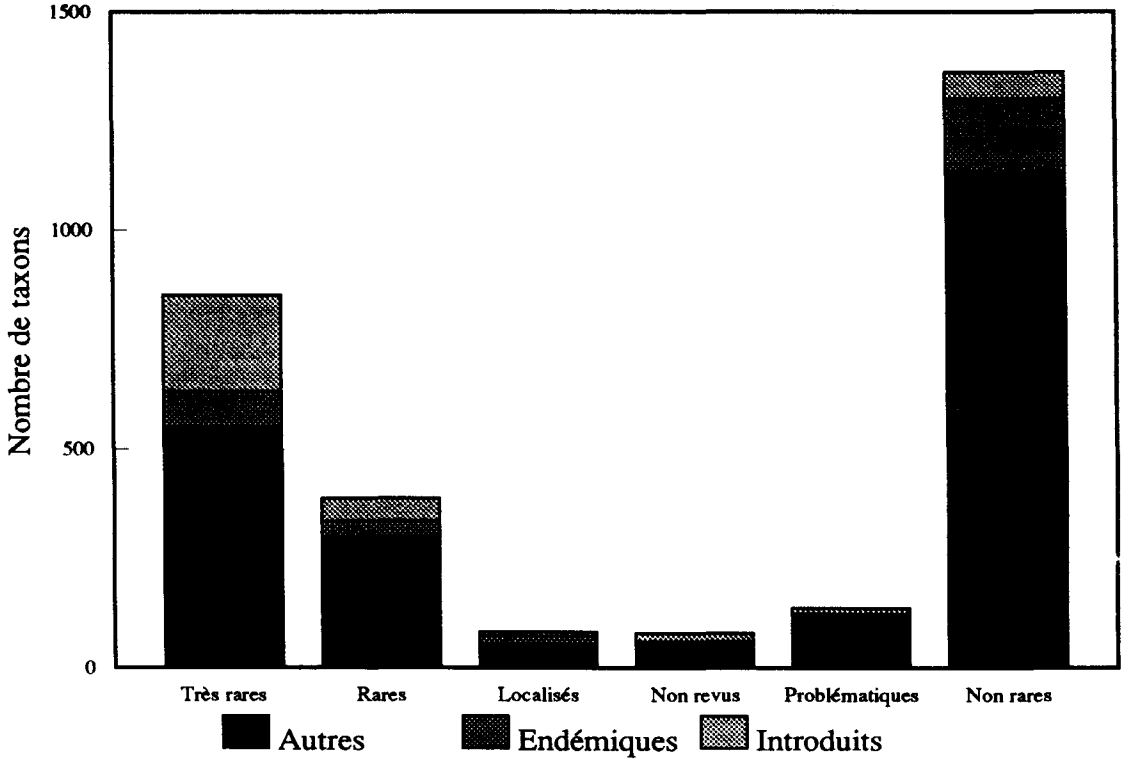


Figure 5.- Rareté des taxons (sauf strictement cultivés)

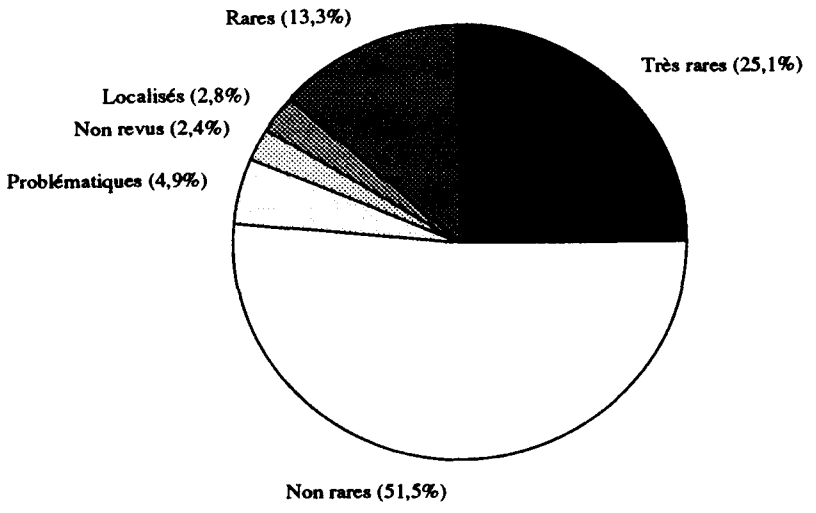


Figure 6.- Spectre de rareté des taxons indigènes

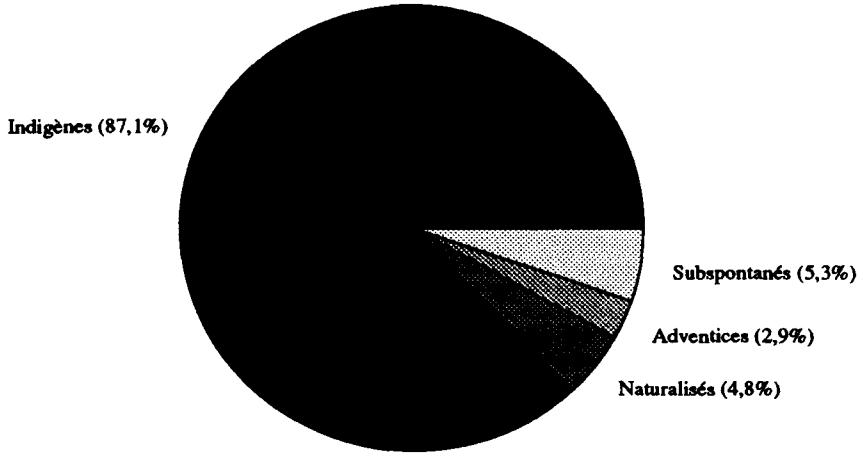


Figure 7.- Spectre des ensembles chorologiques de la flore corse

apparus comme douteux (non revus et présence douteuse même dans le passé). Pour les endémiques les nombres sont respectivement de 81 (RR), 35 (R), 19 (LOC), 6 (D?) et 6 (?). La plupart des espèces menacées de disparition en Corse se situent dans les deux premières catégories, essentiellement dans la première.

7. La flore introduite

La figure 7 montre l'importance de la flore introduite qui comprend 154 plantes subspontanées, 83 plantes adventices et 138 plantes naturalisées, auxquelles nous pouvons ajouter les 80 plantes cultivées citées dans l'éd. 2 du Catalogue (GAMISANS & JEANMONOD, 1993). Mais cette dernière catégorie n'est bien sûr pas exhaustive et ne comprend que les espèces les plus fréquemment cultivées, ou celles marquant particulièrement le paysage. Sans ces plantes strictement cultivées, la flore introduite en Corse atteint tout de même 12.94% de la flore totale, c'est-à-dire davantage que la flore endémique (315 taxons : 10.87% de la flore). Le nombre de plantes signalées comme introduites a notablement augmenté ces dernières années, probablement parce qu'on y porte davantage attention mais aussi, en grande partie, à cause l'augmentation des échanges entre le continent et l'île, notamment de l'afflux touristique. Ces plantes restent souvent rares, voire disparaissent parfois après quelques années. La figure 6 montre notamment que 72.38% des plantes introduites apparaissent d'après la littérature comme étant «très rares» ou «rares». C'est probablement correct pour nombre d'entre elles mais pour d'autres

il s'agit simplement d'un manque de données du fait que ces plantes sont rarement mentionnées. On verra plus loin au paragraphe *"Aménagements récents du territoire"* que certaines de ces plantes peuvent aussi devenir envahissantes et poser des problèmes au niveau de la gestion du patrimoine.

Tableau 7
Spectre des éléments introduits de la flore corse

	Nombre	% total
Subspontanés	154	5.31%
Adventices	83	2.86%
Naturalisés	138	4.76%
TOTAUX	375	12.94%

Affinités de la flore corse

Avec ses 130 taxons végétaux strictement endémiques (hybrides non comptés) la flore vasculaire de la Corse présente une originalité remarquable. Néanmoins, elle offre de nettes affinités avec celle de la Sardaigne (76 plantes sont endémiques corso-sardes). Il est probable que ces affinités auraient été encore plus importantes si les montagnes sardes étaient plus élevées. Les espèces endémiques communes avec les Baléares (la plupart figurent également en Sardaigne) sont aussi notables, en particulier celles de souche ancienne telles que *Naufraga balearica, Soleirolia soleirolii, Arenaria balearica, Bellium bellidioides...*

Ainsi l'ensemble Baléares-Corse-Sardaigne constitue (voir GAMISANS, 1991 : 66) un domaine floristique particulier, le «domaine tyrrhénien» au sein de la région florale méditerranéenne. A ce domaine, il faut adjoindre les satellites constitués par l'Archipel Toscan (Elbe, Monte Cristo, Capraia,...) où un certain nombre de taxons tyrrhéniens ou corso-sardes sont présents et les îles d'Hyères (affinités moins marquées mais présence d'éléments tels que *Teucrium massiliense, Teucrium marum, Delphinium aggr. pictum*,...).

Les points communs avec la flore de la Calabre *(Alnus cordata, Pinus nigra subsp. laricio, Berberis aetnensis*,...) et de la Sicile *(Berberis aetnensis, Petrorhagia saxifraga* subsp. *gasparinii, Carduus cephalanthus, Cardamine chelidonia...*) ne sont pas négligeables. Enfin, toute une série d'espèces plus ou moins largement répandues dans la région florale méditerranéenne témoigne de la place de la Corse dans cet ensemble.

Cependant, bien des espèces de l'Europe moyenne sont aussi présentes dans l'île et attestent de liens importants avec cette flore.

Ainsi, parmi les plantes orophiles, il en est un certain nombre de communes à la Corse, aux Alpes et aux Pyrénées. Pour les liens Alpes-Corse on peut citer plus précisément *Bupleurum stellatum, Viola argenteria,* endémiques de ces massifs, et les proches parents (vicariants) *Alnus alnobetula* subsp. *alnobetula* (Alpes) et subsp. *suaveolens* (Corse) et *Saxifraga pedemontana* subsp. *pedemontana* (Alpes du Sud) et subsp. *cervicornis* (Corse). Les affinités avec la flore pyrénéenne sont plus particulièrement mises en évidence par l'endémique *Galium cometerhizon* (Corse-Pyrénées) et les vicariants *Herniaria latifolia* subsp. *latifolia* (Pyrénées et massifs ibériques) et subsp. *litardierei* (Corse-Sardaigne). D'autre part, des plantes corses comme *Phleum parviceps, Erigeron paolii* et *Veronica repens* var. *repens* ont des vicariants dans la flore de la Sierra Nevada (Espagne méridionale) : respectivement *Phleum parviceps* subsp. *nevadense, Erigeron major, Veronica repens* var. *nevadense.* Ce dernier taxon est aussi présent dans le Grand Atlas marocain.

Enfin à propos de l'Afrique du Nord il convient également de citer la vicariance entre le genre paléoendémique *Morisia* (corso-sarde) et le genre *Cossonia* (nord-africain).

Apports des études des trente dernières années

A la suite de la publication des premiers volumes du «Prodrome de la flore corse» (BRIQUET, 1910, 1913, LITARDIERE in BRIQUET, 1936, 1938, 1955) et des derniers articles de floristique de R. de Litardière (vers 1960), les publications sur la flore de la Corse ont continué sous la plume de divers auteurs. Une «bibliographie botanique corse» (GAMISANS 1980) permet de faire le point entre 1955 et 1979. Nous citerons ci-dessous, à titre d'exemples, quelques uns des principaux travaux des trente dernières années ayant trait à la flore de la Corse.

1. Etudes caryologiques des endémiques

Les remarquables études cytotaxonomiques menées par J. Contandriopoulos sur les endémiques de Corse (CONTANDRIOPOULOS 1962) ont permis de mieux connaître ces espèces et leurs origines. Diverses publications ont permis de compléter et d'élargir ces études de base jusqu'à aujourd'hui (CONTANDRIOPOULOS 1991). Des compléments intéres-

sants ont également été réalisés (ABOUCAYA 1989), d'autres sont en cours de publication (VERLAQUE).

2. Augmentation du nombre d'espèces connues

Les excursions de l'admirable et inlassable Marcelle Conrad ont largement contribué à une meilleure connaissance de la flore corse. Ses nombreuses publications ont vu le jour de 1957 à 1990, année de sa disparition (voir JEANMONOD 1991).

Les 10 contributions à l'étude de la flore de la Corse de J. GAMISANS (1970, 1971, 1972a, 1972b, 1973, 1974, 1977, 1981, 1983, 1985) ont permis de décrire 16 taxons nouveaux pour la science (dont 8 espèces), de citer 17 taxons nouveaux pour la flore indigène de la Corse et de mentionner 110 indications nouvelles pour des plantes très rares dans l'île (y ayant au plus 5 localités connues).

Le comité scientifique pour l'étude de la flore corse fondé en 1985 (Bocquet, Bosc, Burdet, Conrad, Deschâtres, Dutartre, Gamisans, Jeanmonod, Lambinon, Muracciole, Paradis, Pignatti, Thiébaud) a publié une série de notes et contributions auxquelles il est fait allusion par ailleurs (JEANMONOD, 1994) et qui ont apporté des compléments substantiels à la connaissance de la flore insulaire.

Travaux souhaitables

Pays au relief puissant et tourmenté, aux climats méditerranéens variés, la Corse offre un très large éventail de milieux (voir GAMISANS 1991) et même si les explorations floristiques ont été fréquentes ces dernières années, il reste encore des secteurs qui n'ont pas reçu de visite de botanistes, même sur les hauts massifs pourtant bien parcourus. Au sein des forêts montagnardes, en particulier de sapin et de hêtre, des explorations supplémentaires seraient encore utiles, plus spécialement au niveau des groupements frais et humides où certaines espèces eurosibériennes rares ou encore inconnues dans l'île pourraient être observées. Les affleurements calcaires du sillon central s'avèrent floristiquement riches et des découvertes y ont été faites récemment (par exemple le *Daphne alpina* au Monte Sant'Angelu de Lanu). Ils méritent une exploration soutenue. Il en va de même pour les calcaires de Bonifaziu et de Saint-Florent qui n'ont probablement pas révélé encore toutes leurs richesses floristiques. Les mares temporaires du sud de la Corse recèlent de nombreuses espèces rares et leur inventaire n'est probablement pas complet. Les marais littoraux salés, saumâtres ou d'eau douce, actuellement bien étudiés par les chercheurs de l'Université de Corte, n'ont probablement pas encore livré tous leurs secrets et des découvertes récentes y ont été enregistrées (par exemple *Sagittaria sagittifolia*, nouvelle pour la Corse, observée en 1991 par J. Gamisans à Biguglia). Enfin il faut insister sur l'intérêt d'explorations réalisées en toutes saisons : des excursions automnales, printanières précoces ou même hivernales permettent parfois des découvertes intéressantes *(Merendera, Leucojum, Colchicum, Ambrosina, Romulea, Crocus, Orchidaceae...)*.

La flore de la Corse mérite également de nombreux travaux de taxonomie. Les révisions entreprises dans le cadre des «Compléments au Prodrome de la flore corse» ont conduit par exemple récemment, à propos des *Scrophulariaceae* (JEANMONOD & GAMISANS 1992), à décrire 5 taxons nouveaux. L'examen des particularités des populations corses rangées primitivement dans *Ophrys scolopax* ont amené la description d'une espèce nouvelle, *Ophrys conradiae*, par Melki et Deschâtres. L'observation attentive du mode de végétation des *Arum* du groupe *maculatum* a permis de se rendre compte que les populations corses appartenaient en fait à *A. orientale* et non à *A. maculatum* (FRIDLENDER & GAMISANS, inédit). La révision taxonomique des diverses populations d'endémiques ubiquistes (voir GAMISANS 1991 : 68) serait certainement fort intéressante. Rappelons qu'il s'agit d'endémiques comme *Stachys corsica, Hypochaeris robertia, Cerastium soleirolii, Galium corsicum, Crocus corsicus,* qui occupent un nombre important de milieux écologiques depuis l'étage mésoméditerranéen (parfois même le thermoméditerranéen) jusqu'à l'étage alpin. Il faudrait étudier minutieusement les diverses populations (certaines présentent de légères différences morphologiques) pour vérifier s'il ne s'agit pas là de séries écophylétiques en formation (début de différenciation de taxons distincts en fonction des milieux).

Les connaissances précises sur la biologie de bon nombre d'espèces corses sont peu étendues. Il y a là une lacune à combler, tout particulièrement pour les espèces très rares dont la conservation ne pourra se faire correctement (in situ et ex situ) qu'à partir d'une connaissance aussi fine que possible de leur particularités biologiques.

INTERET PATRIMONIAL

L'intérêt patrimonial de la flore corse ré-

side surtout dans le nombre important de taxons endémiques d'une part, d'autre part dans l'existence sur l'île de populations, parfois très réduites, de certains taxons en limite d'aire et enfin dans la présence d'espèces à aires très limitées et morcelées à l'échelle européenne ou même mondiale.

Les endémiques

Toutes les espèces endémiques, localisées à la Corse et parfois à un autre territoire proche, offrent un intérêt patrimonial certain du fait même de cette localisation. Quelques unes sont très communes comme *Stachys corsica, Hypochaeris robertia, Crocus corsicus, Alnus cordata, Alnus alnobetula* subsp. *suaveolens, Pinus nigra* subsp. *laricio,* d'autres, par contre, sont rares ou très rares comme *Armeria soleirolii, Centranthus trinervis, Colchicum corsicum, Erigeron paolii, Leucanthemum corsicum* subsp. *fenzlii, Romulea corsica, Seseli djianeae, Tanacetum audibertii, Trisetum conradiae* et constituent donc un patrimoine à conserver d'autant plus précieusement.

Les espèces en limite d'aire

Les populations corses correspondent, pour certains taxons, aux peuplements les plus septentrionaux. C'est le cas pour *Ambrosina bassii, Clematis cirrhosa, Cosentinia vellea, Gennaria diphylla, Hedysarum spinosissimum, Plantago coronopus* subsp. *humilis, Prasium majus, Scirpus pseudosetaceus, Woodwardia radicans* qui sont surtout présents à l'étage thermoméditerranéen.

La Corse représente la limite méridionale de l'aire de certaines espèces subalpines ou alpines comme *Huperzia selago, Listera cordata, Scirpus hudsonianus, Sibbaldia procumbens, Veronica alpina, Veronica fruticans.*

Des espèces comme *Periploca graeca* et *Arum orientale* trouvent en Corse leur limite occidentale et y sont représentées par des populations réduites.

Tous ces isolats sont intéressants à conserver car ils sont susceptibles de correspondre à des variations génétiques relativement aux populations de l'aire principale de ces espèces.

Les plantes à aires très réduites et morcelées

Un certain nombre de ces espèces sont représentées en Corse par des populations souvent très réduites : *Astragalus alopecurus, Astragalus tragacantha, Botrychium simplex, B. matricariifolium, Dryopteris submontana, Isoetes velata, Ophioglossum azoricum, Phyllitis sagittata, Pilularia minuta, Trientalis europaea.*

ETAT DE CONSERVATION DE LA FLORE CORSE

Appréciation de l'état de conservation actuel et des dangers du futur immédiat

On peut apprécier l'état de conservation de la flore d'un territoire donné en comparant l'état de cette flore à une époque du passé où cette flore était déjà correctement inventoriée (la fiabilité des données anciennes n'est pas toujours facile à établir), à son état actuel. Il est ainsi possible de mettre en évidence les espèces ayant pu disparaître et, à l'aide d'observations chorologiques fines, de noter si certains autres taxons sont en voie de raréfaction.

1. Espèces ayant très probablement disparu

Si l'on fait l'inventaire des espèces ayant probablement disparu de Corse depuis environ 1834 (inventaire sérieux de SALIS-MARSCHLINS, 1834), on arrive au nombre de 80. Si l'on élimine les adventices fugaces et les espèces de présence douteuse ce nombre se réduit à 42. Il s'agit majoritairement (mais non exclusivement) de taxons littoraux et des étages thermo- et mésoméditerranéen, milieux les plus fortement soumis aux pressions anthropiques.

Pour ce qui concerne cet ensemble de 42 espèces l'analyse que l'on peut faire cas par cas des raisons de leur disparition, permet de distinguer un certain nombre de sous-ensembles.

Un premier groupe de ces espèces était lié aux cultures et la régression de ces dernières a probablement été la cause de leur disparition. C'est le cas par exemple pour *Orlaya grandiflora, Torilis leptophylla, Velezia rigida.* La très forte régression en particulier des cultures de céréales est certainement à l'origine de la disparition des messicoles suivantes : *Bifora testiculata, Ridolfia segetum, Scandix australis, Turgenia latifolia, Vaccaria hispanica, Fumaria vaillantii.*

Le deuxième groupe a été incontestablement victime de l'urbanisation et de divers aménagements (essentiellement du littoral ou de zones proches) responsables de la disparition ou de l'extrême détérioration des biotopes naturels de ces taxons. Il comprend, entre autres, *Scirpus mucronatus, Arundo plinii, Melica amethystina, Ambrosia maritima, Chamaeleon gummifer,*

Convolvulus lineatus, Sedum litoreum, Euphorbia palustris, Astragalus scorpioides.

Un troisième groupe peut être reconnu pour lequel la disparition semble liée à la biologie de l'espèce parfois associée à un autre facteur (souvent un impact naturel ou artificiel). C'est le cas pour *Elatine hydropiper* var. *major*, *Epipogium aphyllum*, *Naufraga balearica*, *Stellaria palustris*, *Cephalaria squamiflora* subsp. *mediterranea*, *Limosella aquatica*. Pour ce qui concerne *Epipogium aphyllum*, sa découverte relativement récente (1988 par R. Tajasque) dans la forêt d'Aïtone a été suivie, le même été par la destruction complète par les porcs de tous les individus de la station. Depuis 5 ans, cette espèce n'est pas réapparue dans cette localité mais lorsqu'on connaît la biologie de ce type d'orchidée (où les organes aériens tardent souvent plusieurs années avant d'émerger du sol), tout espoir n'est peut-être pas perdu. *Naufraga balearica* a été observé en 1983 pour la première fois en Corse par G. Dutartre. Cette petite population a disparu les années suivantes et cette espèce n'a plus été revue depuis. On ne connaît que peu de choses de la biologie et de l'écologie de cette minuscule *Apiaceae* annuelle. Son absence actuellement constatée correspond-t-elle à une disparition définitive ou à un rythme de végétation particulier dans les conditions naturelles? Le prélèvement d'une partie de la population ou bien un autre impact anthropique ont-ils joué un rôle dans la disparition? Il est actuellement impossible de répondre à ces questions. La récolte de quelques fruits a fort heureusement permis de cultiver des individus issus de ces populations corses (G. Dutartre à Lyon). Leur persistance en culture permet d'envisager une éventuelle réintroduction dans la station naturelle.

2. Espèces très rares

Le nombre des espèces très rares (5 localités ou moins en Corse) est important (851). Au sein de cet ensemble il est difficile de faire les parts exactes de celles qui sont rares pour des raisons biologiques ou historiques(au sens géologique) et de celles dont la rareté est déjà une conséquence de la pression anthropique actuelle (ou d'un passé récent). Il est en tout cas certain que parmi ces espèces, celles qui se situent dans les milieux les plus fortement anthropisés ou à proximité immédiate, sont en danger de disparition à relativement brève échéance. C'est sur elles que portent ou que porteront en priorité les efforts des programmes de conservation. Dans l'état actuel des connaissances, le nombre de ces espèces vraiment menacées en Corse est relativement modeste comparé à celui des espèces en danger sur le littoral et l'arrière pays provençal. C'est une raison supplémentaire pour agir vite et fort : il est encore possible de sauver beaucoup d'espèces dans l'île !

En conclusion on peut dire que la flore de la Corse présente un état de conservation qui n'est pas optimal, avec des disparitions constatées non négligeables et un sérieux danger de disparition pour un certain nombre d'espèces rares, mais qui peut être qualifié d'assez bon si on le compare à celui des flores de certaines régions françaises, en particulier littorales.

Phénomènes ayant pu affecter la flore en place durant les périodes préhistoriques et historiques anciennes

Les données sur l'histoire de la végétation tardiglaciaire et holocène de la Corse (REILLE, 1975, 1984, 1988) font apparaître que cette végétation a enregistré des oscillations altitudinales dues aux variations climatiques mais aussi un fort impact humain dans les derniers millénaires (incendies, coupes, mise en pâturage, mise en culture...). Dans certains cas, cet impact a amené un véritable bouleversement du paysage végétal : régression des forêts, apparition et augmentation des cultures et des espèces qui leur sont liées, apparition et augmentation des surfaces pâturées, raréfaction des chênaies caducifoliées (en partie remplacées par des forêts de chêne vert ou de pin laricio), régression de maquis climaciques (partiellement substitués par des forêts de chêne vert), régression des sapinières au profit des hêtraies...

Ces bouleversements, en entrainant une diversification plus grande des milieux, ont certainement favorisé certaines des espèces en place qui ont occupé des surfaces beaucoup plus importantes qu'auparavant (plantes des pelouses, des fruticées naines...), inversement d'autres, peu adaptées à supporter les traitements subis (pâturage, disparition de la couverture arborescente...) ont probablement vu leur présence se réduire et il nest pas exclu que certaines aient alors disparu.

Phénomènes récents ayant eu et ayant encore un impact sur la flore

1. La déprise agricole et pastorale

Ce phénomène a pris de l'ampleur surtout après la deuxième guerre mondiale (il y a donc environ 5 décennies). Il se traduit par la reprise d'une forte dynamique forestière et donc une

tendance à l'homogénéisation des milieux, avec comme conséquence la régression de bon nombre d'espèces des pelouses et des milieux ouverts et donc une tendance à la diminution de la biodiversité. Pour lutter contre cette dynamique, les éleveurs et les quelques bergers encore actifs mettent régulièrement le feu pour maintenir une certaine ouverture du milieu, avec toutes les conséquences que l'on connaît. Cette pratique lorsqu'elle est répétée trop régulièrement entraine la dominance de pyrophytes banales et finalement une érosion des sols et est donc défavorable à bon nombre d'espèces végétales. Pour la gestion de certains milieux de pelouses riches en espèces rares, il est évident qu'il vaut mieux soit maintenir un pâturage modéré, soit débroussailler régulièrement.

2. Les aménagements récents du territoire

La mise en valeur touristique du littoral de la Corse se développe de plus en plus ces dernières années et atteint déjà une certaine importance dans des secteurs comme le golfe d'Ajacciu, les régions de San-Fiurenzu, Calvi, Prupria (Propriano), Bonifaziu, Portu-Vecchju... Elle se traduit par des constructions de plus en plus nombreuses en bord de mer entrainant la destruction de biotopes favorables à de nombreuses espèces végétales. La fréquentation humaine de ces lieux en est accentuée avec tout un cortège d'impacts déplorables (piétinement, circulation d'engins tout-terrain, dépôts de décombres et de déchets) pour les végétaux naturels rapidement éliminés et remplacés par une flore rudérale parfois étrangère à la Corse. Il a déjà fallu intervenir pour protéger et étoffer une population d' *Anchusa crispa* dans le sud de la Corse et cette espèce endémique est en réel danger de disparition si elle n'est pas protégée et surveillée.

Un phénomène identique se manifeste à la périphérie, en extension, de villes comme Ajaccio et Bastia. Ainsi, à Ajaccio, sur la route de la Parata, des populations de *Romulea ligustica* (espèce très rare), *R. revelieri* (espèce rare), *R. requienii* (espèce disséminée), *R. ramiflora* et *R. columnae* (espèces assez communes) étaient connues au début du siècle. Une mission réalisée au printemps 1993 a permis de constater la disparition complète des trois premières espèces qui n'ont certainement pas supporté le piétinement et la rudéralisation de ces milieux, alors que les deux dernières ont pu encore résister.

La construction et les aménagements de routes s'avèrent être parfois déplorables pour certaines espèces rares. Ainsi, l'élargissement tout récent (1993) de la route du cordon littoral de l'étang de Biguglia a conduit à recouvrir de décombres et de tout-venant des roselières où se développait une espèce rare, le *Koesteletzkya pentacarpos* qui a donc peut-être disparu d'une de ses stations corses.

La mise en place d'un golf dans la région de Bonifaziu s'est faite en partie sur des surfaces portant de belles pelouses calcicoles riches en espèces rares et tout particulièrement en orchidées. L'installation d'un gazon homogène sur un sol remanié a conduit à la disparition de ces espèces (1991).

Les aménagements de stations de ski en Corse, bien que modestes, ont eu un impact non négligeable sur l'esthétique du paysage naturel et probablement aussi sur la flore, mais là, les données précises antérieures à l'installation manquent pour apprécier l'importance des dégats. Dans le cas d'Ascu, la station de ski se situe à quelques hectomètres de la seule localité corse connue pour *Listera cordata* et *Trientalis europaea*. Il faut espérer que les travaux d'installation de la station dans les années soixante n'aient pas entraîné la disparition d'autres stations de ces espèces.

Les créations de pistes forestières qui se multiplient ces dernières années, représentent, pour la végétation et la flore, des dangers de même nature que ceux évoqués à propos des routes. Les coupes à blanc réalisées parfois sur des surfaces importantes peuvent porter atteinte à la flore des écosystèmes forestiers mûrs, il en va de même pour le fait de favoriser systématiquement le pin laricio au détriment du hêtre. Fort heureusement les autorités de l'O.N.F. en Corse ont pris conscience des problèmes, établi des relations opportunes avec les organismes compétents (A.G.E.N.C., Parc Naturel Régional...) et prévu la mise en réserve intégrale de secteurs privilégiés dans la plupart des grandes forêts corses.

Parmi les aménagements récents il faut aussi évoquer la mise en place d'espaces verts dans lesquels on installe une flore étrangère. Si la plupart des espèces ainsi introduites sont incapables de s'éloigner de leur lieu d'implantation et ne représentent donc aucun danger pour la flore locale, il n'en va pas de même pour quelques unes d'entre elles capables de constituer de redoutables concurrents. Un des cas les plus flagrants en Corse est celui des *Carpobrotus* (griffes de sorcières, *C. edulis, C. acinaciformis*) qui se sont naturalisés et constituent, en particulier sur le littoral, des tapis très denses et souvent très étendus qui recouvrent la flore autochtone et l'éliminent complètement. Une fois installés, ces *Carpobrotus* sont très difficiles à éradiquer et la

moindre bouture naturelle est capable de redonner un massif. Il faudrait interdire de cultiver ces plantes et une campagne d'éradication devrait être menée avant que les conséquences ne soient catastrophiques pour les écosystèmes littoraux de rochers et sables. Dans des milieux réduits comme l'île Lavezzu, ces *Carpobrotus* sont capables d'éliminer en quelques décennies l'essentiel de la flore littorale locale (riche en espèces rares) si rien n'est fait pour les détruire efficacement.

D'une manière générale, il faudrait aménager le plus possible d'espaces verts publics ou privés avec les espèces autochtones, même si elles sont moins spectaculaires et moins colorées : l'austérité peut aussi être belle.

A côté de ces espèces introduites volontairement par l'homme, tout une série d'espèces étrangères *(Amaranthus, Chenopodium, Oxalis, Setaria, Xanthium ...)* ont aussi pénétré en Corse accidentellement, en particulier avec les espèces cultivées. Elles sont de plus en plus nombreuses dans l'île et occupent une place plus ou moins importante dans les cultures et les environs immédiats ainsi que dans les milieux régulièrement perturbés (friches, bords de routes, décombres) où elles sont capables de concurrencer la flore locale. Leur présence est bien plus rare dans les milieux naturels plus équilibrés, toutefois, une espèce comme *Rhinanthus minor*, introduit en Corse au début du siècle avec des semences de foin, est en train de se naturaliser dans des pelouses relativement fermées et il a été observé récemment jusque dans les pozzines du Cuscione.

CONCLUSION

Pour une superficie de 8748 km^2, la Corse offre une flore vasculaire qui comprend 2523 taxons indigènes, soit une moyenne de 0,2884 taxon par km^2 (contre 0,09 approximativement pour l'ensemble de la France). Il s'agit donc d'une flore relativement riche dont l'exploration s'est révélée encore bien fructueuse ces trente dernières années et qui mériterait de nombreuses études complémentaires. Les taxons endémiques y occupent une place importante (12,16% de la flore autochtone, 297 taxons). L'intérêt patrimonial de cette flore réside non seulement et surtout dans ce nombre élevé d'endémiques mais encore dans l'existence sur l'île de populations, parfois très réduites, de certains taxons en limite d'aire et enfin dans la présence d'espèces à micro-aires très morcelées à l'échelle européenne ou même mondiale. Cette flore présente un état de conservation qui n'est pas optimal, avec des disparitions constatées non négligeables et un sérieux danger de disparition pour certaines espèces rares, mais qui peut être qualifié d'assez bon si on le compare à celui des flores d'autres régions méditerranéennes françaises, en particulier littorales.

REFERENCES BIBLIOGRAPHIQUES

ABOUCAYA, A. (1989). La flore des Iles d'Hyères. Etude des rapports phytogéographiques et biosystématiques avec les Maures et la Corse. Thèse. Univ. Aix-Marseille III.

BRIQUET, J. (1910). Prodrome de la flore corse. Vol 1. Georg, Genève, Bâle, Lyon.

BRIQUET, J. (1913). Prodrome de la flore corse. Vol. 2/1. Georg, Genève, Bâle, Lyon.

CONTANDRIOPOULOS, J. (1962). Recherches sur la flore endémique de la Corse et sur ses origines. Ann. Fac. Sci. Marseille 32 : 1-354.

CONTANDRIOPOULOS, J. (1991). Quelques réflexions à propos de l'endémisme insulaire (La Corse). Méthodes de travail. Polish Bot. Stud. 2 : 39-59.

GAMISANS, J. (1980). Bibliographie botanique corse 1955-1979. Candollea 35 : 211-221.

GAMISANS, J. (1970-1985). Contribution à l'étude de la flore de la Corse, I-X. Candollea 25 : 105-141 (1970), 26 : 309-358 (1971), 27 : 47-63 & 189-209 (1972), 28 : 39-82 (1973), 29 : 39-55 (1974), 32 : 51-72 (1977), 36 : 1-17 (1981), 38 : 217-235 (1983), 40 : 109-120 (1985).

GAMISANS, J. (1985). Catalogue des plantes vasculaires de la Corse. Parc Nat. Rég. Corse. Ajaccio.

GAMISANS, J. (1991). La végétation de la Corse. Compléments au Prodrome de la flore corse. Annexe 2. Ed. Conservatoire et Jardin Botaniques, Genève.

GAMISANS, J. & D. JEANMONOD (1993). Catalogue des plantes vasculaire de la Corse. Compléments au Prodrome de la Flore corse, Annexe 3. Ed. Conservatoire et Jardin Botaniques, Genève.

JEANMONOD, D. (1991) in JEANMONOD, D. & H.-M. BURDET (éds). Marcelle Conrad (1897-1990). Bibliographie. Candollea 46 : 177-181.

JEANMONOD, D. (1995). Le projet «Flore Corse» et son état d'avancement. Ecol. Médit. (Marseille) XXI (1/2) : 243-252.

JEANMONOD, D., G. BOCQUET & H. M. BURDET (éds.) (1986). Notes et contributions à la flore de Corse. Candollea 41 : 1-61.

JEANMONOD, D. & H. M. BURDET (éds.) (1987-1993). Notes et contributions à la flore de Corse. II, Candollea 42 : 25-95, 1987 ; III, Candollea 43 : 335-408, 1988 ; IV, Candollea 44 : 337-401, 1989 ; V, Candollea 44 : 575-637, 1989 ; VI, Candollea 45 : 261-340, 1990 ; VII, Candollea 46 : 175-226, 1991 ; VIII, Candollea 47 : 267-318, 1992 ; IX, Candollea 48 : 525-591, 1993.

JEANMONOD, D. & J. GAMISANS (1992). Scrophulariaceae. Compléments au Prodrome de la Flore Corse. Ed. Conservatoire et Jardin Botaniques, Genève. 232 p.

LITARDIERE, R. de, in J. BRIQUET (1936). Prodrome de la flore corse. Vol. 2/2. Paul Lechevalier, Paris.

LITARDIERE, R. de, in J. BRIQUET (1938). Prodrome de la flore corse. Vol. 3/1. Paul Lechevalier, Paris.

LITARDIERE, R. de, in J. BRIQUET (1955). Prodrome de la flore corse. Vol. 3/2. Paul Lechevalier, Paris.

REILLE, M. (1975). Contribution pollenanalytique à l'histoire de la végétation tardiglaciaire et holocène de la montagne corse. Thèse de Doctorat d'Etat es Sciences, Marseille.

REILLE, M. (1984). Origine de la végétation actuelle de la Corse sud-orientale ; analyse pollinique de cinq marais côtiers. Pollen et Spores 26(1) : 43-60.

REILLE, M. (1988). Recherches pollenanalytiques sur le littoral occidental de la Corse, région de Galeria : la place naturelle d'*Erica arborea* et de *Quercus ilex*. Trav. Sci. Parc Nat. Rég. Réserves Nat. Corse 18 : 53-75.

SALIS-MARSCHLINS, U. A. VON (1833-34). Aufzählung der in Korsika und zunächst um Bastia von mir bemerkten Cotyledonar-Pflanzen. Flora Allg. Bot. Zeitung 16, Beibl. 2 : 448-461, 464-476, 486-493 ; 17, Beibl. 2 : 1-86.

ECOLOGIA MEDITERRANEA XXI (1/2) 1995 : 149-164

Géosynvicariance et synendémisme des phytocoenoses littorales en Corse et dans le bassin méditerranéen

Geosynvicariance and synendemism of the coastal phytocoenoses in Corsica and in the Mediterranean basin

Jean-Marie GÉHU*

RÉSUMÉ

Le travail présente, à l'aide de tableaux phytosociologiques synthétiques et de cartes de distribution, plusieurs faits de géosynvicariance et de synendémisme sur le littoral de la Corse coenologiquement diversifié.

Ces faits concernent plus particulièrement les cordons sableux et les niveaux aérohalins des falaises. L'importance de la connaissance des phénomènes de synendémisme pour la conservation de la biodiversité littorale Corse est soulignée et reliée au contexte plus général du Bassin méditerranéen.

MOTS CLES : géosynvicariance, synendémisme, conservation, biodiversité, littoral, Corse, Bassin méditerranéen

SUMMARY

This work shows, with the help of synthetic phytosociological tables and distribution maps, several facts of geosynvicariance and synendemism on the Corsican coast, coenologically diversified.

These facts concern particularly the sandy barriers and aerohaline levels of the cliffs. The importance of knowing synendemism phenomenons for the conservancy of the Corsican coastal biodiversity is underlined and connected to the more general context of the Mediterranean Basin.

KEY WORDS : geosynvicariance, synendemism, conservation, biodiversity, coast, Corsica, Mediterranean basin

INTRODUCTION

Le phénomène de géosynvicariance qui a fait l'objet de nombreuses observations cette dernière décennie, notamment dans les zones littorales (GÉHU et GÉHU-FRANCK, 1985 ; GÉHU 1986 ; GÉHU, BIONDI, COSTA, GÉHU-FRANCK, 1987, 1992) peut être défini, tel que je le conçois, comme le remplacement dans un milieu semblable d'une communauté végétale (syntaxon) par une autre communauté végétale d'une région à une autre.

Il ne faut donc pas chercher dans ce phénomène les relations synphytogénétiques qui sont celles de la vicariance taxonomique des espèces végétales et je ne suivrai donc pas à ce sujet les récents concepts de DEIL (1992).

Le phénomène évident du remplacement d'une communauté par une autre dans un habitat similaire suivant les régions géographiques considérées peut affecter des syntaxons de rang quelconque y compris des classes du synsystème phytosociologique.

La figure 1 reprise d'un travail récent (GÉHU, 1993) exprime clairement le phénomène de la géosynvicariance qui existe entre les classes littorales psammophiles des ***Euphorbio-Ammophiletea arundinaceae*** Géhu 1998, méditerranéo-atlantique et des ***Honckenyo-Elymetea arenarii*** R. Tüxen 1966, circum

* Centre régional de Phytosociologie
Hendries 59270 Bailleul

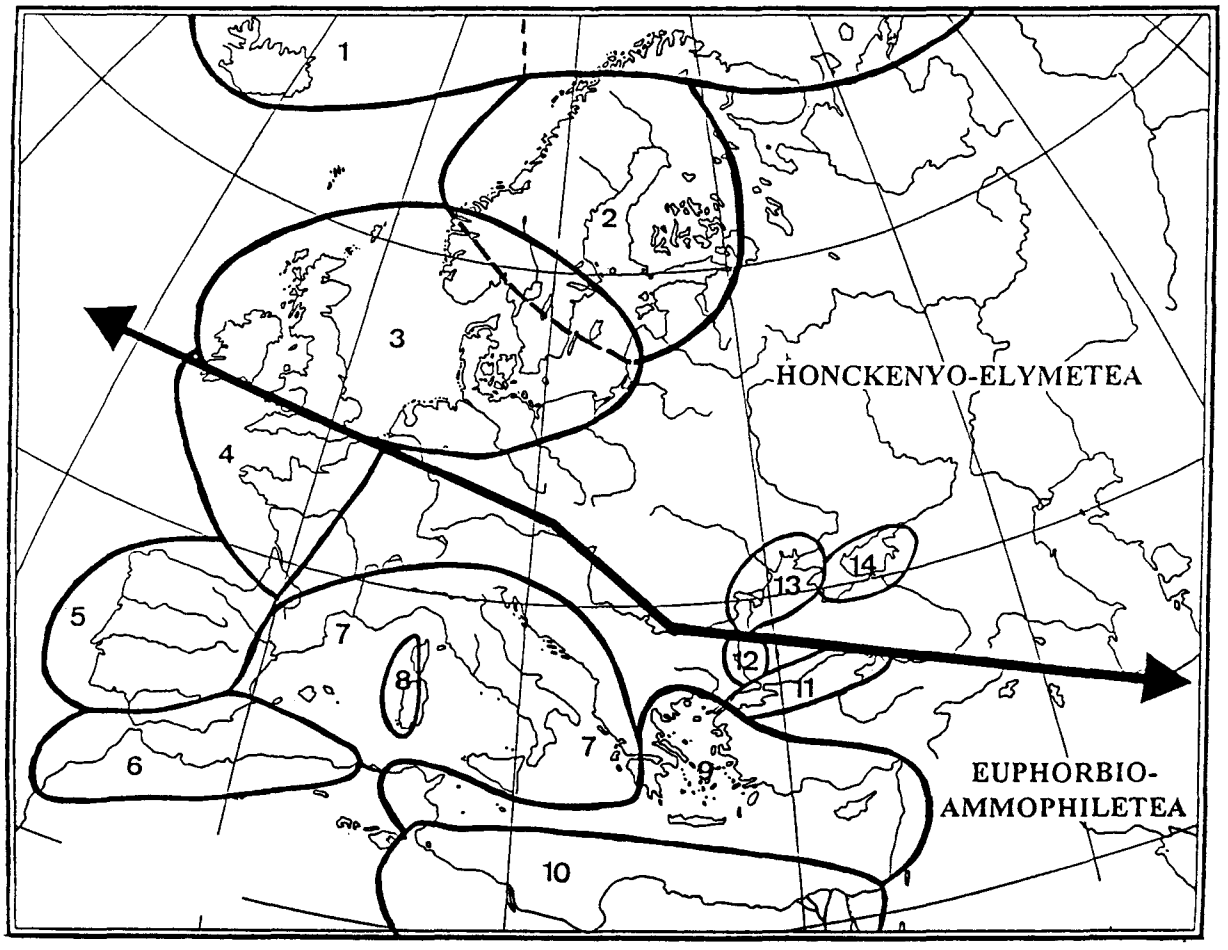


Figure 1.-

1 : ***Honckenyo diffusae-Elymetum arenarii*** R.Tx 1968
2 : ***Honckenyo latifoliae-Elymetum arenarii*** R. Tx 1970
3 : ***Elymo arenarii-Ammophiletum arenariae*** Br.-Bl. et De Leeuw 1936
4 : ***Euphorbio paraliadis-Ammophiletum arenariae*** R. Tx 1945 in Br.-Bl. et R. Tx 1952
5 : ***Otantho maritimi-Ammophiletum arundinaceae*** J.M. Géhu, Riv.-Mart., R. Tx in Géhu 1975
6 : ***Loto cretici-Ammophiletum arundinaceae*** (Riv. God. et Riv.-Mart. 1958) Riv.-Mart. 1964 em. Géhu et Sadki 1994
7 : ***Echinophoro spinosae-Ammophiletum arundinaceae*** (Br.-Bl. 1921) Géhu *et al.* 1984
8 : ***Sileno corsicae-Ammophiletum arundinaceae*** Bartolo *et al.* 1992
9 : ***Eryngio maritimi-Ammophiletum arundinaceae*** (Oberd. 1952) Géhu *et al.* 1984
10 : ***Sileno succulentae-Ammophiletum arundinaceae*** (Burollet 1927) Géhu et Géhu-Franck 1986
11 : ***Otantho maritimi-Leymetum sabulosi*** Géhu et Uslu 1989
12 : ***Ammophilo arundinaceae-Elymetum gigantei*** Vicherek 1971
13 : ***Centaureo odessanae-Elymetum gigantei*** Vicherek 1971
14 : ***Elymo gigantei-Astrodaucetum littoralis*** Korzhenevski *et al.* 1984

Le matériel utilisé est issu de nos relevés de terrain et de la littérature citée.

boréale. Mais c'est au rang de l'association que le phénomène de géosynvicariance nous paraît le plus intéressant et le plus riche d'enseignement, notamment pour la préservation du patrimoine biologique et de la biodiversité.

C'est donc à ce niveau de l'association que portent les observations suivantes, centrées sur le Bassin méditerranéen et plus particulièrement sur la Corse.

NOTION DE GÉOSYNVICARIANCE ET DE SYNENDÉMISME DES ASSOCIATIONS VÉGÉTALES

Exemples méditerranéens

La notion de géosynvicariance des associations met en jeu le concept d'association territoriale au sens tuxénien du terme.

Il s'agit comme précisé antérieurement (GÉHU et RIVAS-MARTÍNEZ, 1981 ; GÉHU, 1987 ; GÉHU, 1992) d'unités de végétation caractérisées par une ou plusieurs espèces fortement dépendantes d'un biotope particulier et différenciées par une ou plusieurs espèces géographiques exprimant le contexte floristique du territoire et généralement susceptibles d'y vivre à l'intérieur de plusieurs biotopes. De telles unités sont donc définies avant tout par la combinaison de caractéristiques écologiques et de différentielles géographiques.

L'exemple des végétations vivaces pionnières des sables littoraux à Chiendent *(Elymus farctus)* et à Oyat *(Ammophila arenaria)* plusieurs fois évoqué (GÉHU, 1986 ; GÉHU et GÉHU-FRANCK, 1988) exprime bien ce phénomène, Chiendent et Oyat respectivement caractéristiques écologiques des dunes embryonnaires et des dunes mobiles, y étant selon les zones géographiques combinés à des lots d'espèces différentielles géographiques suffisamment différentes pour y définir un ensemble d'associations territoriales géosynvicariantes.

La figure 1 précise en ce qui concerne l'ensemble des ammophilaies géosynvicariantes méditerranéo-atlantiques les limites respectives de leur aire géographique.

Cet ensemble géosynvicariant de communautés correspond à un groupe d'associations, en l'occurence celui des ***Medicagini marinae-Ammophileta arundinaceae*** (Br.-Bl. 1933) Géhu, 1994.

Comme le visualise la figure 1, la plupart des aires d'ammophilaies géosynvicariantes sont très étendues et couvrent potentiellement des milliers de kilomètres de rivages. Quelques unes, par contre, sont beaucoup plus restreintes et peuvent être considérées comme appartenant à des associations synendémiques cyrno-sardes ou pontiques par exemple.

La notion de synendémisme, ou endémisme d'une association végétale (voire d'un syntaxon d'autre niveau, i.e. d'une combinaison floristique donnée) se dégage donc de celle de la géosynvicariance (GÉHU, 1978, 1991) qu'elle précise de façon intéressante du point de vue de la connaissance de la biodiversité et par conséquent des actions à mener en faveur de sa préservation et ce d'autant plus que l'on sait le patrimoine phytogénétique des populations susceptible de varier selon les communautés végétales en cause (GÉHU et BOURNIQUE, 1986).

La figure 2 (selon GÉHU, BIONDI, COSTA et GEHU-FRANCK, 1992 modifiée) apporte pour le littoral du Bassin méditerranéen d'autres exemples d'associations végétales endémiques à aire restreinte et par conséquent de rareté et de préciosité élevée.

Il est par ailleurs significatif de constater que certaines zones géographiques paraissent plus sujettes que d'autres à ce phénomène de synendémisme. Les causes en sont naturellement diverses mais principalement d'ordre floristique (richesses en endémiques, rencontre de cortèges floristiques forts) et d'ordre climatique (accélération des gradients bioclimatiques sélectifs).

Telles apparaissent par exemple les régions du Sud de l'Espagne, la Corse et la Sardaigne, le Nord de l'Adriatique, la zone des détroits turcs, le littoral sinaïque (GÉHU, BIONDI, COSTA, GÉHU-FRANCK, 1992).

DÉTAIL DES FAITS DE GÉOSYNVICARIANCE ET DE SYNENDÉMISME SUR LE LITTORAL CORSE

La richesse de la flore, son taux d'endémisme élevé, la diversité et le contraste des milieux, favorisent en Corse, notamment littorale, les faits de géosynvicariance et de synendémisme. En voici à titre indicatif quelques exemples.

Une opposition forte existe, on le sait, entre le littoral de la plaine orientale et le reste des côtes de l'île. Elle se retrouve dans la géosynvicariance des associations psammophiles littorales.

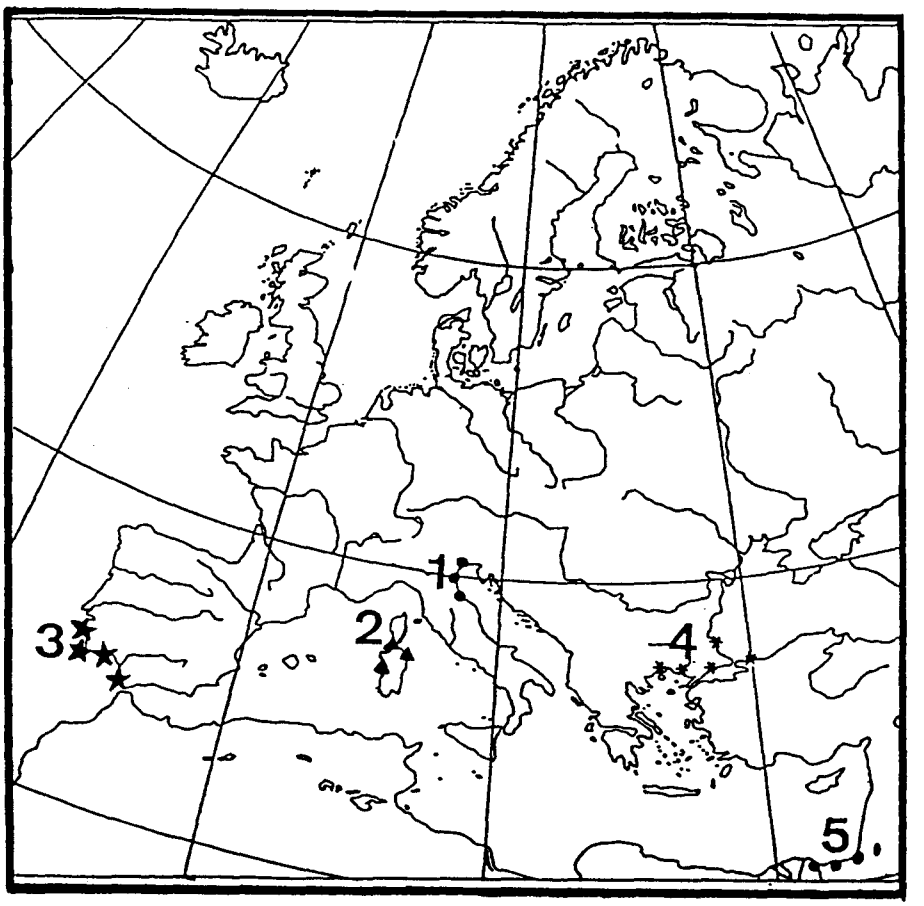


Figure 2.- Type de distribution d'associations végétales endémiques à aire restreinte d'après GÉHU, BIONDI, COSTA, GÉHU-FRANCK, 1992, modifié

Nord-adriatique :

1 ***Salicornietum venetae*** Pign. 1966
Junipero-Hippophaetum fluviatilis Géhu et Scoppola 1984

Cyrno-sarde :

2 ***Catapodio marini-Evacetum rotundatae*** Géhu *et al.* 1989
Frankenio laevis-Spergularietum macrorhizae Géhu *et al.* 1989
Helichryso italici-Scrofularietum ramosissimae Géhu *et al.* 1987
Sileno corsicae-Elymetum farcti (Malcuit 1926) Bartolo *et al.* 1992
Sileno corsicae-Ammophiletum arundinaceae Bartolo *et al.* 1992
Crucianello-Armerietum pungentis Zevaco 1969

Sud-Ouest ibérique :

3 ***Artemisio-Armerietum pungentis*** Riv. God. et Riv.-Mart. 1958
Rhamno oleoidis-Juniperetum macrocarpae Riv.-Mart. 1964
Rubio longifoliae-Coremetum albi Riv.-Mart. 1980

Euxinique :

4 ***Leymo gigantei-Elymetum farcti*** Géhu *et al.* 1986
Otantho-Leymetum gigantei Géhu et Uslu 1989
Polygono mesembrici-Raphanetum maritimi Géhu et Uslu 1989
Stachyo-Centaureetum kileae Géhu et Uslu 1989

Sinaïque :

5 ***Cornulaco monacanthae-Zygophylletum albi*** Géhu *et al.* 1992
Thymaeleo hirsutae-Artemisietum monospermae (Danin 1983) Géhu *et al.* 1992
Cornulaco monacanthae-Stipagrostietum scoparii (Danin 1983) Géhu *et al.* 1992
Cornulaco monacanthae-Convolvuletum lanati (Danin 1983) Géhu *et al.* 1992

Le tableau 1 résume les caractères floristiques synthétiques des Agropyraies dunaires de Corse ***(Elymeta farcti)***. Les trois premières colonnes appartiennent à l'association ***Echinophoro spinosae-Elymetum farcti*** Géhu 1988 différenciée par *Echinophora spinosa* et *Anthemis maritima* et très développée sur le cordon littoral de la plaine orientale, débordant même vers les anses sableuses du Sud Est de l'île (figure 3).

Cette association se retrouve sur tout le littoral nord occidental de la Méditerranée (figure 1).

Les hauts des plages des anses et des cordons sableux de la côte occidentale de l'île sont par contre occupés par une autre association le ***Sileno corsicae-Elymetum farcti*** Bartolo *et al.* 1992 dont la composition floristique synthétique apparaît dans les trois dernières colonnes du tableau 1.

Le ***Sileno corsicae-Elymetum farcti*** n'existe que sur le littoral occidental de la Corse (figure 4) et de la Sardaigne. Géosynvicariant de l'***Echinophoro-Elymetum***, il est donc aussi un élément synendémique remarquable du littoral occidental cyrno-sarde.

Au-dessus des Agropyraies, les Ammophilaies se comportent de même. Le tableau 2 en donne le résumé de la combinaison floristique ***(Ammophileta arundinaceae)*** et les figures 5 et 6 respectivement la distribution de l'***Echinophoro spinosae-Ammophiletum arundinaceae*** (Br.-Bl., 1921) Géhu, Riv.-Mart., R. Tx in Géhu 1975 oriental et du ***Sileno corsicae-Ammophiletum arundinaceae*** Bartolo *et al.*, 1992 synendémique occidental.

Dans l'arrière-dune, les phénomènes de géosynvicariance s'accélèrent plus encore que sur le littoral atlantique (GÉHU et GÉHU-FRANCK, 1985) et contribuent donc à augmenter à ce niveau bionomique les faits de synendémisme. Le tableau synthétique 3 résume la composition floristique des végétations d'arrière-dunes corses.

Si le ***Pycnocomo rutifolii-Crucianelletum maritimae*** Géhu *et al.*, 1987 peut se rencontrer sur l'ensemble du littoral oriental à condition que la structure et la largeur de la dune le permette (figure 7) l'***Helichryso italici-Ephedretum distachyae*** Géhu *et al.*, 1987 (figure 8) n'est présent qu'au Nord-Ouest entre Calvi et l'Ostriconi, tandis que le ***Crucianello maritimae-Armerietum pungentis*** Zevaco 1969 n'existe qu'aux abords de Bonifacio (figure 9). Ces deux dernières associations possèdent donc un caractère de synendémisme très accusé.

Quant à l'***Helichryso italici-Scrophularietum ramosissimae*** Géhu *et al.*, 1987 (figure 10), s'il est synendémique sud occidental corse (au Sud-Ouest d'une ligne Calvi-Solenzara), il est surtout lié aux cordons de matériaux grossiers, galets et graviers, obstruant l'embouchure des fleuves côtiers.

Bien d'autres exemples de communautés littorales corses à aire très restreinte et donc synendémiques peuvent être cités. Par exemple, diverses associations thérophytiques des sables dunaires de l'ordre des ***Malcolmietalia*** telles que le ***Sileno nicaeensis-Ononidetum variegatae*** Géhu *et al.*, 1986 présent sur les sables meubles en mosaïque avec l'***Echinophoro-Ammophiletum*** de Bastia à Aléria, le ***Sileno sericeae-Cutandietum maritimae*** Géhu et Biondi 1994, cantonné (mis à part l'Ostriconi) dans le Sud de l'île, de Porto Vecchio à Ajaccio. Quant aux ***Vulpieta fasciculatae***, ils témoignent du même type de répartition que les ***Elymeta*** et les ***Ammophileta*** ; le ***Sileno sericeae-Vulpietum fasciculatae*** Paradis et Piazza, 1992 à l'Ouest et le ***Sileno nicaeensis-Vulpietum fasciculatae*** Paradis et Piazza, 1991 à l'Est.

Très remarquable est aussi l'aire synendémique du ***Catapodio marini-Evacetum rotundatae*** Géhu *et al.*, 1989, association thérophytique des arènes des petites falaises granitiques arrosées d'embruns de l'extrême Sud-Ouest de l'île (figure 11).

Si les phénomènes de synendémisme et de géosynvicariance sont très atténués dans les biotopes de vases salées et de sansouires, d'ailleurs mal représentés en Corse, sauf en bordure des étangs de la plaine orientale, ils sont par contre très marqués sur les falaises maritimes, dans la zone aérohaline aspergée d'embruns.

Le tableau synthétique 4 témoigne de la diversité de la classe des ***Crithmo-Limonietea*** Br.-Bl. 1947 en Corse tandis que les figures 12, 13, 14, 15 précisent l'aire de quelques unes de ses associations. C'est le ***Crithmo maritimi-Limonietum contortiramei*** Géhu et Biondi, 1994 qui présente l'aire la plus étendue avec un double pôle de distribution Nord-Ouest et Sud-Est ; le ***Reichardio-Limonietum articulati*** (Malcuit, 1931) Géhu & Biondi 1994 est quant à lui centré sur la façade Ouest de l'île, de Porto à Propriano. L'aire du ***Frankenio laevis-Spergularietum macrorhizae*** Géhu & *al.*, 1989 est plus restreinte encore dans l'extrême Sud-Ouest de l'île tandis que celle du ***Crithmo maritimi-Limonietum***

obtusifolii Géhu *et al.* 1987 est extrêmement ponctuelle, strictement liée aux roches calcaires du Pertusato (près de Bonifacio) de même d'ailleurs que la garrigue littorale de l'***Helichryso microphylli-Astragaletum massiliensis*** Géhu *et al.* ,1987.

Toutes ces associations des ***Crithmo-Limonietea*** sont synendémiques corses ou cyrno-sardes. Elles peuvent être regroupées dans l'alliance de l'***Erodio corsici - Limonion articulati*** (Gamisans et Muracciole, 1985) Géhu et Biondi, 1994, elle-même synendémique cyrno-sarde.

CONCLUSION

Le présent travail par les quelques exemples choisis souligne la richesse et la diversité des végétations littorales de Corse. Il montre aussi combien les phénomènes de géosynvicariance et de synendémisme y sont nombreux et évidents. Ceux-ci doivent être connus et dès lors il paraît indispensable qu'ils soient pris en compte dans toute action efficace de préservation biologique du littoral de la Corse. Ils expriment en effet la variété des biotopes à laquelle répond la biodiversité des flores et des végétations, mais aussi toute leur originalité et leur rareté. Aucun choix ni gestion conservatoire ne peut aujourd'hui ignorer ces faits dont la prise en compte conditionnera la sauvegarde optimale d'un patrimoine phytogénétique tout à fait exceptionnel.

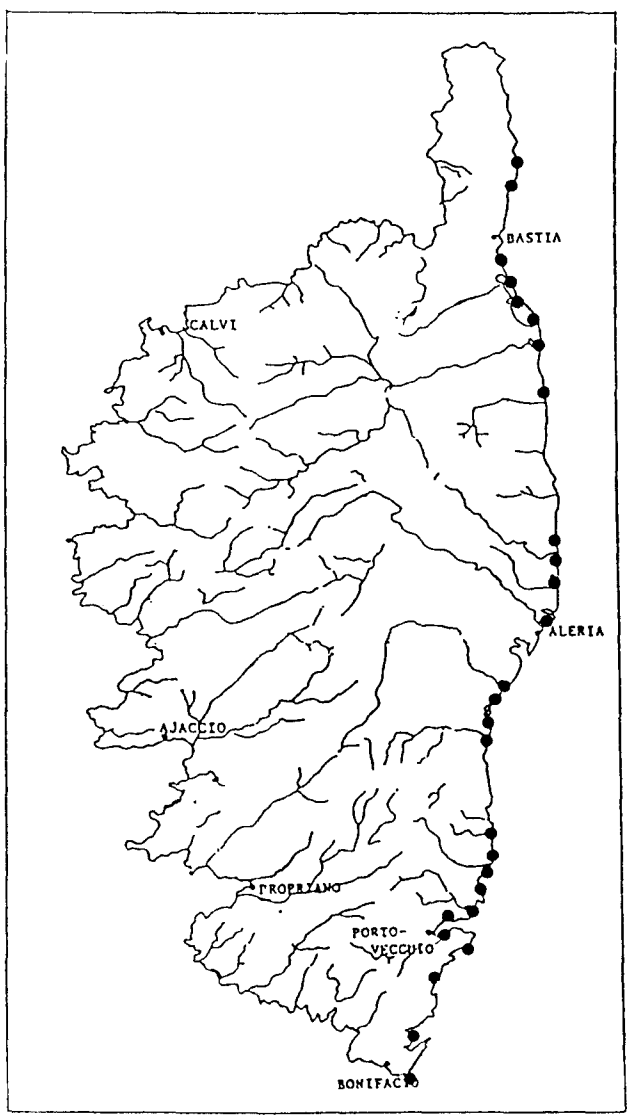


Figure 3.- ***Echinophoro spinosae-Elymetum farcti*** Géhu 1988

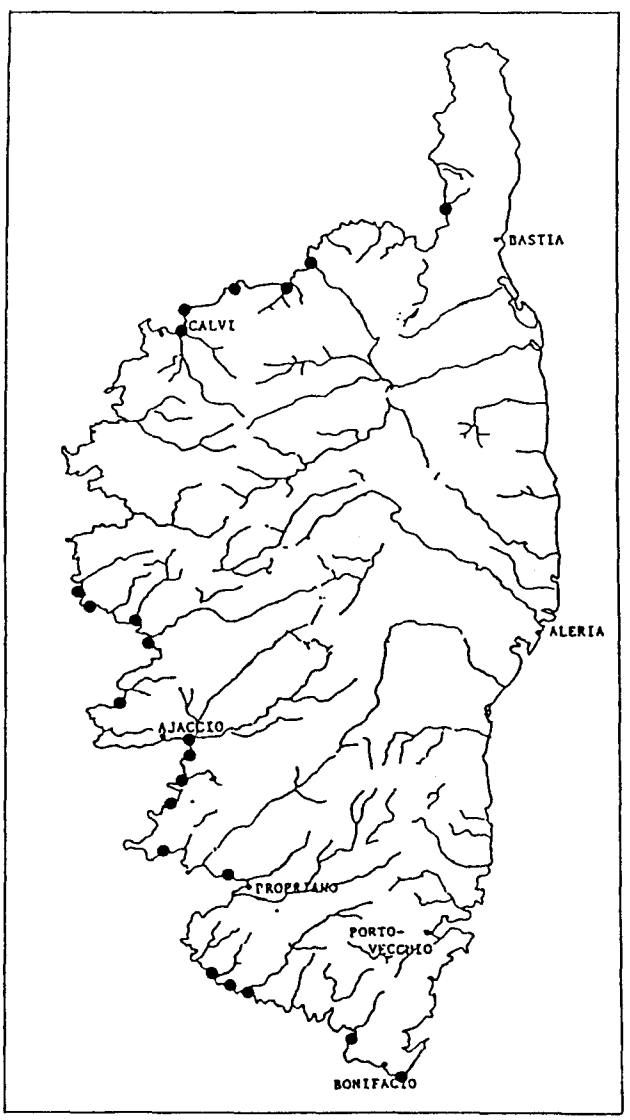


Figure 4.- ***Sileno corsicae-Elymetum farcti*** (Malcuit, 1926) Bartolo *et al.* 1992

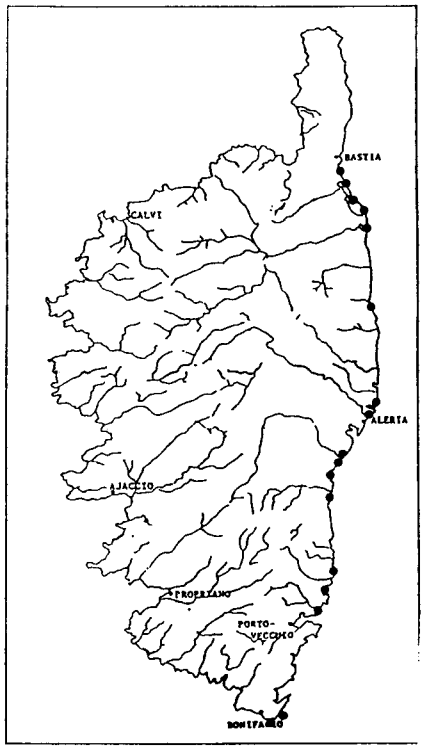


Figure 5.- ***Echinophoro spinosae-Ammophiletum arundinaceae*** (Br.-Bl. 1921) Géhu *et al.* 1984

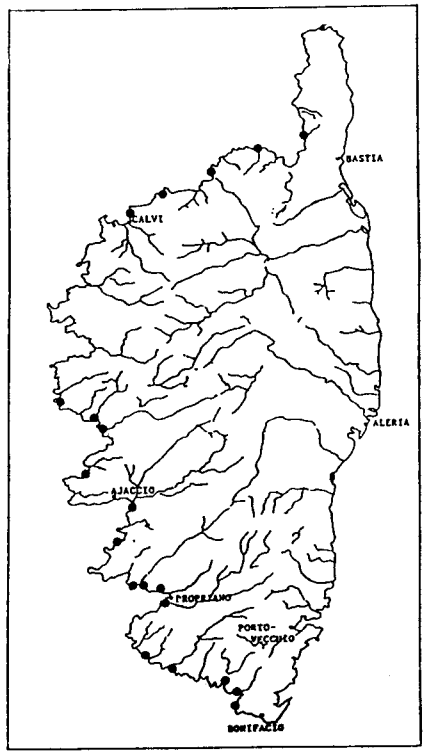


Figure 6.- ***Sileno corsicae-Ammophiletum arundinaceae*** Bartolo *et al.* 1992

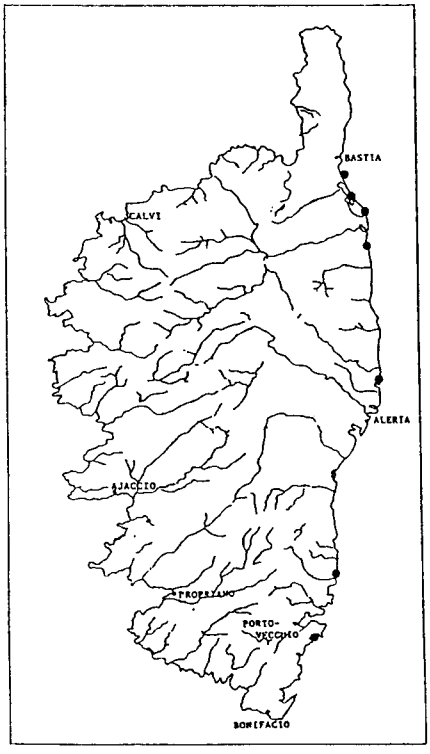


Figure 7.- ***Pycnocomo rutifolii-Crucianelletum maritimae*** Géhu *et al.* 1987

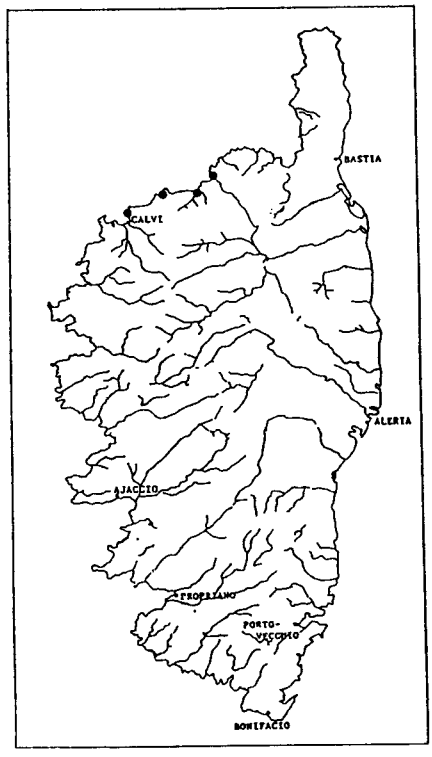


Figure 8.- ***Helichryso italici-Ephedretum distachyae*** Géhu *et al.* 1987

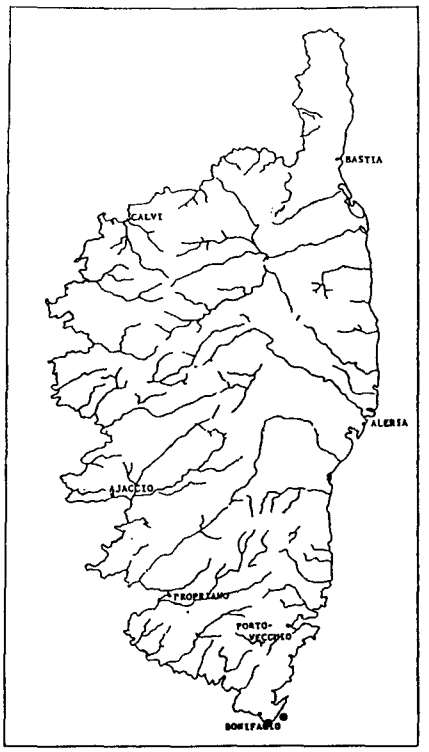


Figure 9.- ***Crucianello maritimae-Armerietum pungentis*** Zevaco 1969

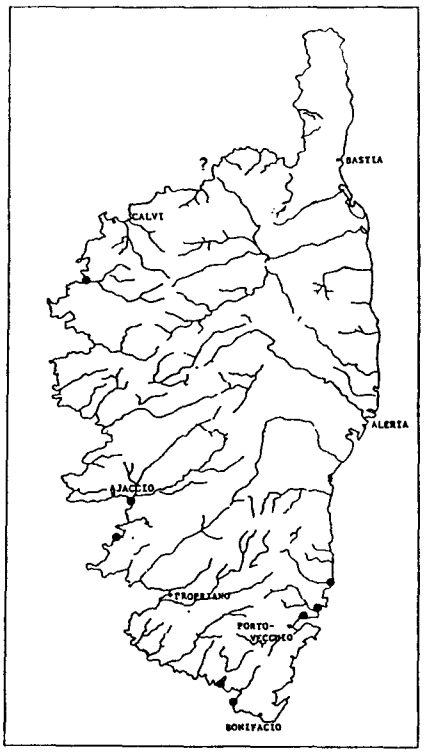


Figure 10.- ***Helichryso italici-Scrophularietum ramosissimae*** Géhu *et al.* 1987

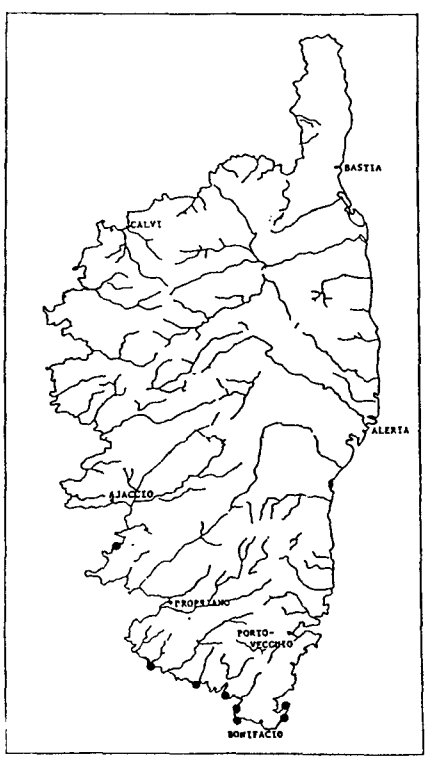


Figure 11.- ***Catapodio marini-Evacetum rotundatae*** Géhu *et al.* 1989

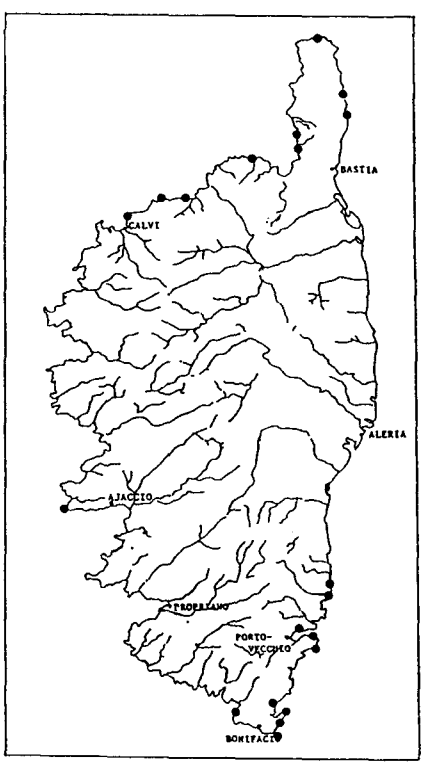


Figure 12.- ***Crithmo maritimi-Limonietum contortiramei*** (R. et R. Molinier 1955) Géhu et Biondi 1994

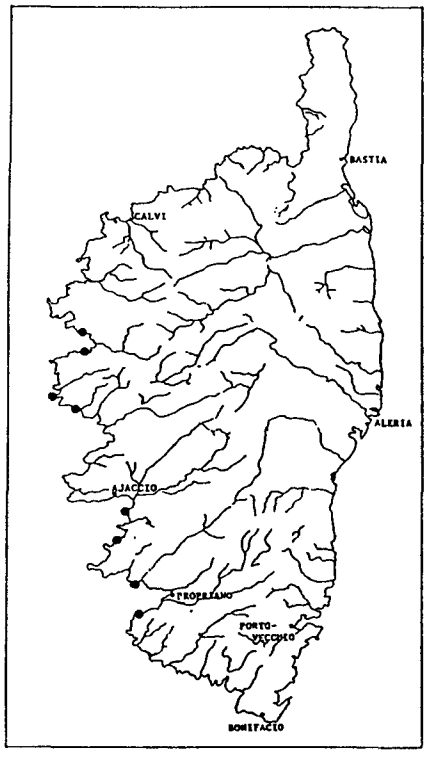


Figure 13.- ***Reichardio-Limonietum articulati*** (Malcuit 1931) Géhu et Biondi 1994

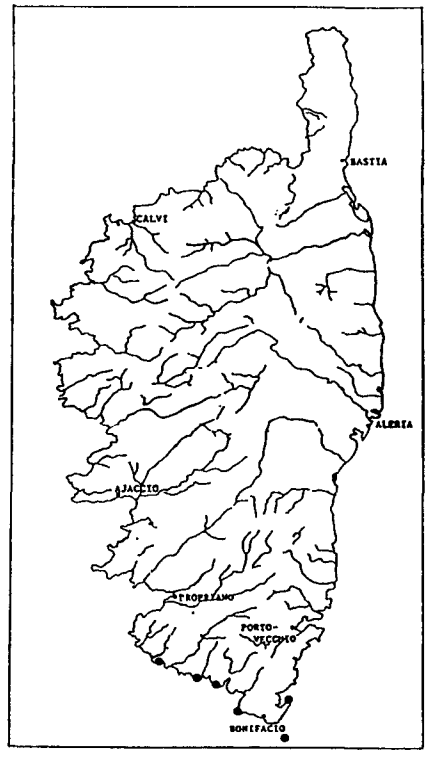


Figure 14.- ***Frankenio laevis-Spergularietum macrorhizae*** Géhu *et al.* 1989

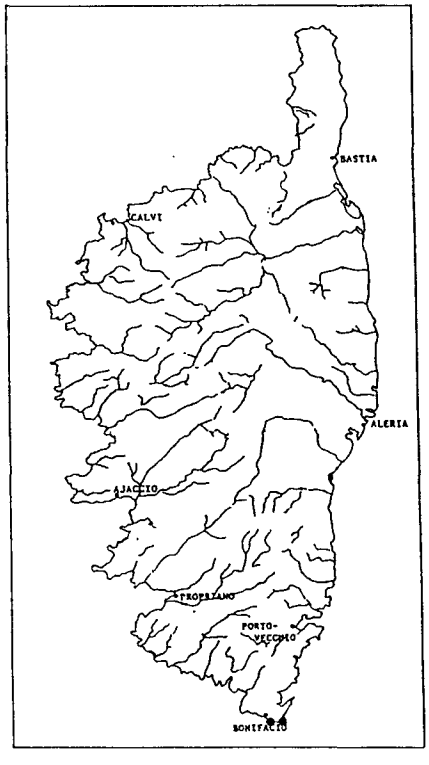


Figure 15.- ***Crithmo maritimi-Limonietum obtusifolii*** Géhu *et al.* 1987

Tableau 1

Synthèse des ***Elymeta*** de Corse

n° des colonnes	1	2	3	4	5	6
Nombre de relevés	29	21	15	24	10	30
Chiffre spécifique moyen	8,3	9,2	9,3	7	8,9	8,7
Espèces Caractéristiques et Différentielles d'association						
Elymus farctus ssp. farctus	V	V	V	V	V	V
Echinophora spinosa	IV	V	IV	I	II	+
Anthemis maritima	II	IV	IV			
Silene succulenta ssp. corsica				IV	V	V
Espèces Différentielles de sous-ass. et variantes						
Otanthus maritimus	II	V	II		V	I
Medicago marina	I	I	V		III	V
Espèces des Unités Supérieures						
Eryngium maritimum	V	V	IV	V	V	V
Sporobulus arenarius	IV	IV	IV	IV	IV	IV
Euphorbia paralias	III	III	I	II	II	III
Calystegia soldanella	IV	II	II	II	II	II
Polygonum maritimum	II	I	II	II	II	I
Pancratium maritimum	II	I	I	I	II	I
Ammophila arenaria ssp. arundinacea	I	II	II	II		II
Cyperus capitatus	r	II	III			r
Stachys maritima		r	II		I	r
Espèces Compagnes						
Matthiola sinuata	II	II	IV	+	III	II
Cakile maritima ssp. aegyptiaca	II	II	II	II	III	III
Salsola kali	II	+	+	r	I	r
Cutandia maritima	I	r	II	II	I	I
Lotus cytisoides	II	I	II	III		II
Silene nicaensis	I	I	I	r		I
Glaucium flavum	I		II		I	r
Silene sericea	+			+	I	II
Plantago macrorhiza		+	II	II		II
Helichrysum italicum		r	+	r		I
Xanthium italicum	II	II	II			
Inula crithmoides		r	+	I		
Crithmum maritimum				+	I	+
Euphorbia peplis	II		+			
Ononis natrix		r	+			
Aetheorhiza bulbosa				+		+
Matthiola tricuspidata				I		I
Rouya polygama	I					
Anchusa crispa	+					
Crucianella maritima			II			
Pycnocomon rutifolium			II			
Scrophularia ramosissima			+			
Rumex scutatus			+			
Inula viscosa				+		
Lolium rigidum						+
Medicago littoralis						+

Tableau 2

Synthèse des ***Ammophileta*** de Corse

N° des colonnes	1	2	3	4
Nombre de relevés	31	14	21	8
Chiffre spécifique moyen	7	8,2	8	9
Caractéristiques et Différentielles d'association				
Ammophila arenaria	V	V	V	V
Echinophora spinosa	+	+	V	V
Anthemis maritima		I	III	II
Silene corsica	III	II		
Différentielles de sous-ass.				
Helichrysum italicum		V		
Crucianella maritima				V
Espèces des Unités Supérieures				
Euphorbia paralias	III	IV	III	II
Eryngium maritimum	III	III	V	IV
Calystegia soldanella	III	II	III	II
Lotus cytisoides	III	III	I	II
Elymus farctus	III	I	IV	II
Medicago marina	II	III	III	II
Aetheorhiza bulbosa	II	II	I	I
Sporobolus pungens	II	+	I	I
Pancratium maritimum	I	II	III	II
Otanthus maritimus	+		II	II
Cyperus capitatus			II	II
Scrophularia ramosissima		+		
Espèces Compagnes				
Cakile maritima	II	+	r	II
Matthiola sinuata	+	III	III	I
Cutandia maritima	I	+	r	I
Lagurus ovatus	+	I	I	I
Pycnocomon rutifolium	r	+	+	I
Crithmum maritimum	III	+		
Silene sericea	I	II		
Rubia peregrina	+	II		
Plantago macrorhiza	I	+		
Polygonum maritimum	+	+		
Silene nicaeensis			+	II
Jasione montana		II		
Clematis flammula		I		
Reichardia picroides		I		
Anchusa crispa		I		
Juniperus macrocarpa		I		
Matthiola tricuspidata	+			
Accidentelles				

Tableau 3

Synthèse du ***Crucianellion maritimae*** de Corse

	N° des Associations	1	2	3	4
	Nombre de relevés	21	23	11	27
	Chiffre spécifique moyen	10	12	13	10
	Caractéristiques et différentielles d'ass.				
us	*Ephedra distachya*	V			
	Cyperus kali		IV		
	Anthemis maritima		III		
	Asphodelus albus		III		+
us	*Crucianella maritima*		V	V	
us	*Picnocomon rutifolium*		V	III	+
us	*Armeria pungens*			V	
us	*Scrofularia ramosissima*				V
	Glaucium flavum				III
	Carlina corymbosa	+			III
	Stachys glutinosa				II
	Crithmum maritimum			+	II
	Genista corsica				II
	Espèces des Unités supérieures (Helichrysetalia italici)				
us	*Helichrysum italicum*	V	II	III	V
us	*Lotus cytisoides*	IV	I	V	II
us	*Plantago macrorhiza*	IV	I	V	
us	*Lobularia maritima*	II		II	I
us	*Thymaelea hirsuta*	I		II	
	Espèces des Ammophiletalia arundinaceae				
	Ammophila arundinacea	III	III	V	II
	Pancratium maritimum	+	II	IV	II
	Sporobolus pungens	I	+	II	+
	Elymus farctus	I	III	II	I
	Eryngium maritimum	+	III	I	II
	Medicago marina	II	III		I
	Matthiola sinuata	II	II		IV
	Calystegia saepium		I	II	I
	Echinophora spinosa		IV	I	+
	Silene corsica	II			
	Othantus maritimus		II		
	Espèces des Malcolmietalia				
	Lagurus ovatus	IV	III	II	
	Vulpia fasciculata	II	II	+	
	Silene nicaensis	III	IV		
	Corynephorus divaricatus	+	I		+
	Malcolmia ramosissima	+	+		
	Rumex bucephalophorus	+		I	
	Cutandia maritima		II	I	
	Silene sericea			+	+
	Espèces des Cisto-Lavanduletalia				
	Lavandula staechas		+		I
	Halimione halimifolium		+		I
	Cistus salviaefolius			I	II
	Cistus incanus			II	
	Rosmarinus officinalis			I	
	Espèces des Pistacio-Rhamnetalia				
	Rubia peregrina	I	+	III	I
	Clematis flammula	+	III	+	+
	Smilax aspera	I		II	+
	Pistacia lentiscus	+	+		+
	Juniperus lycia		I	III	I
	Juniperus macrocarpa	II	+		
	Espèces diverses				
	Oethorhiza bulbosa	II	+		+
	Reichardia picroides		+	+	II
	Chondrilla juncea	I			II
	Reseda alba			II	+
	Cineraria maritima			II	
	Centaurea aspera		I		

Tableau 4

Synthèse des ***Crithmo-Limonietea*** de Corse

N° des Associations	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13
Nombre de relevés	9	41	15	38	15	8	12	11	14	17	16	19	6
Chiffre spécifique moyen	6,7	4,2	4	5,5	4,8	5,1	8,7	6,5	4,5	7,5	10	6,3	8,2
Caractéristiques d'association et Différentielles													
Limonium patrimoniense	V												
Limonium contortirameum	I	V	III	V	V					II			
Limonium florentinum						V							
Limonium corsicum							V	II					
Erodium corsicum						IV	V	IV	I	+	I		
Armeria soleirolii							V	I					
Seseli praecox							I	V					
Limonium articulatum									V				
Spergularia macrorhiza										V			
Limonium obtusifolium											V	V	II
Camphorosma monspeliensis											IV	II	III
Artemisia densiflora											V		
Asteriscus maritimus												II	V
Espèces des Unités Supérieures													
Crithmum maritimum	V	V	III	IV	V	IV	III	+	V	IV	V	V	II
Reichardia picroides	III	III	II	II	III	II	II	III	IV	III	I	II	IV
Dactylis hispanica var. marina	IV	I	II	II	IV	+	IV	III	II	I	II	II	II
Lotus cytisoides	IV	III	I	III	V	III	III		II	III	III	IV	V
Daucus hispanicus	II	II	I	I	II	I	IV	+	II	I	III	III	III
Allium commutatum	I		+	+	+			I				I	III
Halophytes différentielles													
Frankenia laevis	I		III	V		II	III		II	V	IV	II	I
Halimione portulacoides	I	r	V	I						I	V		
Sporobolus arenarius		+	I			I			I	II	V		
Limonium virgatum	I	+	+	II	I				I				
Inula crithmoides	+										+		
Espèces différentielles de passage aux garrigues													
Dianthus sylvestris		+		I	V	I	II	IV					
Helichrysum italicum	II	+		I	II	I	II	II	II	III	II	II	II
Euphorbia pithuysa	II				+								
Stachys glutinosa								II					
Galium corsicum							+	II					
Compagnes													
Senecio leucanthemifolius			+	+	I		II	I	II	I	II	+	
Plantago macrorhiza	II	I		I						V	I	+	IV
Catapodium marinum	I	+		II	I				+	II			
Parapholis incurva	I			I					+	II	I	+	
Anthemis maritima			+		I						+	I	
Matthiola tricuspidata				+							II	I	I
Silene sericea										II	II	I	
Silene gallica					I	+	+						
Lagurus ovatus											+	+	II
Atriplex prostrata	I		+										
Pancratium maritimum											II		I
Lolium rigidus											I		I
Hioseris radiata												I	II
Lobularia maritima												I	I
Cineraria maritima	I												I

Légende

1 : Crithmo-Limonietum patrimoniensis
2 : Crithmo-limonietum contortiramei typicum
3 : Crithmo-Limonietum contortiramei halimionetosum
4 : Crithmo-Limonietum contortiramei frankenietosum
5 : Crithmo-Limonietum contortiramei dianthetosum
6 : Crithmo-Limonietum florentini
7 : Erodio corsici-Armerietum soleirolei
8 : Diantho sylvestris-Seselietum praecocis
9 : Crithmo-Limonietum articulati
10 : Frankenio-Spergularietum macrorhizae
11 : Crithmo-Limonietum obtusifoli artemisietosum
12 : Crithmo-Limonietum obtusifolii typicum
13 : Crithmo-Limonietum obtusifolii astericetosum

BIBLIOGRAPHIE

ARRIGONI, P.V. & DIANA, S. - 1993 - Contribution à la connaissance du genre *Limonium* en Corse. *Candollea* 48(2) : 631-677. Genève.

BOURNERIAS, M., POMEROL, C. & TURQUIER, Y. - 1990 - La Corse. Guides naturalistes des côtes de France. 1 vol. 248 p. Neuchâtel.

BURRICHTER, E. - 1961 - Steineichenwald, Macchie und Garrigue auf Korsika. *Ber. Geobot. Inst. ETH Stiftung Rübel*, 32 : 32-69. Zürich.

BURRICHTER, E. - 1979 - *Quercus ilex* Wälder am Golf von Porto auf Korsika. *Doc. Phytosoc.* N.S. 4 : 147-155. Vaduz.

DEIL, U. - 1992 - Vicariance, pseudovicariance et correspondance. Réflexions sur quelques notions de taxonomie et de syntaxonomie et les possibilités d'une approche symphytogénétique. *Coll. phytosoc.* 18. Phytosociologie littorale et taxonomie. Bailleul 1989 : 165-178. Berlin-Stuttgart.

DELEUIL, G. - 1974 - Introduction phytogéographique générale (Session de Corse). 95ème Session Extraordinaire. *Bull. Soc. Bot. Fr.*, 121 : 11-26. Paris.

DIERSCHKE, H. - 1975 - Beobachtungen zur Kustenvegetation Korsikas. *Anales Inst. Bot. Cavanilles*, 32(2) : 967-991. Madrid.

DUPIAS, G. *& al.* - 1965 - Corse. Carte de la végétation de France au 1/250 000. CNRS. Toulouse.

GAMISANS, J. - 1985 - Catalogue des plantes vasculaires de la Corse. 1 vol., 230 p. Ajaccio.

GAMISANS, J. - 1991 - A propos de quelques groupements de pelouses halophiles de Corse. *Ecol. Medit.* 17 : 47-53. Marseille.

GAMISANS, J. - 1991 - La végétation de la Corse. Annexe 2. Complément au prodrome de la flore corse. 390 p. Genève.

GAMISANS, J. - 1992 - Flore et végétation de la réserve naturelle de l'étang de Biguglia (Corse du N.E.). *Trav. Sci. Parc Nat. Rég. Rés. Nat. Corse* 33 : 1-67. Ajaccio.

GAMISANS, J. - 1993 - Flore et végétation des îles Cerbicales (Corse du Sud). *Trav. Sci. Parc Nat. Rég. Rés. Nat. Corse* 37 : 101-112. Ajaccio.

GAMISANS, J. & MURACCIOLE, M. - 1985 - La végétation de la réserve naturelle de la presqu'île de Scandola (Corse). Etude phytosociologique et cartographie au 1/10 000. *Ecol. Medit.*, 10(3-4) : 159-205. Marseille.

GÉHU, J.M. - 1978 - Les phytocoenoses endémiques des côtes françaises occidentales. *Bull. Soc. Bot. Fr.* 125(3-4) : 199-208. Paris.

GÉHU, J.M. - 1986 - La végétation côtière. Faits de géosynvicariance atlantico-méditerranéenne. *Bull. Ecol.* 17(3) : 179-187. Paris.

GÉHU, J.M. - 1986 - Qu'est-ce que l'*Agropyretum mediterraneum* Braun-Blanquet (1931) 1933 ? *Lazaroa* 9 : 343-354. Madrid.

GÉHU, J.M. - 1987 - Des complexes de groupements végétaux à la phytosociologie paysagère contemporaine. *Inf. Bot. Ital.* 18(1-2-3) : 53-83. Firenze.

GÉHU, J.M. - 1991 - Végétation et paysages littoraux de type cantabro-atlantique. *Ber. d. Reinh. Tüxen ges.* 3 : 59-128. Hannover.

GÉHU, J.M. - 1992 - Réflexions sur les fondements syntaxonomiques nécessaires à une synthèse des végétations à l'échelle du continent européen et esquisse d'un synsystème dans l'optique de la phytosociologie Braun-Blanqueto-Tuxenienne. Ébauche de synsystème pour la France. In European Vegetation Survey, Roma 13-14 mars. *Anali di Botanica* 50 : 131-147. Roma.

GÉHU, J.M. - 1993 - Typologie phytosociologique synthétique et grands traits de la distribution des végétations pionnières à *Leymus* et à *Ammophila* des côtes sableuses Eurasio-Nord-africaines. *Colloque franco-roumain de Rome* organisé à l'occasion de la présentation de la carte de la végétation potentielle de Roumanie (sous presse).

GÉHU, J.M. & BIONDI, E. - 1994 - La végétation du littoral de la Corse. Essai de synthèse phytosociologique. *Braun-Blanquetia* (sous presse).

GÉHU, J.M. BIONDI, E. & GÉHU-FRANCK, J. - 1988 - Les végétations nitro-halophiles des falaises de Bonifacio (Corse). *Acta Bot. Barc.* 37 : 237-243. Barcelona.

GÉHU, J.M., BIONDI, E., COSTA, M. & GEHU-FRANCK, J. - 1987 - Les systèmes végétaux des contacts sédimentaires terre/mer (dunes et vases salées) de l'Europe méditerranéenne. *Bull. Ecol.* 18(2) : 189-199. Paris.

GÉHU, J.M., BIONDI, E., COSTA, M., GÉHU-FRANCK, J. - 1992 - Eléments de cartographie synchorologique pour une expression synthétique de la géosynvicariance et du synendémisme des associations végétales littorales du pourtour méditerranéen dans un souci d'évaluation de l'originalité et de la conservation du patrimoine biosyngénétique. *Coll. phytosoc* 19. Végétation et qualité de l'environnement côtier en méditerranée. Cagliari 1989 : 45-54. Berlin-Stuttgart.

GÉHU, J.M., BIONDI, E., GEHU-FRANCK, J. & TAFFETANI, F. - 1987 - Données sur la végétation maritime du littoral oriental de la Corse. V. Jornadas de Fitosociologia. Universidad de la Laguna. *Ser. Informes*, 22 : 363-391. La Laguna.

GÉHU, J.M. & BOURNIQUE, C.l. - 1986 - Peuplement végétal et synendémisme insulaires. *Bull. Soc. Zool. France* 112(1-2) : 105-115. Paris.

GÉHU, J.M. & GEHU-FRANCK, J. - 1985 - Données synchorologiques sur la végétation littorale européenne. *Vegetatio* 59(1-3) : 73-83. Dordrecht.

GÉHU, J.M. & GEHU-FRANCK, J. - 1988 - Variations floristiques et synchorologie des ammophilaies europaeo-africaines. Homenaje a Pedro Montserrat. Monograf. Instit. Piren. Ecologia : 561-570. Jaca.

GÉHU, J.M. & GÉHU-FRANCK, J. - 1993 - Le *Sileno corsicae-Elymetum farcti* Bartolo *et al.* 1992, association synendémique cyrno-sarde des sables du littoral occidental de la Corse. *Bull. Soc. Bot. Centre Ouest*, N.S. 24 : 185-190. Royan.

GÉHU, J.M., GÉHU-FRANCK, J. & BIONDI, E. - 1989 - Synécologie d'espèces littorales cyrno-sardes rares ou endémiques : *Evax rotundata* Moris, *Spergularia macrorhiza* (Req. ex Loisel) Heynh. et *Artemisia densiflora* Viv. *Bull. Soc. Bot. Fr., Lettres botaniques* 136(2) : 129-135. Paris.

GÉHU, J.M. & RIVAS-MARTÍNEZ, S. - 1981 - Notions fondamentales de phytosociologie. *Berichte der Internat. Symposium d. Internat. Vereinigung. f. vegetationskunde. Syntaxonomie* : 5-33. Vaduz.

GÉHU, J.M., SCOPPOLA, A., CANIGLIA, G., MARCHIORI, S., GÉHU-FRANCK, J. - 1984.- Les systèmes végétaux de la côte nord adriatique italienne, leur originalité à l'échelle européenne. *Doc. phytosoc.* 8 : 485-558. Camerino.

GÉHU, J.M. & USLU, T. - 1989 - Données sur la végétation littorale de la Turquie du Nord-Ouest. *Phytocoenologia* 17(4) : 449-505. Berlin-Stuttgart.

LAMBINON, J. & PIRONET, F. - 1984 - La végétation des rochers littoraux de la presqu'île de la Revellata (Corse). *Webbia*, 38 : 733-746. Firenze.

LANZA, B. & POGGESI, M. - 1986 - Storia naturale delle isole satelliti della Corsica. *L'universo* 66(1) : 1-198. Firenze.

LORENZONI, C. - 1992 - Description phytosociologique et cartographique de la végétation des zones humides des environs de Porto-Vecchio. Mém. DESS «Écosystèmes méditerranéens». *Fac. Sci. Univ. Corse*, fasc. 1 : 43 p, fasc. 2 : 100 p.

MALCUIT, G. - 1926 - Une excursion phytosociologique à Campo di Loro près d'Ajaccio. *Bull. Soc. Bot. Fr.* 73 : 212-217. Paris.

MALCUIT, G. - 1931 - Contribution à l'étude phytosociologique de la Corse. Le littoral occidental. Environs de Calvi, Galeria, Girolata, Pointe de la Parata, Propriano. *Archiv. Bot. Mem.*, 4(6) : 1-40. Caen.

MOLINIER, R. & R. - 1955 - Eléments de bionomie et de phytosociologie aux Iles Sanguinaires (Corse). *Rev. Gen. Bot.* 62 : 675-683. Paris.

MOLINIER, R. - 1959 - Etude des groupements végétaux terrestres du Cap Corse. *Bull. Mus. Hist. Nat. Marseille*, 19 : 1-75. Marseille.

PARADIS, G. - 1990 - Description de la végétation d'un site à *Anchusa crispa* Viv. sur la côte orientale de la Corse, l'ouest de l'anse de Cannella. *Doc. phytosoc.* N.S. 12 : 189-201. Camerino.

PARADIS, G. - 1991 - Description de la végétation de quatre sites littoraux de la Corse orientale Mucchiata, Fautea, pont de Fautea, Favone. *Bull. Soc. Sc. Hist. Nat. Corse*, fasc. hors série «Hommage à Marcelle CONRAD», 661 : 363-417. Bastia.

PARADIS, G. - 1992 - Etudes phytosociologiques et cartographique de la végétation du marais de Tizzano (Corse occidentale) et de son

pourtour. *Bull. Soc. Bot. Centre Ouest*, NS. 23 : 65-93. Royan.

PARADIS, G. - 1992 - Observations synécologiques sur des stations corses de trois thérophytes fini-estivales : *Crypsis aculeata, Crypsis schoenodoides* et *Chenopodium chenopodioides*. *Le Monde des Plantes* 444 : 11-21. Toulouse.

PARADIS, G. & GÉHU, J.M. - 1990 - Description de la végétation d'un pré saumâtre exceptionnel pour la Corse occidentale : Pistigliolo (près de Porto Pollo, vallée du Taravo). *Doc. phytosoc.* N.S. 12 : 1-18. Camerino.

PARADIS, G. & ORSINI, A. - 1992 - Etude phytosociologique de l'étang de Canniccia et de ses bordures (commune de Sollacaro, Corse du Sud). *Trav. Sci. Parc Nat. Rég. Rés. Nat. Corse* 38 : 61-119. Ajaccio.

PARADIS, G. & PIAZZA, C. - 1988 - Description de la végétation de deux plages à *Anchusa crispa* du nord du Golfe de Valinco (Corse) ; plages de Cappicciole et de Cala Piscona. *Le Monde des Plantes* 433 : 15-24. Toulouse.

PARADIS, G. & PIAZZA, C. - 1988 - Etude de la végétation de la plage (sensu lato) de Baracci (Golfe de Valinco, Corse). *Bull. Soc. Bot. Centre-Ouest* N.S. 19 : 111-127. Royan.

PARADIS, G. & PIAZZA, C. - 1989 - *Anchusa crispa* Viv. à Capu Laurosu (Golfe de Valinco, Corse). Localisations et rôles des bovins dans sa chorologie et sa biologie. *Le Monde des Plantes* 436 : 26-31. Toulouse.

PARADIS, G. & PIAZZA, C. - 1989 - Contribution à l'étude de la végétation du cordon littoral et de l'arrière cordon de Portigliolo (Golfe de Valinco, Corse). *Bull. Soc. Bot. Centre Ouest*. NS. 20 : 51-75. Royan.

PARADIS, G. & PIAZZA, C. - 1990 - Composition phytosociologique du site littoral de Capu Laurosu (Golfe de Valinco, Corse). *Le Monde des Plantes*, 438 : 23-31. Toulouse.

PARADIS, G. & PIAZZA, C. - 1990 - Etude de la végétation d'un site littoral sableux en voie de dégradation rapide à proximité d'Ajaccio (Corse) : le fond de l'anse de Minaccia. *Bull. Soc. Bot. Centre Ouest* N.S. 21 : 75-112. Royan.

PARADIS, G. & PIAZZA, C. - 1990 - Etude en 1988 d'une végétation menacée : celle des plages du fond de la baie de Cupabia (Nord du Golfe de Valinco, Corse). *Bull. Soc. Sc. Hist. Nat. de la Corse* 657 : 23-44. Bastia.

PARADIS, G. & PIAZZA, C. - 1991 - Contribution à l'étude de la végétation des dunes du site classé de l'Ostriconi (Corse). *Bull. Soc. Bot. Centre Ouest*, N.S. 22 : 149-182. Royan.

PARADIS, G. & PIAZZA, C. - 1992 - Description de la végétation littorale des parties sableuses et graveleuses du fond du Golfe de Lava (Corse). *Bull. Soc. Bot. Centre Ouest*, N.S. 23 : 111-137. Royan.

PARADIS, G. & PIAZZA, C. - 1992 - Description de trois associations nouvelles sur le littoral occidental de la Corse. *Coll. phytosoc.* 18 «Végétation littorale et Taxonomie», Bailleul 1989 : 179-192. Stuttgart.

PARADIS, G. & PIAZZA, C. - 1992 - Description phytosociologique et cartographique de la végétation littorale de deux sites dégradés du Golfe de Valinco (Corse) Campomoro et Tenutella. *Coll. phytosoc.* 19 «Végétation et qualité de l'Environnement côtier en Méditerranée», Cagliari 1989 : 341-370. Stuttgart.

PARADIS, G. & TOMASI, J.C. - 1991 - Aperçu phytosociologique et cartographique de la végétation littorale de Barcaggio (Cap Corse) : rochers, dunes, étangs et dépressions. *Doc. phytosoc.* N.S. 13 : 175-207. Camerino.

PIAZZA, C. & PARADIS, G. - 1988 - Etude de la végétation de la plage de Campitella (Golfe de Valinco, Corse). *Le Monde des Plantes* 432 : 3-8. Toulouse.

RIVAS-MARTÍNEZ, S., COSTA, M., CASTROVIEJO, S., VALDÈS, E. - 1980 - Vegetacion de Donana (Huelva, Espana) Lazaroa 2 : 5-189. Madrid.

ZEVACO, C. - 1966 - Sur la présence en Corse d'*Elatine macropoda* Guss. *Bull. Soc. Sc. Hist. Nat. Corse* 579 / 65-70. Bastia.

ZEVACO, C. - 1967 - Une association nouvelle pour le Sud de la Corse : l'*Hedysaro-Phagnaletum rupestris*. *Ann. Fac. Sci. Marseille* 39 : 211-218. Marseille.

ZEVACO, L. - 1969 - Etude phytosociologique des plages et des dunes des archipels des Lavezzi et des Cerbicales (Sud et Sud-Est de la Corse). *Ann. Fac. Sc. Marseille* 42 : 111-130. Marseille.

ECOLOGIA MEDITERRANEA XXI (1/2) 1995 : 165-168

The Maltese flora and conservation

Edwin LANFRANCO*

RÉSUMÉ

Les îles maltaises forment un petit archipel situé entre de la Sicile et l'Afrique du Nord. L'influence humaine sur l'environnement est importante du fait de la très forte densité de population sur l'île et de l'augmentation des surfaces construites (de 5% à 16% en 30 ans). La construction de routes et le développement des industries ont eu une grande influence en créant une pollution aérienne et en entraînant un fort drainage des eaux des îles, ce qui a eu pour conséquence l'appauvrissement de la flore.

Les lois visant spécifiquement à la protection de la flore et des ressources naturelles sont nouvelles pour Malte. Les législations les plus importantes sont l' «Environment Protection Act» (1991) et le «Development Planning Act» (1992). Elles ont permis la création de zones protégées. Une loi récente de 1993 permet la protection d'animaux et de plantes telles que *Palaeocyanus crassifolius, Hyoseris frutescens, Linaria pseudolaxiflora*. Malte a signé la convention de Washington et a accédé à celle de Berne.

MOTS-CLES : Iles maltaises, flore, conservation, influence humaine

SUMMARY

The Maltese Islands are a small archipelago between Sicily and North Africa. The human influence on the natural environment is here very important since the population density is the highest in Europe and built-up areas have increased from 5% to 16% in 30 years. Road-building and industries have a great influence by creating air-pollution and causing a drain on the island's water resources with a consequent impoverishment of the flora.

Legislation designed specifically to prrotect the flora and natural resources is new in Malta. The most important legislation are the Environment Protection Act (1991) and the Development Planning Act (1992). They have permitted the creation of protected areas. Arecent act of 1993 protects animals and plants such as *Palaeocyanus crassifolius, Hyoseris frutescens, Linaria pseudolaxiflora*. Malta signed the Washington convention and acceded to the Berne convention.

KEY WORDS : Maltese islands, flora, conservation, human influence

The Maltese Islands are a small archipelago (316 km^2) situated in the central Mediterranean at a distance of 96 km from Sicily and 290 km from North Africa. It consists of three main Islands : Malta (254.7 km^2), Gozo or *Ghawdex* (67.1 km^2) and Comino or *Kemmuna* (2.8 km^2) which are inhabited, together with several uninhabited islets of which the largest, in order of size, are St. Paul's Island or *Selmunett*, Cominotto or *Kemmunett*, Filfla and Fungus Rock or *Hagra tal-General*. Geologicaly, the Maltese Islands consist almost entirely of Oligo-Miocene limestones of marine origin with a few Quaternary deposits of terrestrial or riparian origin. The oldest and youngest of the Tertiary strata are hard coralline limestones between which the other, softer, strata are sandwiched. The highest point is 253 m above sea level. The average annual precipitation is 530 mm (mean for period 1951-1990) with considerable variation from year to year (extreme minimum for the period : 191.3 mm ; extreme maximum : 1031.3 mm). 85% of the rainfall precipitates between October and March (CHETCUTI *et al.*, 1992 ; SCHEMBRI, 1993).

*Department of Biology, University of Malta
MSIDA, MSD 06 MALTE

The vegetation is typical of warm, low-lying Central Mediterranean coastal situations with calcareous soils. Although there are indications that woods of *Quercus ilex* and *Pinus halepensis* used to exist, these are now reduced to small patches, the only wooded areas of any size being of recent origin. Maquis is still common along the bed of dry valleys, the rocky sides of water courses, sheltered hillsides and screes. Most of the Maltese maquis is of secondary origin and is dominated by *Ceratonia siliqua*, *Pistacia lentiscus* and a variety of other shrubs. Garigues, dominated by shrubs such as *Thymus capitatus*, *Erica multiflora*, *Anthyllis hermanniae*, *Euphorbia dendroides*, *Euphorbia melitensis*, *Teucrium fruticans* and others, are typical of the karstlands on the coralline limestones while steppes occur on all types of substrate. In addition there exist saline marshlands, coastal dunes and freshwater courses and springs. Rupestral communities are of particular relevance since they include mos endemic and other relict species.

The flora comprises some 1000 species of vascular plants of which about 700 are indigenous. Sixteen taxa (species or subspecies) are strict endemics. Two species, *Cremnophyton lanfrancoi* Brullo *et* Pavone (Chenopodiaceae) and *Palaeocyanus crassifolius* (Bertoloni) Dostál (Asteraceae) belong to monotypic genera. Other palaeoendemics include *Darniella melitensis* (Bochantzev) Brullo (Chenopodiaceae), *Chiliadenus bocconei* Brullo and *Hyoseris frutescens* Brullo *et* Pavone (both Asteraceae). Apart from strict endemics there are some Pelago-Maltese endemics such as *Linaria pseudolaxiflora* Lojacono, *Elatine gussonei* (Sommier) Brullo *et al.* and *Filago cossyrensis* Lojacono as well as the Hybleo-Maltese endemic *Desmazeria pignattii* Brullo *et* Pavone. The endemics are relatively few when one considers the size and relative isolation of the Maltese Islands and I strongly suspect that some taxa may have been lost during Malta's long history of intense human settlement. Nevertheless, in view of Malta's central position in the Mediterranean, the flora is of particular interest due to its affinities with the various parts of the Mediterranean area. Thus, species such as *Tamarix africana* and *Salix pedicellata* are western, *Tetraclinis articulata* is south-western, *Convolvulus oleifolius* is eastern while *Hypericum aegypticum*, *Periploca angustifolia and Crucianella rupestris* are essentially North African.

The Maltese Islands were settled around 8000 B.P. by an agricultural/pastoral society which had already achieved some degree of sophistication. RENFREW (1973) estimates a population of about 11,000 for the «temple period» (Fl. c. 5000 B.P.) ; the islands have been experiencing considerable anthropic pressure ever since. The total population of the Maltese Islands is 365,600 (end of September 1993) so that there is a population density of 1157/km^2 : the highest in Europe.

The high population density coupled with its relative affluence, creates considerable stress on the natural environment. The built-up area has increased from 5% in 1957 to 16% in 1985 according to the latest available official figures. A considerable proportion of the building industry is now geared to cater for an ever increasing tourist industry. In 1960, there were hardly 20,000 tourist arrivals while in 1991,1992 and 1993 over a million arrivals were registered. Most tourism-oriented developments are coastal. Over 160,000 cars were in circulation in 1993 as against 16,000 in 1957 and there are 1500 km of roads (1987 figures). These have now spread into hitherto inaccessible areas of the islands creating considerable disturbance due to pollution, dumping, commuting, into formerly undisturbed sites. Refuse disposal is one of the grave environmental problems ; the continuous accumulation of waste has given rise to several illegal dumping sites in several parts of the countryside with a consequent banalisation of the vegetation. This has also encouraged the spread of invasive alien species some of which, like *Oxalis pes-caprae*, *Aster squamatus and Ricinus communis*, readily invade relatively undisturbed habitats.

Bird trapping is still practiced on a considerable scale and this also is contributing towards the degradation of Malta's vegetation. Trappers clear large rectangular tracts of land in front of their hides in order to spread their nets and to place their cages of decoys. Some trappers also use herbicide and plant unsuitable trees such as eucalypts and acacias around their trapping sites to attract birds.

Reduction of tree cover, soil erosion, poor agricultural practices, increase in population, industrialisation and the numerous asphalted roads have created a considerable drain on the islands' water resources, a factor which has further contributed to the impoverishment of the vegetation. The *Red Data Book for the Maltese Islands* (LANFRANCO in Schembri & Sultana, 1989) classifies some fifty species of indigenous vascular plants as having become extinct.

The past two decades have seen a considerable diminution of agricultural and pastoral activities. Thus the number of goats and sheep has decreased drastically in favour of cattle, which are not grazed in the open. This has

resulted in some regeneration of the maquis with the consequence that some formerly uncommon shrubs such as *Rhamnus alaternus* and *Pistacia terebinthus* are spreading.

Legislation aimed specifically at protecting the flora and other natural resources is a novel development in Malta. Until very recently governments have been very slow to appreciate the need to protect our biodiversity, and it is thanks to pressure by several environmental NGOs that the authorities have been persuaded to act.

Some very limited legislation for the protection of the flora already existed during the rule of the Knights of the Order of St. John («Knights of Malta»). Thus a regulation promulgated during the reign of Grand Master De Rohan (1775-1797) prohibited the collection of *Ononis natrix* before the lapse of eight days following the feast of St. John the Baptist (i.e. the beginning of July) ; this plant was widely collected for firewood especially in Gozo. In the 1740s, during the reign of Grand Master Pinto, collection of *Cynomorium coccineum*, which in those days was highly valued because of its presumed medicinal properties, was severely controlled ; unauthorised collection could lead one to the galleys (LANFRANCO [G.], 1961) ! Other notable regulations relevant to plant protection are Government Notice No.85 of March 1932, which provides protection for *Thymus capitatus* [= *Coridothymus c., Thymbra capitata*] due to its importance to the Maltese honey industry. Government Notice No. 269 of 1933 protects a number of old trees including some populations of ancient *Quercus ilex* while Government Notice No.328 of 1949 provides protection to coniferous trees.

The most important current environmental legislations are the Environment Protection Act of 1991 and the Development Planning Act of 1992, this last being backed by a detailed *Structure Plan for the Maltese Islands*, meant to harmonise development with conservation. These two acts have permitted the enactment of legislation for the creation of reserves/protected areas and for the protection of species. Some sites are already officially declared reserves or sanctuaries. The islet of Filfla was declared a nature reserve in 1988 prior to the above mentioned legislation. From the botanical point of view the islet is most important because it harbours a large population of a giant *Allium* which is akin to *A. commutatum*. Two other islets, Fungus Rock (General's Rock ; *Hagret il-General, Gebla tal-General)* and Selmunett (St. Paul's Island ; *Gzejjer ta' San Pawl)* were declared Nature Reserves in 1992 and 1993 respectively. Fungus Rock supports a rupestral flora with a high proportion (about 36%) of Maltese endemics including *Cremnophyton lanfrancoi* and *Helichrysum melitense* as well as the so called «Malta Fungus» *Cynomorium coccineum* for which it is the classical site and to which the English name of the islet refers. Selmunett supports a relatively rich flora which includes *Parietaria cretica* for which it is the only known site in the Maltese Islands and the now-rare Pelago-Maltese endemic *Linaria pseudolaxiflora* (LANFRANCO, 1983). The saline marsh at Ghadira in Northern Malta is strictly protected and is managed as a bird-sanctuary. Other saline marshes at Marsaxlokk and Marsaskala in eastern Malta and Is-Simar in northern Malta are also earmarked for protection and are currently covered by bird-protection legislation. The Flora and Fauna Protection Regulations of 1993 provide for the protection of a number of plant and animal species, the former being *Enarthrocarpus pterocarpus, Palaeocyanus crassifolius, Helichrysum melitense, Hyoseris frutescens, Linaria pseudolaxiflora, Cremnophyton lanfrancoi, Tetraclinis articulata, Cynomorium coccineum* and the hepatics *Petalophyllum ralfsii* and *Riella helicophylla*. Malta is also signatory to the Washington (CITES) Convention which is locally covered by a legal notice on Trade in species of Flora and Fauna (1992), and the Ramsar Convention. Malta has also just ratified the Berne Convention. Protection of further sites and species is also being actively considered. In addition to legislation, the Maltese Government has also published the *Localities with conservation value in the Maltese Islands* (SCHEMBRI *et al.*, 1987), of which a thorough revision is currently in progress, and the *Red Data Book for the Maltese Islands* (Schembri and Sultana, eds. 1989).

ACKNOWLEDGEMENTS

I am indebted to Mr. Alfred E. BALDACCHINO of the Environment Secretariat in the Ministry for the Environment for his help on legislation, Prof. Patrick J. SCHEMBRI, Head of the Biology Department, University of Malta for critically reading the script and his helpful suggestions and Dr. Renzo PORSELLA FLORES for checking the *Codice De Rohan.*

REFERENCES

CHETCUTI, D., A. BUHAGIAR, P.J. SCHEMBRI and F. VENTURA (1992). *The climate of the Maltese Islands : A review.* Msida : Malta University Press. vi + 108 pp.

LANFRANCO, E. (1983). The flora of St. Paul's Island. *Potamon*, 11 : 23-31. Valletta : Society for the Study and Conservation of Nature.

LANFRANCO, E. (1989). The Flora. In *Red Data Book for the Maltese Islands*, eds. P.J. Schembri and J. Sultana : 5-70, Valletta : Department of Information.

LANFRANCO, G. (1961). *Cynomorium coccineum*, A Maltese historical plant. *Melita Historica*, 3 (1) : 53-70.

RENFREW, C. (1973). *Before Civilization.* London : Jonathan Cape. 292 pp.

SCHEMBRI, P.J. (1993). Physical geography and ecology of the Maltese Islands. In *Malta : Food, Agriculture, Fisheries and the Environment*, eds. S. Busuttil, F. Lerin and L. Mizzi. *Options Méditerranéennes*, Sér. B (7) : 27-39. Montpellier : CIHEAM.

SCHEMBRI, P.J. and E. LANFRANCO (1993). Development and the natural environment in the Maltese Islands. In *The Development Process in Small Island States*, eds. D.G. Lockhart, D. Drakakis-Smith and J. Schembri : 247 - 266, London and New York : Routledge.

SCHEMBRI, P.J., E. LANFRANCO, P. FARRUGIA, S. SCHEMBRI and J. SULTANA (1987) *Localities with conservation value in the Maltese Islands.* Floriana : Environment Division, Ministry of Education.

SCHEMBRI, P.J. and J. SULTANA, eds. (1989). *Red Data Book for the Maltese Islands.* Valletta : Department of Information, VIII + 142 pp.

ECOLOGIA MEDITERRANEA XXI (1/2) 1995 : 169-172

Bilan de l'état actuel de la conservation et des connaissances de la flore et végétation des îles Baléares

Lleonard LLORENS GARCIA*

RÉSUMÉ

Après avoir donné une description physique de l'archipel des Baléares et des deux groupes d'îles qui le compose, l'auteur fait le point sur la situation actuelle des types de végétation présents sur les îles : forêt d'altitude, bois sclérophylles et maquis, flore rupicole et flore hygrophile. Un bilan de la progression des connaissances est ensuite réalisé avant de conclure sur la nécessité de continuer les actions en faveur de la conservation et de la connaissance de la flore des îles Baléares.

MOTS-CLES : flore, îles Baléares, conservation

SUMMARY

After a physical (?) description of the Balearic islands and the two groups of islands that compose the archipelagos, the author review the present situation of the different vegetation groups existiong on the islands : altitude forest, sclerophyllous woods and scrub, (?). A review of the improvement of the knowledge is then given before concluding about the necessity to continue actions for conservation and knowledge of the Balearic flora.

KEY WORDS : flora, Balearic islands, conservation

Considérations initiales

L'archipel des Baléares est composé d'une série d'îles et d'îlots de différentes dimensions. Les trois îles principales de Majorque, Minorque et Eivissa regroupent à elles seules près de 98 pour cent de la superficie totale d'environ 6000 km^2.

Majorque est la plus grande île, avec 3640 km^2. Elle est dotée d'une chaîne de montagnes tout le long de son littoral Nord-Ouest, comportant des reliefs jeunes importants avec des pics dépassant 1000 mètres d'altitude ; le Puig Major, culmine à 1445 mètres d'altitude et est situé à environ 4 kilomètres de la mer. Une des principales valeurs du paysage qui en découle est la grande diversité de milieux. Concernant les autres îles, comme Eivissa par exemple, une superficie plus réduite et des reliefs montagneux de moindre importance entraînent une plus grande uniformité du paysage.

La flore des îles, composée d'environ 1400 espèces, n'est pas pauvre ; l'élément méditerranéen y est prédominant. Le niveau d'endémisme, de niveau infraspécifique, s'établit autour de 7 pour cent. Cet élément endémique se rencontre principalement sur le littoral et en montagne. Bien que l'endémisme par conservation ne soit pas rare (*Hypericum balearicum, Pimpinella bicknellii, Viola jaubertiana*, etc.), il convient de souligner l'abondance, la capacité d'évolution et la vitalité de l'endémisme par création. L'apparition de l'homme aux Baléares étant relativement récente (environ 6000 ans), elle pourrait expliquer l'évolution particulière de sa végétation.

Les Baléares ne sont pas uniformes d'un point de vue biogéographique malgré le peu de distance qui sépare les différentes îles. En fait, nous pouvons les regrouper en deux ensembles :

*Universats de les Illes Balears, Palma de Mallorca

d'une part les Pitiuses ou Baléares occidentales comprenant Eivissa, Formentera et les îlots voisins, d'autre part les Gimnèses ou Baléares orientales, comprenant Majorque, Minorque et les îlots adjacents. Aussi bien au niveau de la flore qu'au niveau de la végétation les Pitiuses présentent une nette ressemblance avec quelques zones voisines de la Péninsule Ibérique située à environ 80 kilomètres de distance. Cette ressemblance se traduit par la présence de diverses espèces communes, introuvables dans le reste de l'Archipel, comme par exemple *Chaenorrhinum origanifolium* subsp. *crassifolium*, *Carduncellus dianius*, *Silene hifacensis*, *Thymus inodorus*, etc. Concernant les Gimnèses, au contraire, la présence de divers taxons comme les espèces tyrrhéniennes (*Arenaria balearica, Bellium bellidioides, Cymbalaria aequitriloba, Naufraga balearica, Sesleria insularis*, etc.) permettent de souligner une plus grande ressemblance de la flore ainsi que de la végétation avec celles des zones plus orientales du bassin méditerranéen (Corse, Sardaigne, etc.). Cette ressemblance constitue un argument incontestable en faveur de l'existence de relations anciennes entre ces territoires.

Commentaires sur la situation actuelle de quelques types de végétation et flore

La forêt montagnarde (d'altitude)

Les bosquets d'ifs, de houx et d'érables sont assez rares. Ils peuvent être observés dans des endroits protégés, sur des roches escarpées, ou réduits à des petites zones très concrètes situées dans les montagnes de la Serra de Tramuntana de l'île de Majorque. Il est certain que les conditions climatiques actuelles ne sont pas du tout propices au développement de tels bois et bosquets, ce qui leur confère un véritable caractère de relique. De plus, dans les zones pouvant être considérées comme propices, les incendies -dans le but de favoriser le développement de *Ampelodesmos mauritanica*- et le pâturage des troupeaux éliminent leurs rares possibilités de prospérer. Soumises à de telles conditions, les espèces qui pourraient composer ces forêts montagnardes comme *Acer granatense*, *Ilex aquifolium*, *Taxus baccata*, *Sorbus aria*, ou les endémiques comme *Amelanchier ovalis* subsp. *comafrendesis*, *Helleborus foetidus* var. *balearicus*, *Lonicera pyrenaica* var. *majoricensis* ou *Primula acaulis* subsp. *balearica*, se trouvent disséminées en populations peu ou non structurées ; celles-ci vieillissent progressivement, la majeure partie de leurs pousses n'atteignant jamais l'âge adulte.

Les bois sclérophylles et maquis

La plupart des bois et maquis des Baléares (chênaies, pinèdes, garrigues, etc.) ne sont pas exempts d'originalité, bien qu'ils soient principalement composés de taxons de répartition méditerranéenne (*Quercus ilex, Pinus halepensis, Pistacia lentiscus, Rhamnus alaternus, Phillyrea* sp.pl., *Olea europaea, Myrtus communis, Erica multiflora, E. scoparia* et *E. arborea, Juniperus* sp.pl., *Calicotome* sp.pl., *Cistus* sp.pl., etc.). Cette originalité est déterminée aussi bien par le caractère que leur confère les groupements de quelques espèces, comme les buxaies de *Buxus balearica*, que par l'abondance, dans les maquis, d'espèces singulières comme *Arum muscivorum*, *A. pictum*, *Cneorum tricoccon* ou *Chamaerops humilis*. Néanmoins, la composante endémique ou microaréale y est très faible et seuls quelques taxons en font partie, comme *Genista lucida*, *Genista majorica*, *Rhamnus ludovici-salvatoris* ou *Rubia angustifolia*.

La substitution du charbon végétal par d'autres types de combustible et la dépréciation des bois locaux jouèrent en faveur du développement des masses forestières (excepté pour les forêts de chêne vert). Cependant la faible rentabilité de ces masses forestières, accompagnée de traitements inadéquats des sous-bois et d'une urbanisation croissante, favorise leur destruction, que ce soit par la prolifération d'incendies destinés à la transformation des terrains en pâturages -malgré une rentabilité faible-, ou par la détérioration de son caractère original suite à l'introduction d'espèces banales ou étrangères. Nous pouvons observer une réduction progressive des populations de certaines espèces, qui résistent très peu ou pas du tout aux incendies, comme *Rhamnus ludovici-salvatoris* ou *Genista majorica*.

Les garrigues à végétation en coussinet et la flore rupicole

Dans l'ensemble, les plus importants niveaux de singularité se situent au niveau de la flore des garrigues pulvinaires et des colonies rupicoles. Plus de 75 pour cent de la centaine d'espèces et de sous-espèces endémiques, sans compter celles du genre *Limonium*, se sont fixées dans ces habitats.

Les espèces strictement rupicoles des différentes îles ne semblent pas être soumises à la menace directe de facteurs spécifiques, à l'exception de l'appauvrissement biotique des zones voisines -qui provoque une diminution du nom-

bre des pollinisateurs-, des conséquences d'incendies -qui ont provoqué la disparition d'un certain nombre de colonies d'espèces d'une grande rareté comme *Thymelaea tartonraira-*, des urbanisations (falaises des Pitiuses) ou même d'un possible ramassage en masse, comme c'est le cas pour *Naufraga balearica* ou *Brimeura amethystina*.

Les Gimnèses, où les vents du Nord et du Nord-Ouest ont une grande importance, possèdent une végétation chaméphytique singulière. Celle-ci, pouvant s'établir à différentes altitudes, se trouve de préférence dans les zones de montagne où le vent, l'érosion et le pâturage sont d'importants éléments conditionnels, ce qui explique sa situation préférentielle dans les zones culminales. Elle peut également se trouver dans des zones présentant d'importants effets de karstification ou sur le littoral, où elle forme des bandes de végétation moins halophiles que les colonies pulvinaires de *Limonium* et plus aérotolérantes que les garrigues immédiates. Dans les deux cas la composante endémique, bien souvent supérieure à 60 pour cent, se distingue par une nette prédominance des endémismes de création sur les endémismes de conservation. Dans les zones de montagne, elle se comporte comme une végétation permanente et souvent comme une végétation de substitution. La majorité des espèces jouit d'une grande vitalité malgré l'excès de pâturages -c'est le cas pour Ligusticum huteri par exemple- et malgré l'utilisation inadéquate du feu. Ces facteurs peuvent porter préjudice à diverses espèces comme *Helianthemum apenninum* var. *roseum*, *Hypericum balearicum* ou *Genista acanthoclada* subsp. *fasciculata*, soit par la diminution des pollinisateurs qui entraîne une diminution du flux génétique, soit parce que ces facteurs sont simplement très mal tolérés.

Le problème concernant la flore du littoral est plus grand encore. Dans la majorité des communes, le critère qui a prévalu à la mise en oeuvre des établissements urbains fut celui de favoriser une spéculation aberrante. La majeure partie des colonies végétales qui ont, pour le moment, réussi à survivre à cette pression, l'ont fait grâce au hasard et non grâce à l'existence de plans de conservation. Il n'est pas surprenant, par conséquent, que de nombreux exemples caractéristiques de cette flore du littoral aient perdu ou soient sur le point de perdre une partie de leur population dû à la destruction de leur habitat ; c'est le cas pour *Dorycnium pentaphyllum* subsp. *fulgurans*, *Helichrysum microphyllum*, *Launaea cervicornis* ou *Thymelaea velutina*.

Autres types de flore littorale

La flore hygrophile

S'il est évident que la situation de la végétation pulvinaire littorale est problématique, il en est de même pour le reste de la flore littorale, en particulier celle des dunes et marais salants. Nous nous trouvons ainsi face à des situations extrêmes, à l'exemple de *Otanthus maritimus* -disparu à Majorque-, *Echinophora spinosa*, *Euphorbia peplis*, *Helianthemum origanifolium* subsp. *serrae*, *Limonium majoricum* -dont presque toutes les colonies ont été décimées-, *Limonium boirae* ou *L. barceloi*, dont il ne subsiste qu'une petite colonie naturelle et qui, en plus d'avoir perdu une grande partie de sa diversité, se trouve en danger imminent d'extinction dans le milieu naturel des Baléares.

Malgré tout, il faut signaler quelques exceptions comme celle des îlots -archipel de Cabrera inclus (Parc national)-, qui ont un statut particulier de conservation.

La flore hygrophile, déjà considérée comme pauvre aux Baléares, est un autre des groupes végétaux qui furent privés -sauf dans les zones protégées comme l'Albufera d'Alcudia- d'une grande partie de leur habitat naturel, provoquant la diminution des colonies de diverses espèces de ce type. Ce fait est particulièrement critique dans la moitié Sud de Majorque et d'Ibiza.

L'état actuel des connaissances. Etat d'avancement et projets

D'un point de vue historique, les connaissances naturalistes des îles Baléares ont très peu évolué et présentent bien souvent un certain air colonial. A quelques exceptions près, (Barceló, Bolòs, Rivas, Rodriguez, etc.), un bon nombre d'approches de la flore et de la végétation de l'archipel des Baléares furent réalisées par des scientifiques qui visitèrent les îles de façon sporadique. Sans diminuer leur valeur et leur mérite (Cambessedes, Knoche, Duvigneaud, etc.), on peut dire que l'absence presque totale de centres de recherche et de diffusion de l'information sur les îles des Baléares a favorisé cette situation. La création récente d'une université et le développement de jardins botaniques comme celui de Sóller, appuyés par l'action positive de quelques groupes d'amoureux de la Nature comme le GOB (?) ou la SHNIB (?), ont amélioré la situation mais de manière encore insuffisante.

Aujourd'hui, malgré le besoin de révision de quelques groupes taxonomiques, on peut dire que les connaissances concernant la flore ont relativement bien avancé, ainsi que le montre la «Flora dels Països Catalans» de BOLOS et VIGO et les volumes édités par «Flora Ibérica». Certaines études monographiques, comme celles réalisées par ROSSELLO sur les Ptéridophytes, ont actualisé certains groupes taxonomiques. CARDONA et CONTANDRIOPOULOS ont apporté beaucoup pour la connaissance de l'endémisme en se basant avant tout sur la cytotaxonomie ; récemment, MUS a mené plus loin ses recherches dans la taxonomie et l'évolution des espèces endémiques. Plus en retard, les aspects relatifs à la chorologie et à la diversité génétique sont actuellement étudiés sous diverses approches par RITA et BIBILONI à Cabrera, Minorque et les îlots de l'archipel, au Jardin Botanique de Sóller et à l'Université des îles Baléares pour la chorologie, et à l'Université de Valence pour la diversité génétique. Il convient en outre de mentionner de façon spéciale les recherches effectuées par TEBAR et GIL concernant le champ de la biologie reproductive, autant pour les innovations et les nouvelles perspectives qu'elles apportent que pour leur importance dans le cadre de la Biologie de la Conservation. Ces auteurs ont traité à ce jour plus de quarante taxons dont la majeure partie est endémique.

Le développement d'actions diverses en faveur de la conservation, de la récupération et de la classification rationnelle des espaces nous permet de confirmer, sur une base phytosociologique, une progression dans le traitement et la connaissance de la flore et de la végétation des îles, avant tout en ce qui concerne leur fonctionnement, leur évolution et leur conservation. A titre d'exemple, nous pouvons citer la création d'une banque de germoplasme au Jardin Botanique de Sóller, le programme de réintroduction de *Lysimachia minoricensis* -disparue à l'état naturel- et le développement des programmes de mise en oeuvre de la directive «Habitat» afin de créer le Réseau «Natura 2000» de la C.E.E. Néanmoins, il nous manque encore plusieurs programmes pour arriver à un niveau de connaissance souhaitable, surtout en ce qui concerne les connaissances qui permettraient de mieux mettre en rapport l'archipel des Baléares avec le reste du bassin méditerranéen.

ECOLOGIA MEDITERRANEA XXI (1/2) 1995 : 173-184

Connaissance et conservation de la flore de l'île de Crète

Bertrand de MONTMOLLIN* et Grigoris A. IATROU**

RÉSUMÉ

Les connaissances scientifiques relatives à la flore spontanée de la Crète sont actuellement relativement satisfaisantes. Elles devraient être complétées dans les domaines des exigences écologiques des espèces et du fonctionnement des écosystèmes. Les listes rouges des plantes menacées mériteraient d'être corrigées et actualisées. Les milieux naturels crétois subissent depuis très longtemps des atteintes dues aux activités humaines qui mettent en danger la survie d'espèces rares ou menacées, souvent endémiques de l'île. La détermination des zones à protéger et l'élaboration de plans de gestion est urgente.

MOTS-CLES : Crète, flore, conservation, menaces, endémisme

ABSTRACT

The flora of Crete is now rather well known. The knowledges should be completed with datas about the ecological claims of the taxa and about the ecosystems. The Red lists of threatened plants of Crete should be corrected and actualised. The cretan natural habitats are threats for a long time by human activities which endanger the survival of rare and endemic plants of the island. The planification and the gestion of protected areas is urgent.

KEYWORDS : Crete, flora, conservation, threat, endemism

INTRODUCTION

Localisation

D'une superficie de 8700 km^2, la Crète est la cinquième en taille des îles de la Méditerranée. Elle occupe une position centrale dans le bassin méditerranéen oriental, entre la Grèce, la Turquie et la Libye. Les côtes continentales les plus proches sont celles du Péloponnèse, distantes d'une centaine de kilomètres.

La Crète est le maillon central d'une chaîne d'îles reliant le Péloponnèse à l'Anatolie et formant le domaine biogéographique sud-égéen. Le groupe d'îles formé par la Crète, Karpathos, Kasos et Saria constitue un des territoires floristiques définis dans Flora Europaea (TUTIN *& al.*, 1964-1980) et repris dans Med-Checklist (GREUTER *& al.*, 1984, 1986, 1989). Dans cette publication, le terme Crète sera utilisé pour l'île de Crète et les îlots qui l'entourent (en particulier Gramvousa, Gavdos, Dia, Paximadia, Gaidouronisi, Koufonisi, Elasa et les Dionisiades) tandis que le qualificatif domaine crétois s'appliquera au domaine défini dans Flora Europaea.

Morphologie

La topographie de l'île est très montagneuse, on y trouve quatre massifs principaux, avec d'est en ouest : les Levka Ori (2452 m), le massif du Psiloritis (2456 m), le Dikte (2148 m) et l'Afendi Kavousi (1476 m).

La nature du substratum rocheux de l'île est essentiellement calcaire avec, par endroits, d'importantes zones couvertes de sédiments néogènes. Le relief est fortement marqué par le karst et présente de nombreuses et profondes gorges, des falaises, ainsi que des dépressions fermées (dolines, poljés) au fond desquelles se sont accumulées des argiles de décalcification.

* Institut de Botanique de l'Université, Neuchâtel, Suisse
** Botanical Institute of the University, Patras, Greece

Le réseau hydrographique étant principalement souterrain, il n'y a quasiment pas de cours d'eau permanent sur l'île.

Paléogéographie

La région crétoise est restée isolée du continent depuis le Pliocène, il y a 5 millions d'années, tout d'abord sous la forme de plusieurs îles correspondant à peu près aux quatre massifs montagneux actuels, puis sous sa forme contemporaine. La Crète est ainsi restée à l'abri des grands bouleversements induits sur le continent par les glaciations et a pu conserver une flore relictuelle remarquable et partiellement endémique.

BILAN DES CONNAISSANCES FLORISTIQUES

L'étude de la flore crétoise a véritablement commencé au début du XVIII^{e} siècle, avec les voyages de Tournefort. Elle s'est développée pendant le XIX^{e} avec les recherches plus systématiques de Sieber, Smith, Raulin, Heldreich et Boissier. Pendant la première moitié du XX^{e} siècle, la Crète a été visitée par Baldacci, Dörfler et Halacsy alors que Gandoger publiait la première Flora Cretica en 1916.

Le début de la deuxième moitié du XX^{e} siècle a été marqué par les nombreux travaux de Rechinger, en particulier la réalisation de Flora Aegea qui englobe la Crète (RECHINGER, 1943). Ses travaux ont été repris et considérablement développés par Greuter et ses élèves à Genève puis à Berlin (GREUTER, 1973 ; GREUTER *& al.*, 1984a & b, 1985). J. ZAFFRAN de Marseille a apporté une importante contribution aux connaissances floristiques et surtout phytosociologiques de la Crète (ZAFFRAN, 1976, 1982). La flore des montagnes crétoises a été incluse dans le Mountain flora of Greece de Strid (STRID, 1986 ; STRID & TAN, 1991). Un catalogue floristique de la flore crétoise a été publié en 1986 par Barclay (BARCLAY, 1986). Il a été par la suite repris et développé par Turland, Chilton & Press, pour aboutir à un catalogue annoté et un atlas intitulé Flora of the Cretan area publié très récemment (TURLAND *& al.*, 1993).

Parallèlement, de nombreux travaux de biosystématique, de cytotaxonomie ou de phytosociologie ont été réalisés dans le domaine sud-égéen et en particulier en Crète. Les travaux traitant spécifiquement de l'écologie de la flore crétoise ont été par contre peu nombreux.

Différentes études sur la flore crétoise sont actuellement en cours de réalisation, notamment par des botanistes grecs. On peut en particulier citer les travaux de l'Institut de Botanique de l'Université de Patras consacrés aux chasmophytes, à la flore et à la végétation des îlots, à la flore des littoraux sablonneux ainsi qu'à l'établissement d'un Livre rouge sur la flore grecque menacée, dont quelques éléments concerneront également la Crète. Les botanistes crétois ont des programmes de recherche sur les plantes aromatiques et médicinales ainsi que sur la désertification des zones sommitales des Levka Ori.

On peut dès lors considérer qu'une première étape a été franchie dans la connaissance de la flore crétoise. Toutes les régions de Crète semblent avoir été explorées de manière assez systématique et le catalogue floristique de l'île ne devrait pas subir de modifications importantes quant au nombre de taxons qu'il contient, tout au moins en ce qui concerne la flore spontanée. La distribution dans les différentes régions de l'île de nombreux taxons commence à être relativement bien connue, en particulier celle des orophytes, des chasmophytes et plus généralement des taxons endémiques. Malheureusement, la totalité de ces données n'est pas encore accessible sous une forme synthétique et exhaustive.

Dans une deuxième étape, il faudrait notamment s'efforcer de préciser de manière plus fine la distribution des taxons endémiques, rares ou menacés, en mettant sur pied, par exemple, un inventaire permanent centralisé de la flore crétoise. Parallèlement, les exigences écologiques de nombreuses espèces devraient être déterminées, dans le but premier de préserver les biotopes qui les abritent et d'éviter de commettre des erreurs dans la gestion des écosystèmes.

CARACTÉRISTIQUES DE LA FLORE CRETOISE

Origine

La flore vasculaire de la Crète comprend environ 1820 taxons de rang spécifique ou subspécifique. Un grand nombre de ceux-ci ont été directement ou indirectement introduits ou favorisés par l'homme. On estime généralement que la proportion de ces antropophytes pourrait s'élever jusqu'à un quart de la flore actuelle, soit environ 450 taxons.

L'élément relictuel datant du tertiaire est bien représenté. L'isolement de la Crète a certainement largement contribué à sa conservation sans que, dans la majorité des cas, cet isolement ait favorisé une spéciation ultérieure.

Cependant, dans un certain nombre de cas, il semble que l'on puisse mettre en évidence une différentiation verticale, des taxons de basse altitude ayant donné naissance à des taxons de montagne (GREUTER, 1972). Dans d'autres cas, des populations isolées dans différentes parties de l'île, souvent des chasmophytes, se sont différenciées au niveau infraspécifique, voire spécifique.

Végétation

La végétation actuelle de la Crète est profondément marquée par les activités humaines. En effet, depuis le Néolithique, l'île a été le théâtre d'une succession ininterrompue de civilisations, parfois florissantes, avec comme corollaire des modifications importantes des écosystèmes originels. Ces modifications sont essentiellement dues aux pratiques agricoles (cultures en plaine, élevage en montagne), à la déforestation et à l'urbanisation, en particulier sur le littoral.

Les forêts sont peu abondantes, seuls quelques massifs forestiers clairsemés subsistent dans des régions reculées ou peu accessibles. Partout ailleurs, la forêt qui s'élevait jusqu'à une altitude d'environ 1600 m a dû laisser la place aux cultures ainsi qu'à des formations secondaires comme la garrigue ou la phrygana. Ces formations comprennent une proportion importante de xérophytes épineux et de plantes toxiques ou inappétantes pour le bétail. Dans les régions les plus arides, en particulier dans le sud-ouest de l'île, se trouve une végétation aux affinités subsahariennes.

Au dessus de 1500 m, la végétation a des caractéristique nettement orophiles. Les vents tempétueux empêchent les arbres de dépasser l'altitude de 1500 m au nord et de 1800 m au sud. La couverture neigeuse est parfois importante et peut subsister jusqu'à l'arrière printemps, ménageant ainsi des zones temporairement plus humides. La végétation est le plus souvent éparse et les sols très minces et rocailleux. Elle est essentiellement composée de xérophytes épineux en coussinets ainsi que de plantes de rocailles ou d'éboulis. Les nombreuses dolines hébergent une flore particulière et caractéristique qui a été récemment étudiée en détail par EGLI (1993). Une forte proportion des orophytes est constituée d'endémiques qui sont parfois très rares et localisés. STRID (1993) estime que 35% des orophytes de Crète sont endémiques de l'île (77 taxons sur 217). Les gorges et falaises de Crète sont colonisées par des chasmophytes appartenant le plus souvent à l'élément relictuel et endémique de la flore, sans qu'il soit toujours possible de savoir s'il s'agit de chasmophytes obligatoires, ou d'espèces à plus vaste amplitude écologique, réfugiées dans les seuls milieux de l'île restés intacts et hors de portée du bétail. La variété des expositions et des altitudes de ces falaises offre dans toute l'île une grande diversité d'habitats, ce qui a permis la conservation d'une flore d'une richesse exceptionnelle avec, entre autres, *Lomelosia albocincta* et *L. minoana, Helichrysum heldreichii* ou le groupe de *Dianthus juniperinus* qui ne compte pas moins de 7 sous-espèces, chacune endémique d'un groupe particulier de falaises disséminées dans l'île. Plusieurs de ces endémiques sont extrêmement localisés *(Thymbra calostachya, Bupleurum kakiskalae, Convolvulus argyrothamnos).*

Les régions littorales (rocheuses ou sablonneuses) sont restées longtemps peu bouleversées par les activités humaines. Elles comprennent également un nombre appréciable d'espèces relictuelles ou endémiques, comme par exemple *Phoenix theophrasti, Carlina diae* ou *Anthemis glaberrima.*

Endémisme

Le nombre de taxons de rang spécifique ou subspécifique endémiques de Crète est de 180, ce qui correspond à peu près à 10% de la flore totale, anthropophytes compris. Ces endémiques crétois figurent dans le tableau 1. Le nombre total d'endémiques du domaine crétois est de 205.

La moitié des endémiques crétois peut se rencontrer au dessus de 1500 m d'altitude, que ceux-ci soient strictement orophiles (22%) ou qu'ils aient une amplitude écologique plus large (28%).

Leur répartition dans l'île est très diverse. Si l'on partage la Crète en 3 parties (ouest, centre, est), on constate que 42% des endémiques ne se trouvent que dans une seule de ces trois parties (endémiques régionales), tandis que 26% se trouvent dans deux régions et 32% dans les trois (endémiques plurirégionales). C'est la Crète occidentale qui est la plus riche en endémiques régionales (40), principalement en raison de l'importance du massif des Levka Ori et de la diversité de ses biotopes.

Certains endémiques sont localisés dans un seul massif montagneux. Le massif des Levka Ori en compte 22, le Psiloritis 8, le Dikte 10 et l'Afendi Kavousi 6.

Si un certain nombre d'endémiques sont abondants et largement répartis dans l'île *(Centaurea idaea, Ebenus cretica* ou *Phlomis*

Tableau 1
Liste des endémiques de Crète *(sensu stricto)*

TAXON	Statut de protection : Liste rouge Europe	Convention de Berne	Directive habitat
ASPLENIACEAE			
Asplenium creticum Lovis, Reichst. & Zaffran	rare		
ASCLEPIADACEAE			
Vincetoxicum creticum Browicz	rare		
BORAGINACEAE			
Alkanna sieberi DC.	rare		
Anchusa caespitosa Lam.	rare		
Cynoglossum sphacioticum Boiss. & Heldr.	rare		
Myosotis solange Greuter & Zaffran			
CAMPANULACEAE			
Campanula cretica (A.DC.) D.Dietr.	rare		
Campanula creutzburgii Greuter	rare		
Campanula hierapetrae Rech. f.	rare		
Campanula jacquinii (Sieber) A.DC.	rare		
Campanula pelviformis Lam.			
Campanula saxatilis L.			
subsp. saxatilis	rare		
Campanula spatulata Sm.			
subsp. filicaulis (Halàcsy) Phitos			
Campanula tubulosa Lam.			
Petromarula pinnata (L.) A.DC.			
Solenopsis minuta (L.) C.Presl.			
subsp. annua Greuter, Matthäs & Risse			
CARYOPHYLLACEAE			
Bolanthus creutzburgii Greuter	rare		
Bufonia stricta (Sm.) Gürke			
subsp. cecconiana (Bald.) Rech.f			
Cerastium brachypetalum Pers.			
subsp. doerfleri (Halàcsy) P.D. Sell & Whitehead			
Cerastium scaposum Boiss. & Heldr.			
Dianthus fruticosus L.			
subsp. creticus (Tausch.) Runemark	rare		
subsp. sitiacus Runemark			
Dianthus juniperinus Sm.			
subsp. aciphyllus (Sieber) Turland	rare		
subsp. bauhinorum (Greuter) Turland			
subsp. heldreichii Greuter			
subsp. idaeus Turland			
subsp. juniperinus	rare		
subsp. kavusicus Turland			
subsp. pulviniformis (Greuter) Turland	vulnérable		
Dianthus sphacioticus Boiss. & Heldr.	rare		
Dianthus xylorrhizusBoiss. & Heldr.	statut indéterminé		
Herniaria parnassica Heldr. & Sart.			
subsp. cretica Chaudhri			
Minuartia wettsteinii Mattf.	rare		
Petrorhagia candica P.W.Ball & Heywood			
Petrorhagia dianthoides (Sm.) P.W.Ball & Heywood	rare		
Silene ammophila Boiss. & Heldr.			
subsp. ammophila	rare		
Silene antri-jovis Greuter & Burdet			
Silene integripetala Bory & Chaub.			
subsp. greuteri (Phitos) Akeroyd			
Silene multicaulis Guss.			
subsp. cretica Melzh.			
Silene pinetorum Boiss. & Heldr.	rare		
Silene sieberi Fenzl.			
Silene thessalonica Boiss. & Heldr.			
subsp. dictaea (Rech.f.) Melzh.	rare		
Silene variegata (Desf.) Boiss. & Heldr.			
Telephium imperati L.			
subsp. pauciflorum (Greuter) Greuter & Burdet			

COMPOSITAE			
Anthemis abrotanifolia (Willd.) Guss.	rare		
Anthemis filicaulis (Boiss. & Heldr.) Greuter	rare		
Anthemis glaberrima (Rech.f.) Greuter	en danger	oui	conservation prioritaire
Anthemis tomentella Greuter			
Carlina corymbosa L.			
subsp. curetum (Heldr.) Rech.f.			
Carlina diae (Rech.f.) Meusel & Kästner	vulnérable	oui	
Centaurea baldacci Degen	vulnérable		
Centaurea idaea Boiss. & Heldr.			
Centaurea lancifolia Sieber	vulnérable	oui	protection stricte
Centaurea poculatoris Greuter	vulnérable		
Centaurea redempta Heldr.	rare		
Centaurea spruneri Boiss. & Heldr.			
subsp. minoa (Heldr. ex Boiss.) Dostal	rare		
Cirsium creticum (Lam.) d'Urv.			
subsp. dictaeum Greuter, Matthäs & Risse			
Cirsium morinifolium Boiss. & Heldr.	rare		
Crepis auriculifolia Sieber	rare		
Crepis sibthorpiana Boiss. & Heldr.	rare		
Helichrysum doerfleri Rech.f.	rare		
Helichrysum heldreichii Boiss.	rare		
Hypochaeris tenuiflora (Boiss.) Boiss.	rare		
Inula pseudolimonella (Rech.f.) Rech.f.	rare		
Onopordon bracteatum Boiss. & Heldr.			
subsp. creticum Franco			
Phagnalon pygmaeum (Sieber) Greuter			
Scariola alpestris (Gand.) Greuter, Matthäs & Risse			
Scorzonera mollis M.Bieb.			
subsp. idaea (Gand.) Lack	rare		
Senecio fruticulosus Sm.	rare		
Serratula cichoracea (L.) DC.			
subsp. cretica Turrill			
Staehelina petiolata (L.) Hilliard & B.L.Burtt			
Tragopogon lassithicus Rech.f.	rare		
CONVOLVULACEAE			
Convolvulus argyrothamnos Greuter	en danger	oui	conservation prioritaire
Cuscuta atrans Feinbrun	statut indéterminé		
CRUCIFERAE			
Alyssum fragillimum (Bald.) Rech.f.	rare		
Alyssum idaeum Boiss. & Heldr.	rare		
Alyssum lassiticum Halàcsy	rare		
Alyssum sphacioticum Boiss. & Heldr.	rare		
Arabis cretica Boiss. & Heldr.			
Draba cretica Boiss. & Heldr.			
Erysimum creticum Boiss. & Heldr.			
Erysimum mutabile Boiss. & Heldr.			
Erysimum raulini Boiss.			
Ricotia cretica Boiss. & Heldr.			
Thlaspi creticum (Degen & Jàv.) Greuter & Burdet			
Thlaspi zaffranii (F.K.Meyer) Greuter & Burdet			
DIPSACACEAE			
Lomelosia albocincta (Greuter) Greuter & Burdet	rare		
Lomelosia minoana (P.H.Davis) Greuter & Burdet			
subsp. asterusica (Greuter) Greuter & Burdet	rare		
subsp. minoana	rare		
Lomelosia sphaciotica (Roem. & Schult.) Greuter			
EUPHORBIACEAE			
Euphorbia rechingeri Greuter	rare		
Euphorbia sultan-hassei Str., Ben., Bot., Eng. & Gust.			
GUTTIFERAE			
Hypericum aciferum (Greuter) N.Robson	en danger	oui	conservation prioritaire
Hypericum amblycalyx Coustur. & Gand.	rare		
Hypericum empetrifolium Willd.			
subsp. oliganthum (Rech.f.) I.Hagemann			
subsp. tortuosum (Rech.f.) I.Hagemann			
Hypericum jovis Greuter	vulnérable		
Hypericum kelleri Bald.	rare		
Hypericum trichocaulon Boiss. & Heldr.			
LABIATAE			
Nepeta sphaciotica P.H. Davis	en danger	oui	conservation prioritaire
Origanum dictamnus L.	vulnérable	oui	conservation

Origanum microphyllum (Benth.) Vogel			
Phlomis lanata Willd.			
Prunella cretensis Gand.	rare		
Satureja candica Greuter & Burdet	rare		
Satureja cretica (L.) Briq.	rare		
Scutellaria hirta Sm.			
Scutellaria sieberi Benth.			
Sideritis syriaca L. subsp. syriaca			
Teucrium alpestre Sm.			
Teucrium cuneifolium Sm.	rare		
Thymbra calostachya (Rech.f.) Rech.f.	rare		
LEGUMINOSAE			
Astracantha cretica (Lam.) Podlech			
Astragalus idaeus Bunge	rare		
Astragalus nummularius Lam.	rare		
Ebenus cretica L.			
Lathyrus neurolobus Boiss. & Heldr.	rare		
Medicago strasseri Greuter, Matthäs & Risse			
Onobrychis sphaciotica Greuter	rare		
Ononis verae Sirj.			
Securigera globosa (Lam.) Lassen			
PAPAVERACEAE			
Corydalis uniflora (Sieber) Nyman			
PLUMBAGINACEAE			
Limonium hierapetrae Rech.f.			
POLYGONACEAE			
Polygonum idaeum Hayek			
RANUNCULACEAE			
Clematis elisabethae-carolae Greuter	vulnérable		
Ranunculus radinotrichus Greuter & Strid			
ROSACEAE			
Sanguisorba cretica Hayek	rare		
RUBIACEAE			
Asperula crassula Greuter & Zaffran			
Asperula idaea Halàcsy			
Asperula pubescens (Willd.) Ehrend. & Schönb.-Tem.			
Asperula rigida Sm.			
Galium extensum Krendl.			
Galium fruticosum Willd.			
Galium graecum L. subsp. pseudocanum Ehrend.			
Galium incanum Sm. subsp. creticum Ehrend.			
Galium incrassatum Halàcsy	statut indéterminé		
Galium incurvum Sm.			
SCROPHULARIACEAE			
Chaenorrhinum idaeum Rech.f.	rare		
Verbascum arcturus L.			
Verbascum spinosum L.			
ULMACEAE			
Zelkova abelicea (Lam.) Boiss.	vulnérable	oui	conservation
UMBELLIFERAE			
Bupleurum gaudianum Snogerup			
Bupleurum kakiskalae Greuter	en danger	oui	conservation prioritaire
Chaerophyllum creticum Boiss. & Heldr.	rare		
Eryngium ternatum Poir.	rare		
Ferulago thyrsiflora (Sm.) W.D.J.Koch	rare		
Geocaryum creticum (Boiss. & Heldr.) Engstrand			
Horstrissea dolinicola Greuter, Gerstb. & Egli			
Pimpinella tragium Vill. subsp. depressa (DC.) Tutin			
VALERIANACEAE			
Centranthus sieberi Heldr.			
VIOLACEAE			
Viola cretica Boiss. & Heldr.	rare		
Viola fragrans Sieber			
ARACEAE			
Arum idaeum Coustur. & Gand.			
Arum purpureospathum P.C. Boyce		oui	
Biarum davisii Turrill subsp. davisii			

Biarum tenuifolium (L.) Schott subsp. idomenaeum P.C. Boyce & Athanasiou			
CYPERACEAE			
Carex idaea Greuter, Matthäs & Risse			
GRAMINEAE			
Brachypodium sylvaticum (Huds.) P.Beauv. subsp. creticum H.Scholz & Greuter			
Sesleria doerfleri Hayek	rare		
IRIDACEAE			
Crocus oreocreticus B.L.Burtt	rare		
Crocus sieberi Gay subsp. sieberi			
LILIACEAE			
Allium bourgeaui Rech.f. subsp. creticum Bothmer			
Allium circinnatum Sieber subsp. circinnatum	rare		
Allium dilatatum Zahar.			
Androcymbium rechingeri Greuter	en danger	oui	conservation prioritaire
Bellevalia brevipedicellata Turrill	statut indéterminé		
Colchicum cousturieri Greuter	vulnérable	oui	protection
Colchicum cretense Greuter			
Muscari spreitzenhoferi (Heldr.) Vierh.			
Scilla nana (Schult. & Schult.f.) Speta			
Tulipa cretica Boiss. & Heldr.			
Tulipa doerfleri Gand.	rare		
ORCHIDACEAE			
Cephalanthera cucullata Boiss. & Heldr.	en danger	oui	conservation prioritaire
Epipactis cretica Kalop. & Robatsch			
Ophrys basilissa Alibertis & Reinhard			
Ophrys sitiaca Paulus & Alibertis			
Ophrys sphegodes Mill. subsp. cretensis H.Baumann & Künkele			
Ophrys sphegodes Mill. subsp. gortynia H.Baumann & Künkele			
Orchis anatolica Boiss. subsp. sitiaca Renz			
Orchis prisca Hautz.	vulnérable		

lanata), d'autres sont beaucoup plus rares et localisés, à l'exemple de *Campanula hierapetrae*, *Helichrysum doerfleri* ou *Nepeta sphaciotica.*

Certains endémiques ont des exigences écologiques particulièrement strictes et ne se rencontrent guère en dehors de milieux spécifiques, ce qui les rend spécialement vulnérables :

25 % des endémiques sont strictement chasmophytes

6 % sont strictement confinés dans les zones littorales

3 % ne se trouvent que dans les dolines argileuses des montagnes.

Les exigences écologiques de nombreux endémiques sont toutefois mal connues, ou ne le sont pas suffisamment pour expliquer leur localisation, parfois extrême, autrement que par des facteurs historiques. Il faut en effet rappeler que, dans leur grande majorité, il s'agit de paléoendémiques et que leurs aires réduites sont plutôt la conséquence de leur inadaptation aux conditions actuelles, que le signe d'une spéciation active due à l'isolement (MONTMOLLIN, 1991). Leur protection n'en est que plus difficile.

ETAT DE CONSERVATION

Espèces menacées

La Liste rouge pour l'Europe des animaux et des végétaux menacés à l'échelle mondiale (Organisation des Nations Unies, 1992) mentionne 119 taxons pour la Crète, dont 79 endémiques (47% des endémiques) avec les statuts suivants :

espèces en danger (E)	7	toutes endémiques
espèces vulnérables (V)	16	dont 11 endémiques
espèces rares (R)	90	dont 57 endémiques
espèces de statut indéterminé (I)	6	dont 4 endémiques

Les taxons crétois mentionnés dans cette liste rouge sont réunis dans le tableau 2. L'ana-

Tableau 2
Liste des plantes vasculaires crétoises menacées figurant dans la Liste rouge pour l'Europe des végétaux menacés à l'échelle mondiale

Espèces en péril (E: Endangered)
Anthemis glaberrima*
Convolvulus argyrothamnos*
Hypericum aciferum*

Espèces vulnérables (V : Vulnerable)
Dianthus juniperinus subsp. pulviniformis*
Silene holzmannii
Carlina diae*
Centaurea baldacci*
Centaurea lancifolia*
Centaurea poculatoris*
Hypericum jovis*

Espèces rares (R : Rare)
Asplenium creticum*
Vincetoxicum creticum*
Alkanna sieberi*
Anchusa caespitosa*
Cynoglossum sphacioticum*
Campanula aizoon subsp. aizoides
Campanula carpatha
Campanula cretica*
Campanula creutzburgii*
Campanula hierapetrae*
Campanula jacquinii*
Campanula saxatilis
Arenaria fragillima
Arenaria guicciardii
Bolanthus creutzburgii*
Dianthus fruticosus
Dianthus juniperinus subsp. aciphyllus*
subsp. juniperinus*
Dianthus sphacioticus*
Minuartia wettsteinii*
Petrorhagia dianthoides*
Silene ammophila
Silene pinetorum*
Silene thessalonica subsp. dictaea*
Salsola carpatha
Anthemis abrotanifolia*
Anthemis filicaulis*
Carlina sitiensis
Centaurea redempta*
Centaurea spruneri
Cirsium morinifolium*
Crepis auriculifolia*
Crepis sibthorpiana*
Crepis tybakiensis
Helichrysum doerfleri*
Helichrysum heldreichii*
Hypochaeris tenuiflora*
Inula pseudolimonella*
Scorzonera mollis subsp. idaea*
Senecio fruticulosus*
Senecio gnaphalodes
Staehelina fruticosa
Tragopogon lassithicus*
Nepeta sphaciotica*
Bupleurum kakiskalae*
Androcymbium rechingeri*
Cephalanthera cucullata*
Origanum dictamnus*
Stachys tournefortii
Clematis elisabethae-carolae*
Zelkova abelicea*
Allium longanum
Colchicum cousturieri*
Tulipa goulimyi
Orchis prisca*
Phoenix theophrasti
Alyssum fallacinum
Alyssum fragillimum*
Alyssum idaeum*
Alyssum lassiticum*
Alyssum sphacioticum*
Erysimum candicum
Lomelosia albocincta*
Lomelosia minoana*
Euphorbia rechingeri*
Hypericum amblycalyx*
Hypericum kelleri*
Nepeta scordotis
Origanum calcaratum
Prunella cretensis*
Satureja candica*
Satureja cretica*
Teucrium cuneifolium*
Thymbra calostachya*
Anthyllis aegea
Astragalus austro-aegaeus
Astragalus idaeus*
Astragalus nummularius*
Lathyrus neurolobus*
Onobrychis sphaciotica*
Trigonella rechingeri
Linum arboreum (incl. L. caespitosum & L. doerfleri)
Nigella stricta
Ranunculus creticus
Ranunculus cupreus
Ranunculus subhomophyllus
Sanguisorba cretica*
Asperula taygetea
Asperula tournefortii
Chaenorhinum idaeum*
Daphne jasminea
Chaerophyllum creticum*
Eryngium amorginum
Eryngium ternatum*
Ferulago thyrsiflora*
Scaligeria halophila
Viola cretica*
Carex cretica
Sesleria doerfleri*
Crocus oreocreticus*
Allium circinnatum
Muscari dionysicum
Tulipa doerfleri*

Espèces au statut indéterminé (I : Indeterminate)
Campanula laciniata
Dianthus xylorrhizus*
Cuscuta atrans*
Onopordum majoris
Galium incrassatum*
Bellevalia brevipedicellata*

* = endémique de Crète

lyse détaillée de cette liste sortirait du cadre de cet article, mais, au vu des connaissances actuelles, il paraît évident qu'elle mériterait d'être sérieusement révisée et complétée, bien qu'elle date seulement de 1991. Cette liste rouge est assortie d'une série de recommandations d'application, notamment celle de circonscrire, protéger et gérer efficacement les habitats importants des espèces menacées.

La Convention relative à la conservation de la vie sauvage et du milieu naturel de l'Europe du 19 septembre 1979 (appelée également Convention de Berne), implique l'engagement des parties contractantes, dont la Grèce, à protéger les espèces mentionnées dans les annexes ainsi que leurs habitats. 17 espèces crétoises sont concernées, dont 13 endémiques. Elles figurent dans le tableau 3.

La directive 92/43 du Conseil des communautés européennes du 21 mai 1992 concernant la conservation des habitats naturels ainsi que de la faune et de la flore sauvage (Directive habitat) mentionne dans ses annexes 13 espèces crétoises dont la conservation nécessite la désignation de zones spéciales de conservation et 15 espèces (les 13 précédentes plus 2 nouvelles) qui nécessitent une protection stricte. Parmi ces 15 espèces, 11 sont endémiques de Crète et 8 sont considérées comme espèces dont la conservation est prioritaire. 13 espèces de la Directive habitat sont communes avec celles de la Convention de Berne. Le tableau 4 présente les espèces crétoises mentionnées dans les annexes de cette directive.

Tableau 3
Plantes crétoises protégées par la convention du 19 septembre 1979 relative à la conservation de la vie sauvage et du milieu naturel en Europe (Convention de Berne)
Annexe I amendée, adoptée le 6 décembre 1991, entrée en vigueur le 7 mars 1992

Espèce	Répartition
Silene holzmanii	Crète, sud de l'Egée
Beta adanensis	Crète, sud-ouest de l'Asie
Anthemis glaberrima	Crète
Carlina diae	Crète
Centaurea lancifolia	Crète
Convolvulus argyrothamnos	Crète
Hypericum aciferum	Crète
Nepeta sphaciotica	Crète
Origanum dictamnus	Crète
Zelkova abelicea	Crète
Bupleurum kakiskalae	Crète
Arum purpureospathum	Crète
Androcymbium rechingeri	Crète
Colchicum cousturieri	Crète
Tulipa goulimya	Crète, Cythère, sud du Péloponnèse
Cephalanthera cucullata	Crète
Phoenix theophrasti	Crète, sud-ouest de la Turquie

Tableau 4
Plantes crétoises mentionnées dans la Directive 92/43/CEE du conseil du 21 mai 1992 concernant la conservation des habitats naturels ainsi que de la faune et de la flore sauvages - Directive habitat

A) Espèces végétales d'intérêt communautaire dont la conservation nécessite la désignation de zones spéciales de conservation :

Woodwardia radicans		
Asyneuma giganteum		
Silene holzmanii	esp. prioritaire	
Anthemis glaberrima	esp. prioritaire	endémique
Convolvulus argyrothamnos	esp. prioritaire	endémique
Hypericum aciferum	esp. prioritaire	endémique
Nepeta sphaciotica	esp. prioritaire	endémique
Origanum dictamnus		endémique
Androcymbium rechingeri	esp. prioritaire	endémique
Cephalanthera cucullata	esp. prioritaire	endémique
Phoenix theophrasti		
Zelkova abelicea		endémique
Bupleurum kakiskalae	esp. prioritaire	endémique

B) Espèces végétales d'intérêt communautaire qui nécessitent une protection stricte (toutes les espèces mentionnées ci-dessus plus les espèces suivantes) :

Centaurea lancifolia	endémique
Colchicum cousturieri	endémique

La Directive habitat désigne également une série d'habitats naturels d'intérêt communautaire dont la conservation nécessite la désignation de zones spéciales de conservation. Plusieurs d'entre eux sont présents en Crète, notamment sur le littoral et dans les montagnes. Trois de ces habitats naturels concernent exclusivement la Crète. Il s'agit :

- des Phryganes de Crète ***(Euphorbieto-Verbascion)*** - code 33.4
- des forêts crétoises à *Quercus brachyphylla* - code 41.7C
- des palmeraies de *Phoenix* - code 45.7

La conservation de ce dernier type d'habitat est considérée comme prioritaire.

De manière générale, les espèces protégées par la Convention de Berne et par la Directive habitat sont dérivées des espèces considérées comme en danger ou vulnérables dans les listes rouges de l'ONU. Ces listes rouges sont elles-mêmes essentiellement basées sur les données de l'UICN (Union Internationale pour la Conservation de la Nature et de ses Ressources) dont une première version concernant spécifiquement la Grèce a été publiée en 1982 (l'UICN, 1982). Il est donc très important que les données de base concernant la rareté ou les menaces pesant sur la flore soient exactes et régulièrement actualisées, puisqu'elles vont servir à désigner non seulement les espèces, mais également les habitats à protéger. En ce qui concerne la Crète, ces listes mériteraient d'être

réétudiées de manière approfondie et vraisemblablement complétées.

Zones protégées

Il existe en Crète deux zones protégées par la législation :

La première est la palmeraie de Vaï, située à l'extrémité orientale de l'île. Cette palmeraie est constituée de la plus grande population existante du dattier de Théophraste *(Phoenix theophrasti)* dont il ne subsiste que quelques stations en Crète et dans le sud-ouest de la Turquie. Le site de Vaï subit actuellement une pression touristique relativement forte, en raison précisément de l'existence de cette palmeraie. Une clôture mise en place par le service forestier crétois protège le coeur de la palmeraie des atteintes directes dues à la surfréquentation du site.

La seconde est celle des gorges de Samaria, dans la partie méridionale du massif des Levka Ori. Dans ces magnifiques gorges, d'une longueur et d'un ampleur peu commune en Europe, croissent un grand nombre d'endémiques. Toute cette région est classée parc national. Leur beauté en faisant une excursion très appréciée, ces gorges sont parcourues quotidiennement par plusieurs milliers de touristes pendant la belle saison. Malgré le fait que les interdictions diverses figurant dans le règlement, en particulier l'interdiction de s'écarter des chemins, soient plutôt bien observées, on peut se demander s'il est souhaitable d'attirer autant de gens dans un site aussi vulnérable. De plus, les infrastructures hôtelières liées à l'accueil des visiteurs, quoique situées hors de la réserve, ont un impact important sur le site, tant en amont des gorges (plateau d'Omalos) qu'en aval (Aghia Roumeli). Pour illustrer de quelle manière les atteintes à la nature peuvent prendre des voies détournées, on peut mentionner que, dans les années 80, les bergers du plateau d'Omalos fabriquaient et vendaient aux touristes des bâtons de marche, d'une facture artisanale traditionnelle. Le touriste achetant sa canne pour parcourir la réserve et admirer sa flore rare et protégée ne se doutait pas que ce bâton avait été façonné avec les branches de *Zelkova abelicea*, arbre endémique de Crète rare et vulnérable, dont les derniers bosquets ont le malheur de pousser à l'entrée des gorges de Samaria, mais en dehors du périmètre de la réserve.

Menaces

Les atteintes que subissent la flore et la végétation crétoises sont de plusieurs ordres :

La pression exercée par les moutons en montagne est certainement un des facteurs de raréfaction ou d'extinction les plus importants. Nombre d'espèces ne parviennent plus à fleurir ou à maturer leurs fruits dans des conditions permettant d'assurer leur multiplication et leur survie. Dans de vastes secteurs autour des bergeries ou des points d'eau, toute végétation non épineuse est complètement anéantie par le surpâturage. Ce phénomène n'est d'ailleurs probablement pas nouveau et pourrait même avoir commencé avec les ruminants sauvages du Pléistocène qui n'avaient apparemment pas de prédateurs et qui exerçaient peut-être déjà à cette époque une pression très forte sur la végétation (SONDAAR, 1971). La construction récente de routes pour desservir les bergeries jusque dans le voisinage des plus hauts sommets laisse imaginer que le nombre de moutons est loin de diminuer et que la désertification que leur surnombre entraîne pourrait même augmenter. Il faut cependant remarquer que les ongulés sont certainement indissociables de la survie de certaines espèces qu'ils ont contribué à sélectionner, comme par exemple la flore rampante et souvent endémique des dolines pâturées *(Polygonum idaeum, Horstrissea dolinicola, Herniaria parnassica)*. La résolution de ce problème de surpâturage sera vraisemblablement très difficile. On ne peut en effet pas, sans autres, diminuer le nombre de moutons dans les montagnes sans compensations financières pour les populations dont c'est presque la seule ressource. D'ailleurs, les clôtures barbelées qui avaient été installées pour protéger certains secteurs du parc des gorges de Samaria ont été aussitôt détruites.

Les chasmophytes semblent par contre moins directement menacés par les activités humaines. Certes, la construction ou l'élargissement de routes dans certaines gorges pourrait avoir une action destructive importante et la pression des troupeaux de chèvres reste non négligeable. Toutefois, les conditions dans lesquelles les chasmophytes doivent se multiplier sont difficiles et il suffirait peut-être d'une suite d'années avec un climat inhabituel pour éliminer des endémiques dont les populations résiduelles sont limitées à quelques pieds.

Le développement du tourisme, de l'agriculture et des constructions sur le littoral risque de porter un coup fatal à un certain nombre d'endémiques localisés à l'arrière des plages de sable *(Silene ammophila)* ou sur les rochers littoraux *(Carlina diae)*.

On peut également mentionner que, depuis plus de 200 ans, certains botanistes s'attachent à récolter un maximum de spécimens d'espèces

rares. Même si actuellement le respect de la nature va grandissant, on peut craindre que passablement de plantes disparaissent de cette manière. Si cette pression est insignifiante pour certaines espèces, mêmes endémiques, parce qu'elles sont abondantes et bien réparties dans l'île, elle pourrait être insupportable pour des espèces rares et très localisées. Il conviendrait peut-être d'être plus évasif dans la description de leurs localités. L'interdiction de récolter des plantes sans permission officielle, actuellement en vigueur en Grèce, ne constitue pas une mesure de protection suffisante, puisqu'il est quasiment impossible d'exercer un contrôle efficace.

Les différentes menaces pesant sur la flore grecque avaient déjà été évoquées par Broussalis en 1977. Malheureusement elles ont plutôt empiré depuis cette époque.

CONCLUSIONS

Le grand nombre de taxons, en particulier d'endémiques, qui sont rares, menacés ou vulnérables, même s'ils ne sont pas toujours reconnus comme tels dans la législation, nécessite la prise rapide de mesures de conservation et de gestion de leurs habitats, si l'on veut éviter l'extinction de certaines espèces. Les données scientifiques de base, quoique parfois incomplètes, sont suffisantes pour pouvoir délimiter les principaux habitats menacés et élaborer des plans de gestion. La législation communautaire, en particulier la Directive habitat, désigne des types d'habitats naturels à conserver ainsi que des espèces indicatrices de territoires à protéger. Elle offre, de même que la Convention de Berne, la base juridique permettant à la Grèce de prendre des mesures de conservation.

BIBLIOGRAPHIE

BARCLAY, Sir C. 1986. Crete. Checklist of the vascular plants. Englera 6.

BROUSSALIS, P. 1977. The protection of the flora in Greece and its problems. Ann. Mus. Goulandris 3 : 23-30.

EGLI, B.R. 1993. Ökologie der Dolinen im Gebirge Kretas (Griechenland). Universität Zürich.

GREUTER, W. 1972. The relict element of the flora of Crete and its evolutionary significance. In D.H. Valentine (Ed.). Taxonomy, phytogeography and evolution : 161-177. London and New York.

— 1973. Additions to the flora of Crete, 1938-1972. Ann. Mus. Goulandris 1 : 15-83.

—, BURDET, H. & LONG, G. (Eds.) 1984; 1986; 1989. Med-Checklist. A critical inventory of vascular plants of the circum-mediterranean countries 1 (1984); 3 (1986); 4 (1989), Genève.

—, W., MATTHÄS, U. & RISSE, H. 1984a. Additions to the flora of Crete, 1973-1983 - I. Willdenowia 14 : 27-36.

——, — & — 1984b. Additions to the flora of Crete, 1973-1983 (1984) - II. Willdenowia 14 : 269-297.

—, — & — 1985. Additions to the flora of Crete, 1973-1983 (1984)-III. Willdenowia 15 : 23-60

l'UICN Threatened Plants Committee Secretariat. 1982. The rare, threatened and endemic plants of Greece. Ann. Mus. Goulandris 5 : 69-105.

MONTMOLLIN, B. de. 1991. Endémisme intra-crétois et trans-égéo-crétois - Origine et différentiation. Bot. Chron. 10 : 125-135.

Organisation des Nations Unies. 1992. Liste rouge pour l'Europe des animaux et des végétaux menacés à l'échelle mondiale et recommandations relatives à son application adoptées par la Commission économique pour l'Europe à sa quarante-sixième session (1991) dans sa décision D (46). Genève.

RECHINGER, K. H. 1943. Flora Aegaea. Denkschr. Akad. Wiss. Wien 105(2,1).

SONDAAR, P.Y., 1971. Paleozoogeography of the Pleistocene Mammals from the Aegean. In : Strid, A. (ed.) : Evolution in the Aegean. Opera Bot. 30 : 65-70.

STRID, A. (Ed.) 1986. Mountain Flora of Greece 1. Cambridge.

—, A. 1993. Phytogeographical aspects of the Greek mountain flora. Fragm. Flor. Geobot. Suppl. 2(2) : 411-433.

— & Tan, K. (Eds.) 1991. Mountain Flora of Greece 2. Edinburgh.

TURLAND, N.J., CHILTON, L. & J.R. Press. 1993. Flora of the cretan area. Annotated checklist & atlas. London.

TUTIN, T.G. *et al.* (Eds.) 1964-1980. Flora Europaea 1 (1964) ; 2 (1968) ; 3 (1972) ; 4 (1976) ; 5 (1980). Cambridge.

ZAFFRAN, J. 1976. Contributions à la flore et à la végétation de la Crète I. Floristique. Université de Provence.

— 1982. Contributions à la flore et à la végétation de la Crète II. Végétation. Université de Provence.

ECOLOGIA MEDITERRANEA XXI (1/2) 1995 : 185-194

Conservation of flora in the Balearic Islands

Maurici MUS*

ABSTRACT

The development of turism in the Balearic Islands has supposed an increase in the threats over the flora. In this article I review the main threatening factors and I try to evaluate these threats over the endemic component of this flora. I discuse the conservationist measures developed so far and I propose the main lines for a future flora conservation policy in the Balearics.

KEY WORDS : Balearic Islands, tourism, conservation, flora

RÉSUMÉ

Le développement du tourisme aux îles Baléares a impliqué un accroissement des menaces sur la flore. Dans cet article, l'Auteur fait le point sur les facteurs perturbateurs les plus importants et essaie d'évaluer la répercussion de ces facteurs sur la flore endémique. Un examen critique des mesures de conservation est développé, et des directives pour une politique de conservation de la flore aux Baléares sont proposées.

MOTS-CLES : Iles Baléares, tourisme, conservation, flore

INTRODUCTION

It is well documented how the development of the Balearic Islands economy has suffered a spectacular increase during the last thirty years, this fact has had a negative impact in the islands landscape and in its indigenous flora and vegetation (MOREY, 1985; MOREY *et al.*, 1992). GOLDSMITH (1974) states for Majorca that the threats to the biological interest of the island are principally due to activities related to tourism and changes in land use. This fact can be applied to the entire Balearics.

Tourism has had a varying impact on the islands that make up the Balearics. Important coastal areas in the larger islands have been heavily disturbed by an increasing number of visitors, causing an expansion of the urban infraestructure without an overall urban or environmental planning. This impact on the flora and vegetation has been, on these areas, very great, producing modifications or diminishing comunities and des-stabilizing other eco-systems. The smallest islands and the Majorcan mountains have sustained minor and slower touristic pressure traduced in an impact, therefore, more dificult to evaluate.

A change in land use during the second half of this century, closely related to changes in the economic value of the natural resources and the spectacular development of the services sector, is a general phenomenon in the arquipelago. This has very often resulted in a negative balance for environmental stability, preservation of habitats, comunities and species.

This increase in treathened areas has given place to a concern for environmental issues, promoting iniciatives on ecodevelopment, studying and valuating conservationist policy throughout the Balearics. The aim of this contribution is to outline the problems to resolve in order to establish a correct and actualized vision of plant conservation in the arquipelago.

*Departament de Biologia vegetal. Facultat de Biologia. Universitat de València. Burjassot 46071. València.

THREATS AND THREATENED BALEARIC FLORA

The main threats which affect balearic flora are those listed in table 1. The impact of any singular one is variable, although always important.

In this general scheme, which concerns most of the threatened taxa and communities as mentioned, it is easy to recognize a direct effect of the touristical development of the Balearics during the last few years.

Table 1
Threats that affect Balearic flora

1- Threats on habitat
  1a-Intensive transformations:
    - Urbanistic
    - Agricultural
    - Fires (controlled and uncontrolled fires)
    - Roads and other constructions
    - Recreation usage of the territories
  1b- Extensive transformations :
    - Changes in the agricultural activities
    - Contamination
2- Threats on the plants communities
    - Forestry
    - Aricultural exploitations
    - Incoming of allochtonous species
3- Threats on the species
    - Anthropic utilizations (Folk use, medicine, industry, gardening, scientific collection)
    - Direct destruction or depletion (weed-killers, «cleaning» of areas)
    - Natural threats (predators, diseases, competition, low reproductive efficiency, hybridization and introgression, genetic erosion)

However, a group of threatened species represents a special case not directly related with tourism but with traditional human activities. Those are the threatened taxa which grow in the Majorcan mountains. The negative impact over them originates from grazing of goats and sheeps in the area. Since the Messiniense period the islands have been populated by mammal herbivorous species which could have conditioned the evolution of many plants (DELVOSALLE & DUVIGNEAUD, 1968). In any case, man has dramatically encouraged the proliferation of sheep and goats. Insufficient natural grazing areas have been compensated with heavy vegetation management through controlled fire techniques. The devastating effects of fire on very rare taxa join forces with the development of oportunistic plants and the direct effects of herbivourism. The tender buds that grow after a fire allow these animals to eat plants that otherwise would not be accessible. This practice, which has devastating effects on specific populations still has not been erradicated to date.

Another problem which is more recent is that of the proliferation of non indigenous species in the Arquipielago, specifically that of *Carpobrotus* species. These Aizoaceae are quite common in Balearic gardens. They have procumbent stems of several meters, dispersing the plant easily and invading sunny and well drained habitats. They are a real plague in the Majorcan and Pitiusyc dunes, as well as in coastal areas of the east and north-east of Minorca. These plants, mainly on the northest island, sofocate and supplant other species, some of them very interesting endemisms. Its erradication is very difficult because of their stoloniferous habitus and breakable stems that gives the plant a high capacity of reproduction from any small part.

There is a lack of information on biological, corological and abundance data of a great part of the Balearic flora ; it is especially important in groups such as bryophytes, algae, fungi and non endemic vascular plants, with practically non-existent detailed chorological information in the Balearics. Nevertheless we can have a first approximation to know which taxa are the most

affected by disturbance factors. Following recent studies (MUS, 1993) a five per cent of the entire balearic vascular flora has shown a noticeable degree of threateness. It is not possible here to disscuss in full the topic of the complete threatened flora, but in the table 2 we present summarized some data of the most threatened endemic taxa for the entire Balearics. Here we consider endemics in a wide sense, including strictly endemics of the arquipelago and plants with small distribution shared with other neighbouring territories.

This table was elaborated based in a recent review of the endemic component of the vascular Balearic flora (MUS, 1992). Some taxa are not included in this study because they suffer a controversial taxonomic status. These taxa in particular are *Hieracium* and *Taraxacum* species and the minorcan taxa of *Limonium*, not yet revised.

Is important to notice that a relation between threatened taxa and vegetation type can exist. Some plant communities more degradated or fractionated exhibit a high number of endangered taxa. In the Balearic island the most altered communities are the coastal ones, the low-land garigues and the pine tree woods. In the table 3 we show the number of threatened endemic taxa («CR»,»EN» and «VU» IUCN categories) in different vegetation types. We can underline the presence of threatened taxa on important types of vegetation in Balearics, but is also remarcable that other communities common on the islands are absent of endemic taxa with exhibit threats ; this is the case of the evergreen oak forest (***Quercion ilicis*** Br.-Bl. 1936em. Rivas-Martínez 1975) or the *Rosmarinus* and *Cistus* garrigue (***Rosmarino-Ericion multiflorae*** Br.-Bl. 1931). Although there are some interesting endemisms that are characteristic plants of these communities, none of them can be considered rare nor specially endangered.

The ***Arenarion balearicae*** aliance, with the discreet and very specialised ***Sibthorpio africanae-Arenarietum balearicae*** O. Bolòs & Molinier 1958, community of shaded rock-bares, and the rupicolous communities are not a specially rare or endangered communities, but they exhibit a large number of microareal taxa which mainly for this reason are susceptible or threatened.

On the contary, two kinds of coastal vegetation types show high levels of perturbation. Firstly, saline wetlands, which are clearly disturbed or in danger everywhere in the islands except in the Natural Park of S'Albufera. Secondly, the halophytic rocky biotas, heavily fragmented for touristic and recreational infraestructures. The non negligeable number of threatened taxa which live in these habitats are in serious danger of extinction.

Other types of communities with a lower but still considerable level of endemic threatened taxa are the scrub communities of the Balearic garigue and the maquis. The first one is particularly abundant on the mountains of Majorca and is rich in endemic species. It is afeccted by fires and, when near the coast, by coastal urbanization. The second one which covers a great part of the islands, is a community of dry areas, abundant on the coastal zone, that severely suffers the impact of construction and uncontrolled fires.

In spite of this unpleasing view of threatened areas, it is surprising but encouraging to discover that there is no total extinction of a Balearic endemic species documented. The only existing evidence of extinction *«in situ»* during this century of an endemism is the case of *Lysimachia minoricensis*. This species is still preserved in botanical gardens and germplasm banks. Unfortunately, there are, on the other hand, some non endemic species such as *Otanthus maritimus, Trapa natans* or *Nymphaea alba*, which have probably desappeared from their natural setting on the arquipelago.

CONSERVATION ACTIVITIES UNDERTAKEN THROUGHOUT THE BALEARICS TO DATE

In a brief review of the steps which were undertaken for the conservation of flora of the Balearic Islands during the past few years (table 4) it is noteworthy that the mayority of tasks and activities have been punctualists and, in some cases, their consequences have been limited or almost negligible. Some of them deserve a comment.

Regarding protection regulations, special status in Spain was gived to the Balearics by the ministerial order of 1984, because the first outstanding list of plant species protected by law in the country comes from the Balearic flora. The Spanish law of 4/1989 regulates at the moment the protection of endangered plant species. It introduced the national check-list of endangered plant species, and foresees various regional check-lists to complement it. Thirteen taxa living in Balearic Islands are included in the National check-list and thirty nine complete the Regional Balearic one, issued in 1992.

Table 2
Endemic threatened species of the Balearic Islands

IUCN categories : EX- extinct on nature ; CR- critical ; EN- endangered ; VU- vulnerable ; CD- conservation dependent ; SU- susceptible ; DD- data deficient.

Legal Protection. Present in the National or the Regional Checklists of endangered plants (directly protected by Spanish law).

* A part of the population/s actually inclosed in a protected area (National or Natural Park).

** All of the population/s actually inclosed in a protected area (National or Natural Park).

Actual and Possible disturbances :

1- Grazing, 2-Collecting, 3- Competition and predators, 4- Recreation development, 5- Burning, 6- Road construction, 7- Building, 8- Hybridization, 9- Land reclamation, 10- Noxious animals, 11- Habitat alteration due to other man activities, 12- Low reproductive efficiency, 13- Genetic erosion.

TAXA	IUCN	Legal Protect	Actual disturbance	Possible disturbance	Distribution
Apium bermejoi L. Llorens	EN	YES	2,3,4	13	Minorca
Arenaria grandiflora L. subsp. bolosii (Cañigueral) Küpffer	EN	NO	2,5,8	11	Majorca
Avenula crassifolia (Font Quer) Holub	SU	NO	2		Eivissa
Brimeura duvigneaudii (L. Llorens) Rosselló, Mus & Mayol	CR	YES	1,2,5,12	3,6,13	Majorca
Cephalaria squamiflora (Sieber) Greuter subsp. mediterranea (Viv.) Pignatti	SU	NO	2	13	Eivissa, Sardinia
Cymbalaria fragilis (Rodr.) A. Cheval.	EN	YES	2	8,9,11	Minorca
Daphne rodriguezii Teixidor	SU	YES*	11		Minorca
Dianthus rupicola Biv. subsp. bocchoriana L. Llorens & Gradaille	SU	YES			Majorca
Dorycnium pentaphyllum Scop. subsp. fulgurans (Porta) Cardona, L. Llorens & Sierra	SU	YES*	2,7,12	5,11	Majorca, Minorca, Cabrera
Euphorbia fontqueriana Greuter	VU	YES	2,5	13	Majorca
Euphorbia margalidiana Kühbier & Lewejohann	EN	YES	10	2,13	Eivissa
Filago petro-ianii Rita & Dittrich	SU	NO	3	5,9,11	Majorca
Genista acanthoclada DC. subsp. fasciculata (Knoche) O. Bolòs & Vigo	SU	NO	5,12	11	Majorca
Genista dorycnifolia Font Quer var. grosii (Font Quer) Font Quer & Rothmaler	SU	YES		5,8	Eivissa
Lavatera triloba L. subsp. pallescens (Moris) Nyman	VU	NO	3		Minorca, Sardinia
Ligusticum huteri Porta	CR	YES	1,2,12	5,13	Majorca
Limonium antonii-llorensii L. Llorens	CD	YES	4	9,11	Majorca
Limonium barceloi Gil & L. Llorens	EN	NO	6,7	9,11	Majorca
Limonium bianorii (Sennen & Pau) Erben	SU	NO	11		Majorca
Limonium boirae L. Llorens & Tebar	CD	NO	7	11	Majorca
Limonium bonafei Erben	SU	NO	8	11	Majorca
Limonium carregadorense Erben	EN	NO	8	11	Majorca
Limonium ejulabilis Rosselló, Mus & Soler	CD	NO	7,8	11	Majorca
Limonium grosii L. Llorens	SU	NO	4,9	11	Eivissa, Formentera
Limonium magallufianum L. Llorens	CD	YES	7,8	11	Majorca
Limonium majoricum Pignatti	CR	YES	6,8	11	Majorca
Limonium marisolii L. Llorens	SU	NO		11	Majorca
Limonium migjornense L. Llorens	CD	NO		11	Majorca
Limonium pseudarticulatum Erben	EN	NO	2,8	11	Majorca
Limonium pseudodictyocladum (Pignatti) L. Llorens	EN	YES	2,8	11	Majorca
Limonium retusum L. Llorens	SU	NO		4,11	Formentera
Limonium wiedmannii Erben	SU	NO		4,11	Formentera

Lonicera pyrenaica L. var. majoricensis (Gand.) Pericás & Rosselló	VU	NO	2,5		Majorca
Lysimachia minoricensis Rodr.	EX	YES	-	-	Minorca (EX)
Medicago arborea L. subsp. citrina (Font Quer) O. Bolòs & Vigo	CD	YES*	3		Eivissa, Cabrera, Columbrets
Naufraga balearica Constance & Cannon	EN	YES	2,3,10	5,13	Majorca, Corsica (EX)
Pimpinella bicknellii Briq.	SU	YES	2,5		Majorca
Pinus halepensis L. var. ceciliae (A. Llorens & L. Llorens) L. Llorens	CD	YES	3,5,8,9		Balearic Isls.
Polygonum romanum Jacq. subsp. balearicum Rafaelli & Villar	DD	NO	-		Majorca
Primula acaulis (L.) L. subsp. balearica (Willk.) Greuter & Burdet	SU	YES	2,3,5		Majorca
Ranunculus weylerii Marès ex Willk.	VU	YES	2,5,11		Majorca
Rubia angustifolia L. subsp. caespitosa (Font Quer & Marcos) Mus, Rosselló & Gradaille	SU	NO**		13	Cabrera
Scilla numidica Poiret	CD	NO	7,11		Eivissa, N Africa
Teucrium cossonii D. Wood subsp. punicum Mayol, Rosselló & Mus	SU	NO	1,8	5	Eivissa
Thymus herba-barona Loisel.	EN	YES	3,6,11	5,10,13	Majorca, Corsica, Sardinia
Thymus richardii Pers.	VU	YES	2,5		Majorca, Eivissa, Jugoslavia
Vicia bifoliata Rodr.	SU	YES	5,9		Minorca
Viola stolonifera Rodr.	SU	NO	9,11		Minorca

Table 3

Threatened endemic taxa in different types of vegetation in Balearic Islands

IUCN categories : CR- critical ; CD- conservation dependent ;
VU- vulnerable ; EN- endangered ; SU- susceptible.

VEGETATION TYPES	«CR» taxa	«EN» taxa	«VU» taxa	«CD» taxa	«SU» taxa	total taxa
Olea maquis						
(***Oleo sylvestris-Ceratonion siliquae*** Br.-Bl. 1936 ex Guinochet & Drouineau 1944 em. Rivas-Martínez 1975)	0	0	1	2	5	8
Balearic garrigue						
(***Hypericion balearici*** O. Bolòs & Molinier 1958)	0	2	2	0	1	5
Halophytic rock vegetation						
(***Crithmo-Limonion*** Molinier 1934)	1	4	0	0	2	7
Rupicolous vegetation						
(***Brassico balearicae-Helichrysion rupestris*** O. Bolòs & Molinier 1958)	1	0	1	0	5	7
Shaded and wet rock communities						
(***Arenarion balearicae*** O. Bolòs & Molinier (1958) 1969)	1	3	1	0	1	6
Halophytic communities (salt marshes)						
(***Salicornion fruticosae*** Br.-Bl. 1931)	0	0	0	6	3	9
Other	0	0	0	0	2	2

Table 4
Conservation activities in the Balearics

ACTIVITIES	YEARS	INSTITUTIONS
Germplasm banks	1979, 1990-1993	Sóller, Córdoba and Brest Botanical Gardens Esc. Sup. Ing. Técn. Madrid
Experimental close off of an area	1975	Balearic Government
Reproductive cards	1993	Sóller Botanical Garden and Balearic Government
Threatened Balearic Flora studies	1987	Ornithological Group of Balearic Islands
Minorcan endemic plants atlas	1993	Institut of Minorcan studies and Univ. of Balearic Islands
Reintroductions	1959, 1975, 1989	Barcelona, Córdoba and Brest Botanical Gardens, Esc. Sup.Ing. Técn. Madrid
Conservation Plans	1993	Balearic Government
Books and posters edition	1990-1993	Sóller Botanical Garden, Balearic Government, ICONA
Plant Protection laws	1982, 1984, 1989,1992	Spanish Kingdom, Balearic Government
National check-list of endangered plants	1990	Spanish Kingdom
Balearic check-list of endangered plants	1992	Balearic Government

The Spanish law above mentioned dictates the steps to follow in order to guarantee the conservation of flora. It determines the necessity of specific plans to recover, preserve and supervise those catalogued species in some established categories.

The regional government of Balearic Islands has carried on during the last two years a study of the threatened flora. This study was exhaustive, but, in some cases, results were limited, because of the scarce information available. The results were compiled in documents called «Conservation Plans of Threatened Balearic Flora» (MUS, 1993). From this vantage point, the plans given by the Balearic government have includet not only adequated conservationist meures to preserve fifty two catalogued taxa, but furthermore, a detailed analysis of the endagered flora of the islands. Some of the results and conclusions presented in these documents are the following : activities to preserve eighty nine threatened taxa, the necessity of establishing the main trends concerning management conservation, and the need of a local coordination and continuity regarding conservation activities.

However these important efforts to recognize the endagered taxa and to promote their legal protection we must demand here for the start of active measures to give a real protection and a solution to the problems faced before in the brief abstract of the most endagered taxa.

Considering erradication of threats, practically nothing has be done to date. The first cause is the poor interest and budget dedicated and, in second place, the difficulties faced by the government institutions responsible of nature conservation, which in turn are not easy to resolve. These have to do with opposite tendencies of economy and environment and also lack of coordination among touristic, agricultural, urban and conservationist policies. A clear example of the dichotomy of interests is the current institutional support to the agricultural and stock activities of the Majorcan Serra de Tramuntana, today unprofitable, and, on the other hand, the conservationistic proposals of control over the developmental activities and, mainly, over the number of goats and sheeps, with the urgence of abandoning the practice of controled fires to feed them.

Regarding the reintroduction experiences in Balearics, there have been three attempts since 1959 on reintroducing *Lysimachia minoricensis* in nature (BOLOS, 1962 ; GOMEZ-CAMPO 1987). All of these experiences have failed because of rashness, insufficient data and absence of monitoring.

As a result of the agreement between the Balearic Government and Sóller Botanic Garden, a new reintroduction plan for *Lysimachia* was designed at the beginning of 1993. To date an initial phase has been developed. It consist on germination probes in fifteen localities with different environmental conditions in Minorca island. The monitoring and control program should inform about the species ecological needs and their natural behaviour. This way we shall have data on the optimal conditions of growth and feasibility for this taxa in its natural environment.

TOWARDS A CONSERVATION OF BALEARIC FLORA

Analizing the actual situation of plant conservation in the Balearics, the problems that show the taxa and the conservationistics efforts of the institutions, some questions come forth. Does an organized conservation policy exist in the arquipielago? Why the measures to eliminate threats are so scarce? Which are the most urgent steps to carry forward ?

From these data we can assess that there are various institutions which have contributed to plant conservation in the Balearic Islands. It is important to bear in mind that this is not the result of a consensuated policy but of unilateral efforts. This descoordination and the problems pointed out before are, in our opinion, the reasons for the scarcity of active measures ; giving as a result a conservation policy with ups and downs.

I am quite pesimistic that any change can take place in the short term with the actual economic development processes in the Balearics, which have not taken into account the environment, but I believe it may still be possible to prevent further extinctions and to preserve the remaining environmental and genetical resources. In order to do so it is necessary to act at two levels.

Firstly increasing the information available to understand as much as possible the characteristics and problems faced by the flora, which in turn should help avoid further losses of taxa. Secondly, taking urgent measures assuring *«in situ»* and *«ex situ»* conservation and protecting the different habitats and their diversity by keeping under control and stricter conservationistic laws the threatened taxa and the maximum amount of land possible.

Today the limitations and shortage of knowledge in relation to the Balearic flora are as the following :

1- The complete distribution and abundance of many taxa is still unknown. Still are pending compilation tasks related to herbarium references and researches in unexplored areas. This involves not so much the rare endemic species but other taxa of not very limited distribution.

2- Scarcity of biological data and taxa's genetic diversity. The interest in endemisms, has provoqued a great amount of floristic and taxonomic studies involving balearic flora. This has focused the botanists in the search of new entities more than the increasing of biological data of the wellknown species. There are no studies on genetic diversity of Balearic taxa to date. Studies *«in situ»* and *«ex situ»* should be encouraged to obtain useful data for the conservation of plants, principally on both genetic diversity and biological data.

3- The major part of actual data derives from the field experience of certain professionals who have not directly studied taxa conservation. Balearic scientific and administrative institutions have not focused on a continous survey involved in plant conservation. The source of conservational data is sporadic and disjoined.

4- Systematic analyses covering a long period of time have not been carried out on the state of any given community or species. The scientific monitoring of the populations is a task yet to be established as a method to obtain periodical data of conservation interest.

Certainly, the increase of new information will assure a correct conservation according to the problems that face the flora, but, in spite of this, it is important to take on account that there are urgent measures to execute as soon as possible to eliminate the threats that affect the most endangered taxa.

Two complemetary checklists on Balearic taxa protected by law exist ; one is the Spanish checklist on endangered plants and the other the regional one. Fifty two taxa are recognized as needed of legal protection, and 4/89 Spanish law foresees the activities to assure their conservation and the legal penalitzations for they diminishing or destruction. There are some aspects of this matter to comment. First we consider that there are not all endangered taxa included, so from here, we ask for an actualization which would include, as a preliminary measure, the taxa not protected on table 2. Second, the orders to carry on the rescue and protection of taxa, are not sufficiently defined with this law, and, unfortunately, an established and consensuated conservation policy in the country which can help and orientate the regional goverments in its extensive application doesn't exist. Third, the actual protection cathegories for some balearic taxa are, undoubtedly, debatable ; but we consider that the regulations stability is very positive for its correct application, and any changes on the assignation it would be interesting that they were subjected to an accurate review of the efforts and the results obtained in the application of the law to each taxon.

Some european institutions conserve some

Balearic taxa cultivated or in their germplasm banks (MUS, 1993). These important tasks of recopilating threatened Balearic materials are due to different initiatives but there is no coordination, and, in some cases, there is no continuity. It is desirable to establish a real network with the exchange of available information and material, reducing costs and pressure over nature populations, increasing the effectivity of conservation efforts distributing duplicates, good representatives of the genetic diversity of the taxa, and actualizing the taxa conserved in accordance with changes in their status. In this spirit we hope that in few years time period all threatened taxa will be preserved in several germplasm banks.

Further conservationist efforts can be found in the promotion of garden cultivation of indigenous and threatened species. One stablished conservation strategy states the possibility of advancing the stock of certain species by using them in gardening (JACKSON & AKEROYD, 1992 ; LESOUEF, 1985). There are many examples troughout the world on saved species by their growth in private gardens, and in the advantages of this practice generalized to the autochthonous flora of a region also is the prevention of the incoming of allochthonous species. However, there are some serious problems associated with this practice, as the authors cited note, and I wish to emphasize the problems observed with gardening of autochthonous flora in the Balearics. It is certainly important to avoid uncontrolled hybridization and the expoliation of natural populations, but it is also determinant to apply a rigorous control over the arrival of foreign plants of autochthonous species. The economic benefits raised by the use of this kind of plants on environmental restaurations, reafforestations and gardening have caused the appearance of enterprises which offer plants and seeds throughout Spain. The problem is that these plants and seeds often do not come from the territories where destined to be sold. An adequate form of regulation and an administrative knowledge would be necessaries to preserve in the best possible way the barrier of partial floristic impermeability which gives insularity to the Balearic flora in particular.

Respect to the actual «*in situ*» protection of flora, one national park exist within the Balearics, two natural parks and other natural parks pending of declaration. It is noticeable that the number of threatened taxa present in these parks are very low, and they do no contain species in danger of extintion. In the table 5 we consignate the presence of the threatened endemic taxa of table 2 in each island or group of islands, in the declarated parks to date and in the «Especial Areas for Plant Conservation» (see below).

The conservationist interest of these protected areas is undeniable, but we must be aware that they are insufficient for the protection of threatened plants of Balearic Islands. Unfortunately, in spite of the existence of studies about endangered areas of outstanding botanic interest or about zones of endangered plants accumulations (CARDONA, 1980 ; GOLDSMITH, 1974 ; LLORENS & TEBAR, 1991 ; MOREY, 1987 ; MUS, 1993), there are no present-day reserves to ensure the existence of endangered taxa or communities. In the documents mentioned before (MUS, 1993) there are initial proposals of the protection areas which are presented here, althought not extensively, in figure 1.

The evidence for the urgence in the establishment of some selected areas where the conservation of flora is guaranteed and given priority, and the need to design special conservation zones for certain taxa included in the European Habitats Directive, are important arguments in justifying the declaration of these «Especial Areas for Plant Conservation» with a legal status of Natural Reserve.

Table 5
Threatened balearic endemics in the islands, in the present-day Parks and in the Especial Areas for Plant Conservation (EAPC) projected

IUCN categories : CR- critical ; EN- endangered ; VU- vulnerable ; CD- conservation dependent ; SU- susceptible

	Hectares	«CR»	«EN»	«VU»	«CD»	«SU»
Majorca		**3**	**6**	**4**	**8**	**9**
Majorcan Parks	5.064	0	0	0	2	2
Majorcan EAPCs	9.475	3	6	4	6	8
Minorca		**0**	**2**	**1**	**1**	4
Minorcan EAPCs	1.597	0	2	1	0	4
Eivissa Formentera		**0**	**1**	**1**	**3**	**7**
Eivissa and Formentera EAPCs	2.138	0	1	1	2	7

Figure 1.- Especial Areas for Plant Conservation (EAPC) proposed
Minorca. 1- Punta Nati ; 2- Cala D'Algairens-Bassa Verda ; 3- Cala del Pilar ; 4- Binimel.là ; 5- Cap de Cavalleria ; 6- Talaia de Fornells ; 7- Mola de Fornells- Ses Olles ; 8- Punta Montgofre ; 9- Favàritx-Illa den Colom ; 10- Sa Mesquida ; 11- Cap Negre ; 12- El Toro ; 13- Ermita de Ferreries ; 14- Barranc D'Algendar
Eivissa-Formentera. 15- S'Espartar- Ses Bledes ; 16- Cap Nonó ; 17- Albarca- Cala den Sardina ; 18- Penyal de S'Aguila ; 19- Ca'n Jordi ; 20- Malvins ; 21- Estany Pudent- S'Espalmador ; 22- La Mola ; 23- Talaia S. Josep- Roques Altes ; 24- Cap des Jueu- Vedrà ; 25- Es Codolar- Es Cavallet
Majorca. 26- Galatzó ; 27- Planícia ; 28- Alfàbia ; 29- Puig Major ; 30- Massanella - Tossals ; 31- Torrent de Pareis ; 32- Tomir ; 33- Mortitx ; 34- Ternelles - Ariant ; 35- Coves Blanques ; 36- Bóquer ; 37- Formentor ; 38- S'Albufera ; 39- Cap Ferrutx- Colònia de S. Pere ; 40- Carregador de Capdepera ; 41- Salines Colònia de S. Jordi ; 42- Cabrera ; 43- Cap Blanc ; 44- Prat de Magalluf

ACKNOWLEDGEMENTS

I want to thank Josep Amengual, Guillem Alomar, Josep. Ll. Gradaille, Joan Mayol, Rosa Mejías and Néstor Torres their help in several aspects of the research. I wish to thank Josep A. Rosselló his critical reading of the manuscript and his helpful comments. I also want to acknowledge Martín Llobera for the English language correction.

REFERENCES

BOLOS, O. (1962). Algunas novedades florísticas. Collect. Bot. (Barcelona) 6(10) : 357-362.

CARDONA, M. A. (1980). Estudi de les zones d'interès botànic i ecològic de Menorca. Consell Insular de Menorca. Maó.

DELVOSALLE, L. & J. DUVIGNEAUD (1968). Voyage à Majorque. Compte Rendu botanique des excursions. Les Naturalistes belges 48(8) : 365-388.

GÓMEZ-CAMPO, C.(coord.) (1987). Libro rojo de las plantas de la Península y Baleares. ICONA, serie tècnica. Madrid.

GOLDSMITH, F. B. (1974). An assessment of the nature conservation value of Majorca. Biological Conservation 6(2) : 79-83.

JACKSON, P. S. W. & J. R. AKEROYD (1992). Etude sur les lignes directrices à suivre pour les plans de conservation et de récupération des végétaux. 29 pp. BGCI.

LESOUEF, J. Y. (1985). The conservation of threatened species in cultivation. In : P. Maudsley, E. Crowle & C. Foyle (eds.) Proceedings of the 2nd International Conference of the International Association of Botanic Gardens. : 47-53. Koeltz. Königstein.

LLORENS, LL. & F. J. TEBAR (1991). Delimitación de las áreas más apropiadas para la conservación de la flora y vegetación de la isla de Formentera. Boll. Soc. Hist. Nat. Balears 33 : 25-39.

MOREY, M. (1985). Influence of historical and cultural differences in the actual level of conservation of Nature between Majorca and Minorca Islands (balearic Islands, Spain). In J.A. McNeeley & D. Pitt (eds.) : Culture and conservation. The human dimension in environmental planning : 91-99. Croom Helm. London.

MOREY, M.(coord.) (1987). Espacios Naturales de Baleares. Evaluación de 73 áreas para su protección. Conselleria d'Obres Públiques i Ordenació del Territori. Palma de Majorca.

MOREY, M. ; M. J. BOVER & J. A. CASAS (1992). Change in environmental stability and the use of resources on small islands : the case of Formentera, Balearic Islands, Spain. Environmental Management 16(5) : 575-583.

MUS, M. (1992). Estudio de la diversificación en la flora endémica de Baleares. Aspectos taxonómicos y evolutivos. Ph. D. Thesis. Universitat de les Illes Balears. Palma de Majorca. (unpublished)

MUS, M. (1993). Plans de Conservació dels Vegetals Amenaçats de les Balears. I. Majorca. II. Menorca. III. Pitiüses. Conselleria d'Agricultura i Pesca. Govern Balear. 1993. Palma de Majorca.

ECOLOGIA MEDITERRANEA XXI (1/2) 1995 : 195-212

The flora of the Greek islands

La flore des îles grecques

D. TZANOUDAKIS* and M. PANITSA*

SUMMARY

In this article, the authors give prominence to the interest of the floras of the Greek islands. After describing datas and main caracteristics of different groups of islands and archipelagos (Ionian islands, Peloponnisos, Southern Aegean area, Central Aegean area, Western Aegean area, Eastern Aegean area, Northern Aegean area), the Greek flora's problems on biogeograph, biosystematics, conservation and management are pointed out. They are concluding with a discussion concerning the knowledge and the conservation of the islands' flora and the necessity to educate populations to preserve this natural inheritance.

KEY WORDS : Biodiversity, Greek islands, conservation, endangered species

RÉSUMÉ

Dans cet article, les auteurs mettent en évidence l'intérêt de la flore des îles grecques. Après une description de l'état des connaissances et des caractéristiques majeures des différents groupes d'îles ou archipels (Iles Ioniennes, Péloponèse, partie méridionale de l'archipel Egéen, Cyclades, partie occidentale de l'archipel Egéen, partie septentrionale de l'archipel Egéen), ils identifient les problèmes concernant la taxonomie et la biosystématique, ainsi que les problèmes de conservation et de gestion de la flore grecque. Ils concluent sur une discussion concernant la connaissance et la conservation de la flore des îles, en insistant sur la nécessité d'éduquer les populations afin de préserver cet héritage.

MOTS-CLES : biodiversité, îles grecques, conservation, espèces menacées

INTRODUCTION

It is well known that Greece comprises one of the most rich and diverse floras in Europe and there is no doubt that it is due to the geographical position, geological history and geomorphology of the Greek area. Among the main features of the Greek geography, is the great number of islands and islets, ca 2000, which are dispersed to the three seas (Ionian, Cretan and Aegean) which surround the Greek Peninsula. Consequently the Greek islands do not consist a uniform, from a geographical point of view, area. The greek islands may differ to each other regarding a great number of geographical parameters viz: position (latitude, longitude), size, altitude, geology, period of isolation etc.

*Division of plant Biology, Department of Biology, University of Patras Patra 26000 Greece

The majority of the greek islands and islets are concentrated in the Aegean area, being the remnants of an Aegean Continent which connected the Greek Peninsula with the Anatolian one. The size of the Greek islands varies from a few acres, in the cases of the islets, to a few thousands km^2 (Crete, Euboea) but only in a few cases the island's size exceeds the 500 km^2 (table1). Very often, however, such small islands are characterized by mountains exceeding or approaching the altitude of 1000 m (Table 1). Such a combination of characters contributes to the peculiar geomorphology of the Greek islands which are very often characterized by the presence of many valleys, gorges, rocky crevices and coasts. In many cases, especially in the Aegean area, the coasts are quite vertical ranging from the sea levels to an altitude of several hundred meters. As it is well known such limestone cliffs house most of the rare and endemic species of the Greek insular flora. It is to pointed out however that the cliffs are not the only interesting habitats

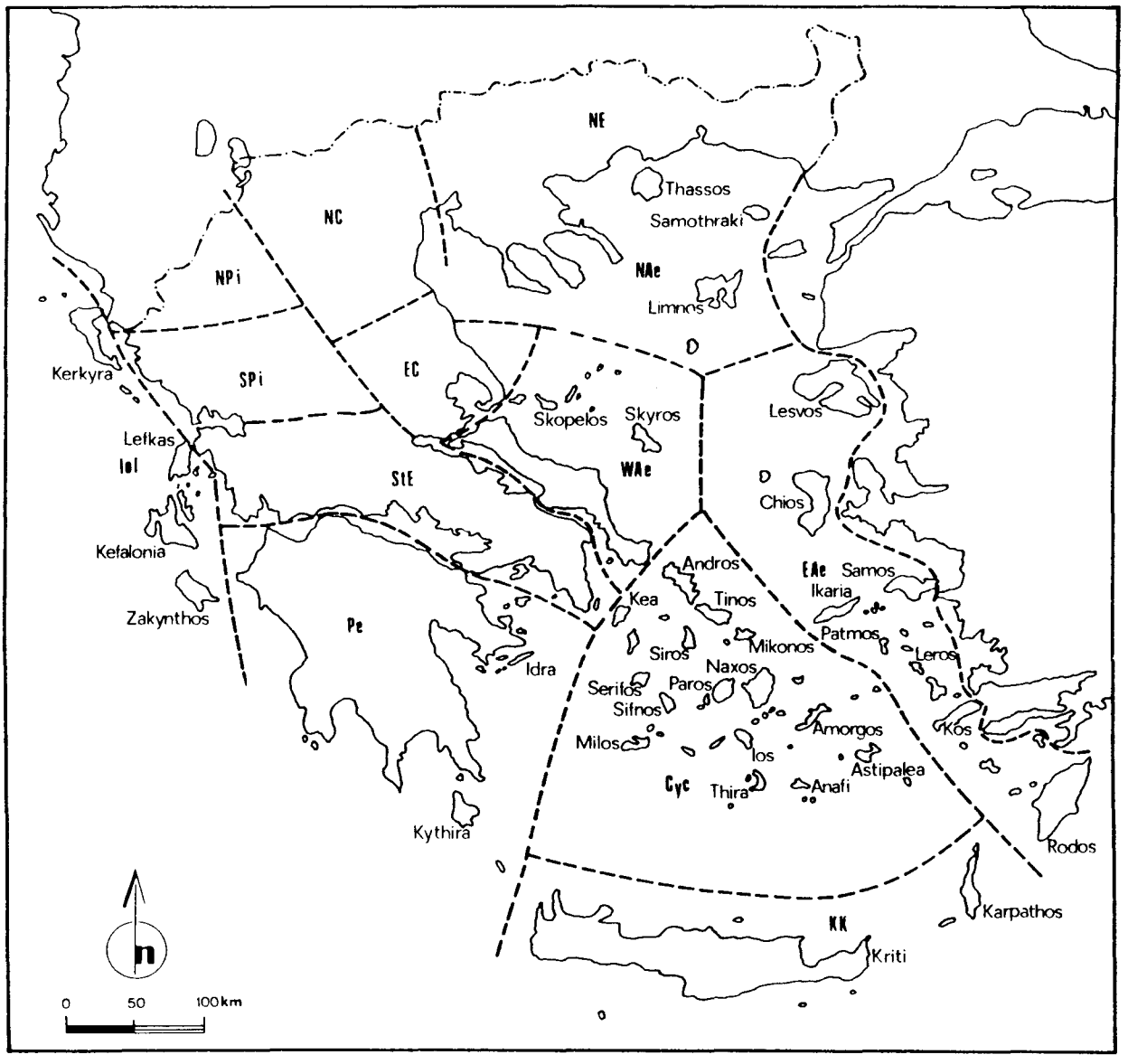


Figure 1.- Biogeographical subdivision of the Greek area adopted for the "New Flora Hellenica Project" (STRID, 1991)

Table 1
The bigger Greek islands (Crete is not included) and maximum altitude.

Name	Biogeographical Subdivision	Size (Km^2)	Alt (m)
Euboea	WAe	3.654	1743
Lesvos	EAe	1.630	1628
Rodhos	EAe	1.398	1297
Chios	EAe	842	1297
Kefallinia	IoI	781	1628
Kerkyra	IoI	592	906
Samos	EAe	476	1433
Limnos	NAe	476	355
Naxos	Cy	428	1000
Zakynthos	IoI	402	756
Andros	Cy	380	994
Thasos	NAe	379	1127
Lefkas	IoI	303	1157
Karpathos	SAe	301	1215
Kos	EAe	291	846

of the Greek islands. Beaches, small or extensive ones, hills and mountain slopes house also endemics or interesting, from several points of view, species of the Greek flora.

Based on geographical, paleogeographical and biogeographical data the Greek area consists of several biogeographical regions most of which are exclusively insular or include both continental and insular parts. In this contribution we are going to present and discuss the available floristic information, region by region following the most recent biogeographical subdivision of the Greek area adopted for the «New Flora Hellenica Project» (STRID 1991, Figure 1). Also, we are going to start our survey from 1975 because all the previous floristic publications dealing with the Greek mainland and islands have been concentrated in three papers published by GREUTER *et al.* (1974), PHITOS (1975) and ECONOMIDOU (1976).

CONTRIBUTIONS TO THE FLORA OF THE GREEK ISLANDS

Although the visit of BOISSIER to Greece (1842) is considered as the beginning of the «Floristic Period» of the Greek Botany (GREUTER *et al.* 1974) plant material and other floristic information from the Greek islands are already available to the European naturalists since the end of 16th century (POLITIS, 1932) (Table2). Lying on the crossroad of the main sea routes connecting Europe with Asia and Africa and being well known due to the mythology and the history, the Greek islands were always an attractive place for visitors who, very soon, realized the beauty of the greek nature and the existence of a rich and interesting flora.

As it is evident from three literature papers appearing in the midlle of the 1970 (GREUTER *et al.* 1974 ; PHITOS, 1975 ; ECONOMIDOU 1976) the up to this period floristic publications are more or less eaquivalently distributed among the Greek islands and mainlands.

An analysis of the floristic reports given by ECONOMIDOU (l.c.) reveals that since the end of 19^{th} century the Aegean islands (including Crete) became the center of the floristic researches in the Greek area. Floristic studies started by BARBEY, FORSYTH MAJOR, HELDREICH, FIORI and PAMPAMINI, continued by RECHINGER and the years after by PHITOS, RUNEMARK, GREUTER, SNOGERUP *et al.* resulted to a better knowledge not only of the Aegean flora but also to a better understanding of the richness and diversity of the Flora of the whole Greek area.

In the papers of GREUTER *et al.* (l.c.), based on the available collections and floristic reports, maps have been reconstructed showing the region of Greece which were considered to be well-, ill-known, or unexplored and also the regions from which the existing floristic data have been published. These maps have been prooved to be very useful guides for the forcoming floristic explorations and studies in the Greek area, especialy to the direction to avoid duplicated work and to study unexplored or ill explored areas.

Local floras

Ionian islands (IoI)

Although in this biogeographical subdivision belong some of the most well known islands of Greece (Corfu, Kephalinia, Zakynthos etc.) it is worthnoting that most of the floristic information available until 1975 was based on papers published between 1875 and 1920. The only recent floristic study was that of HOFMANN (1968) dealing with the islands of Lefkas.

Since 1975, mainly due to the activity of the Botanical institute of the University of Patras (GEORGIADIS, PHITOS) and Berlin (DAMBOLDT) floristic contributions for several of the islets and islands of this region have been published (Table 2A). By GEORGIADIS *et al.* (1986) the phytogeography of the Ionian area is discussed and the low number of regional endemics (mainly at the subspecific rank) known

Table 2
Floristic contributions to the Greek islands and islets (1975-1993). For the phytogeographical subdivisions of the greek area we follow STRID (1991). Within each region the islands and islets are arranged from N to S and from W to E

A
IONIAN ISLANDS (ION. I) : **Othoni** (GEORGIADIS 1983), **Erikousa** (GEORGIADIS 1985), **Kerkyra** (HANSEN 1982, GEORGIOU 1988), **Paxi** (GEORGIADIS *et al.* 1986), **Oxeia** (CHRISTODOULAKIS *et al.* 1988), **Kephallinia** (PHITOS & DAMBOLDT 1985).

B
PELOPONNISOS (Pe) : **Elafonnisos** (JAGEL 1992), **Spetses** (NIKOLAIDOU & YIANITSAROS 1990).

C
SOUTH AEGEAN (KK) **but excluding the island of Crete** : **Grambouses** (ECONOMIDOU (ed) 1988), CHRISTODOULAKIS *et al.* 1991, **Pontikonisi, Theodhorou, Paximadhia, Koufonnisi, Elassa** (TZANOUDAKIS (ed) 1992), **Dionysades** (CHRISTODOULAKIS *et al.* 1990), **Kasos** (GREUTER *et al.* 1982), **Armathia** (RAUS 1989), **Karpathos** (FISCHER 1980), **Karpathos** : (GREUTER *et al.* 1983), (Raus 1984), (HONER 1991). **Islets near Karpathos** (HONER & GREUTER 1987), HONER & GREUTER 1988.

D
CYCLADES (CY) : **Andros** (AKEROYD & PRESTON 1987), **Islets near Andros** (SNOGERUP S. & SNOGERUP B. 1987), **Yiaros** (TZANOUDAKIS 1981), **Mavres** (PANITSA & TZANOUDAKIS 1993), **Eraklia, Agrili, Ophidousa** (TZANOUDAKIS (ed) 1992), **Nea Kameni** (RAUS 1986), **Avgo** (GREUTER & PIEPER 1975).

E
WEST AEGEAN ISLANDS (WAe) : **Euboea** (AKEROYD & PRESTON 1987 ZIELINSKI 1990), **Psathoura** (SNOGERUP *et al.* 1980), **Yioura** (KAMARI *et al.* 1988), **Kira Panagia** (SNOGERUP *et al.* 1991). **Piperi** (TSIMBOURLA & YIANITSAROS 1990), **Skiathos, Skopelos** (ECONOMIDOU 1975), **Islands & Islets of the North Euboean Sea** (SARLIS 1981).

F
EAST AEGEAN ISLANDS (E. Ae) : **Lesvos** (EDMONSON 1982), **Psara** (GREUTER 1976), **Chios** (ZIELINSKI 1987, BORATYNSKI & ZIELINSKI 1990), **Enouses** (TZANOUDAKIS (ed) 1992), **Samos** (CHRISTODOULAKIS 1984, 1986, CHRISTODOULAKIS & GEORGIADIS 1990), **Plochoros, Pilavi, Kalapodi, Makronisi, Capparonisi, Tripiti, Fragonisi (North Dodekanessos)** (PANITSA & TZANOUDAKIS 1991), **Komeno nisi (North Dodekanessos)** (PANITSA & TZANOUDAKIS 1993), **Kos, Kalymnos, Pserimos, Telendos** (HANSEN 1980), **Nisyros, Kandeliousa** (PAPATSOU 1975), **Kos, Nisyros, Tilos** (BURTON 1991), **Kos, Rhodos** (STRASSER 1981), **Rhodos** (GILLI 1977), **Rhodos, Simi, Tilos** (CALSTROM 1987), **Kastelorizo** (GREUTER 1979).

G
NORTH AEGEAN ISLANDS : **Thasos** (AKEROYD & PRESTON 1987, KONSTANTINOU & BABALONAS 1992), **Samothraki** (AKEROYD & PRESTON 1987), **Limnos** (ECONOMIDOU 1981), **Limnos** (TZANOUDAKIS (ed) 1992), **Agios Evstratios** (SNOGERUP, S. & SNOGERUP, B 1991).

from that region is pointed out. However interesting from a phytogeographical point of view seems to be the distribution patterns showing by a few species occuring in the island of Kefallinia which suggest phytogeographical connection with both Greek and Italian Peninsula (PHITOS & DAMBOLDT 1985). It is pointed out that the forest of *Abies cephalonica* in Keffallinia has already been characterized as a national reserve and an in details study of this forest is in progress by PHITOS in Patras. Also in Patras the study of the endemic flora of Zakynthos is in progress (ANAGNOSTOPOULOS & ATHANASIOU) and in the Botanical institute of the University of Athens the floristic study of the southern islets of the Ionian region (STROFFADES) has already started (YANNITSAROS *et al.).*

Peloponnisos (Pe)

Southern of Peloponissos there are a few islands-the bigger of which is Kythera-, interesting from a biogeographical point of view, since they are considered as the remnats of a land bridge which connected southern Peloponnisos

with western Crete. Smaller islands of this area are Elaphonnisos (between Kythera and Peloponnisos) and two others (Schiza and Sapientza) close to Messini Peninsula.

The flora of Kythera is considered as well known due to the contributions of GREUTER & RECHINGER (1967) and YANNITSAROS (1969). The island of Elaphonnisos was also included among the well known from a floristic point of view islets due to a list of 135 plant taxa published by YANNITSAROS (1971).

A recent floristic exploration of this islet by JAGEL (1992) revealed the existence in this islet of 585 taxa, 450 more. Among them one new species of *Saponaria,* described recently by PHITOS & GREUTER (1993) and also a few other taxa, interesting from a phytogeographical point of view. In the last category belongs *Allium circinatum* which until 1980 was considered as a local endemic of the western Crete. Now its distribution range extends to Eastern Crete and Southern Peloponnisos (TZANOUDAKIS & IATROU 1982 ; JAGEL l.c.).

Southern Aegean area (KK)

This area, including the island of Crete, Karpathos-Kasos and the neighbouring islets, is one of the most atractive ones for the Botanists due to the high percentage of endemic taxa occuring there. As the flora of the island of Crete is the subject of the next paper (De MONTMOLIN & IATROU), we attend to give here only some informations regarding recent contributions to the flora of the islets surrounding Crete and those of the Kasos - Karpathos group (Table 2C).

In the frame work of a project dealing with floristic exploration in southern Aegean area most of the islets of the Cretan area have been visited, preliminary results have already been published (Table 2C) and the flora of these islets is in preparation in Patras (TZANOUDAKIS & coworkers). In order to realize the difficulties related to the study of the Greek insular flora and the need for exploration of even small unexplored pots the case of the small islet of Pontikonisi, in the NW end of the Cretan area seems to be worthnoting. As a result of a recent floristic exploration of this islet a new species of *Allium* has been described (TZANOUDAKIS & KYPRIOTAKIS 1993) and the presence of *Silene fabaria* in the whole southern Aegean area has been noticed for the first time.

The flora of the Kasos-Karpathos island group is one of the most well explored and studied due to the contributions of GREUTER and his cooworkers in Berlin. In a series of papers, already listed (Table 2C), information has been given regarding the flora, the vegetation and the phytogeography of the area. Also in a few cases the plant population dynamics in small and isolated islets have been studied.

Central Aegean Area (Cy)

In accordance to GREUTER *et al.* (1974) Cyclades were considered among the Greek islands well explored from a floristic point of view and the flora of Cyclades was considered to be in progress by RUNEMARK since 1974. Obviously due to these notes recent students of the Greek flora were not occupied with that area and as a consequence recent floristic studies dealing with the Cyclades islands are very scattered (Table 2D).

It is to pointed out however that, because a lot of plant material from Cyclades area is deposited in Lund and other European Herbaria, many representatives of the Cyclades flora have been studied in the framework of biosystematic studies and/or taxonomic revisions (Table 3).

The phytogeographical interest of the Cyclades area has been noted by RUNEMARK in a series of papers (see ECONOMIDOU 1976 for references) and special attention has been given to the obligate chasmophytes (ca 60) and their distribution patterns in the Aegean area. Almost all of them show an uneven distribution in Cyclades area and most of them reach the southern Aegean area too, (Karpathos-Crete) suggesting phytogeographical connection with that area.

Nowdays, in the framework of the floristic projects in the S., C. & E. Aegean area already menthioned floristic research is in progress in a few islands in Patras by TZANOUDAKIS & coworkers (Milos, Eraklia, Mavres) by TINIAKOU *et al.* (Serifos) and also in Kirchheim and Athens by BOHLING (Naxos) and KOUMPLI & YANNITSAROS (Coastal flora) respectively.

Western Aegean area (W Ae)

Recent floristic reports from this area are mainly due to ECONOMIDOU, PHITOS and SNOGERUP who had started their studies in that area since the 1960"s. These studies deal mainly with the islands and islets of North Sporades (table 2E).

For one of the biggest islands of the area (Euboea), which has been studied earlier by RECHINGER and PHITOS there are only a few recent floristic notes given by AKEROYD & PRESTON (1987). The islet Piperi has been explorated recently by TSIMBOURLA & YANNITSAROS (Athens) but the results have

not been published yet.

In this area there are very interesting floristic elements suggesting phytogeographical connections with both insular and continental areas of Greece. Some of the islands and islets of this area are characterized by the presence of very interesting biotopes and house several endemic and rare species. YIOURA has already been proposed to be a nature reserve (SNOGERUP 1991, KAMARI *et al.* 1988) exactly because it houses a large number of such species.

In the area of Northern Sporades (Alonisos) exists already a national park which concerns the monk seals. It should be very important to expand it geographically and biologically to include terrestrial habitats and plant species.

Eastern Aegean Area

The E. Aegean area consists of the Greek islands and islets of Dodekanesos (except Karpathos & Kasos group) and the islands of Ikaria, Samos, Chios, Lesvos and their neighbouring islets. This is the only part of a European country which is not covered by Flora Europaea. From a floristic point of view the area was considered as more or less unexplored and ill known by GREUTER *et al.* (1974). Consequently, it is not surprising that a great number of papers dealing with the flora of this area have been published recently (Table 2F).

Due to these contributions several islands of this area are now well known from a floristical point of view and the floristic and chorological data accumulated are very important in our attempt to understand the biogeography of the Aegean area.

We have to mention the study of CARLSTROM (1987) in which the main floristic and chorological data of the S.E. Aegean flora are analysed and discussed. From a comparison of the floras of different Aegean regions it is evident that within the Eastern Aegean area, the Southern part is characterized by a more diverse flora and houses more Aegean and regional endemics. Our institute in Patras continues the floristic exploration in the area and studies which are in progress deal mainly with islands & islets lying in the boundary lines of this biogeographical subdivision(Ikaria, Lipsi, Arki, Agathonisi, Farmaconisi, Chios, Enouses etc.) and the results is aspected to contribute to a better knowledge of the flora and phytogeography of the Aegean area.

North Aegean area (NAe)

The islands of Thasos, Samothraki, Lemnos and Hagios Eustratios belong to the subdivision of N. Aegean region, but only from the last one a floristic study has been published recently (SNOGERUP & SNOGERUP 1991). The three remained islands don't belong to the category of the ill-explored areas,according to GREUTER *et al.* (1974), but there is no doubt that their floras should be revised. It is suggested by some recent floristic explorations and the number of the new floristic reports mentioned (AKEROYD & PRESTON 1987).

TAXONOMY AND BIOSYSTEMATICS

It is to pointed out that the contributions to the Greek insular flora are not restricted to the papers dealing with local floras already mentioned. During the years 1975-1992 an amazing number of papers on Biosystematics, Caryology and Biogeography dealing with representatives of the Greek insular flora have been published and a lot of new taxa have been described (Table 3 & 4). These studies are based mostly on both living and dried material collected by the authors who had visited repeatitevely the area under study and consequently they had direct knowledge of the variation patterns and the diversity of the Greek insular flora. As most of these papers (Table 3) deal with the study of plant genera represented in more than one biogeographical subdivision of the Greek area, the authors find the opportunity to touch the sense of biology i.e. the problem of evolution and in our case the origin and the evolutionary process of the Greek insular flora.

CONSERVATION AND MANAGEMENT OF THE GREEK INSULAR FLORA

Since long time ago it was known that the Greek area, both mainland and islands, houses a high percentage of rare and or endemic plant species but special attention to their protection has been given only during the last 20 years. During this period several students of the Greek flora, but national and international organizations as well, have realized the problem and a number of papers, on this subject, have been published. Among these we mention CARDONA and CONTANDRIOPOULOS (1977), BROUSSALIS (1977), YANNITSAROS (1977, 1978 & 1979), LUCAS (ed.) (1982), LEON *et al.* (1985), LOVRIC (1987) referring mainly to the endemic greek species which in accordance to their distribution range are classified to the known IUCN'S categories and in some cases proposals for their protection are made. SNOGERUP (1985 & 1991),

Table 3
Taxonomic revisions and/or chromosome studies in plant genera representatives of the Greek insular flora, (1975-1993)

PTERIDOPHYTA

SINOPTERIDACEAE : **Cheilanthes** (ZIMMER 1991), **Cosentinia** (ZIMMER 1991), **Notholaena** (ZIMMER 1991).

DICOTYLEDONES

ARISTOLOCHIACEAE : **Aristolochia** (NARDI 1987, 1989, 1991).
BORAGINACEAE : **Lithodora** (BROWICZ 1986), **Onosma** (TEPPNER 1991), **Symphytum** (STEARN 1986).
BRASSICACEAE : **Aethionema** (ANDERSON *et al.* 1983), **Allysum** (PHITOS *et al.* 1989), **Brassica** (SNOGERUP *et al.* 1990), **Capsella** (SVENSSON 1983), **Ricotia** (KAMARI & MATHAS 1986).
CAMPANULACEAE : **Campanula** (PHITOS & KAMARI 1983, 1988, CARLSTROM 1986).
CARYOPHYLLACEAE : **Arenaria** (CARLSTROM 1986), **Bolanthus** (PHITOS 1981), **Bufonia** (PHITOS & KAMARI 1992), **Dianthus** (RUNEMARK 1980), **Silene** (MELZHEIMER 1977, 1979, 1980, 1981).
COMPOSITAE : **Anthemis** (STEPHANOU & GEORGIADIS 1982, BADEN 1983, FRANZEN 1986, GEORGIOU 1990 & 1991), **Aster** (PHITOS *et al.* 1989), **Carlina** (MEUSEL *et al.* 1984), **Centaurea** (PHITOS & DAMBOLDT 1976, GEORGIADIS & PHITOS 1977, GEORGIADIS 1980, 1981a & b, 1983, PHITOS & GEORGIADIS 1981, GEORGIADIS & CHRISTODOULAKIS 1984, TZANOUDAKIS 1986, PHITOS *et al.* 1989, ROUTSI 1993), **Crepis** (KAMARI 1976, TZANOUDAKIS 1986, ANAGNOSTOPOULOS & KAMARI 1992), **Cynara** (TZANOUDAKIS & KYPRIOTAKIS 1987), **Hyoseris** (TZANOUDAKIS & KYPRIOTAKIS 1987), **Lactuca** (TZANOUDAKIS 1986), **Ptilostemon** (TZANOUDAKIS 1986), **Reichardia** (SNOGERUP B. 1980).
CRASSULACEAE : **Sedum** (RUNEMARK & GREUTER 1981, HART 1985, HART & ALPINAR 1991).
DIPSACACEAE : **Knautia** (EHRENDORFER 1981), **Scabiosa** (DAMBOLDT *et al.* 1981, PHITOS 1988).
EUPHORBIACEAE : **Euphorbia** (PHITOS *et al.* 1989).
GERANIACEAE : **Erodium** (DAHLGREN 1980).
LABIATAE : **Scuttellaria** (DAMBOLDT 1976), **Stachys** (DAMBOLDT 1976, PHITOS 1988), **Teucrium** (DAMBOLDT 1976), **Thymus** (DAMBOLDT 1976).
LEGUMINOSAE : **Medicago** (KAMARI & MATHAS 1986), **Hippocrepis** (HONER 1986).
LINACEAE : **Linum** (PHITOS & MATHAS 1986).
PAEONIACEAE : **Paeonia** (TZANOUDAKIS 1976, 1981, STEARN & DAVIS 1984).
PLUMBAGINACEAE : **Limonium** (ARTELARI 1984a & b, 1987, 1989, 1992, ARTELARI & KAMARI 1986).
ROSACEAE : **Amelanchier** (BADEN 1983), **Crataegus** (CHRISTENSEN 1992).
RUBIACEAE : **Galium** (KRENDL 1987).
RUTACEAE : **Ruta** (PHITOS *et al.* 1989).
SCROPHULARIACEAE : **Linaria** (CONTANDRIOPOULOS & YANITSAROS 1975).
VIOLACEAE : **Viola** (TINIAKOU 1983, 1991a & b, 1992).

MONOCOTYLEDONES

AMARYLLIDACEAE : **Galanthus** (KAMARI 1981, 1982), **Leucojum** (DAMBOLDT & PHITOS 1975), **Sternbergia** (KAMARI & ARTELARI 1990, ARTELARI & KAMARI 1990).
ARACEAE : **Arum** (BEDALOV 1981), **Biarum** (ATHANASSIOU & KAMARI 1992).
GRAMINEAE : (DAMANAKIS 1983, 1986, DAMANAKIS & SCHOLZ 1990, SCHOLZ 1989, 1991, WATSON *et al.* 1991), **Avenula** (LANGE 1983), **Castridium** (SCHOLZ 1986), **Helictotrichon** (LAKEBERG 1987, LANGE 1991), **Pennisetum** (DAMANAKIS & YANNITSAROS 1986), **Poa** (SCHOLZ 1984, 1986, PHITOS 1988).
IRIDACEAE : **Crocus** (PAPANIKOLAOU & ZAHAROF 1980, MATHEW 1977, 1983, PHITOS & KAMARI 1983, RAUS 1983, PHITOS *et al.* 1989).
LILIACEAE : **Allium** (BOTHMER 1975, 1982, JONSON 1982, STEARN 1977,1978, TZANOUDAKIS 1983, 1985, 1986a & b, 1991, TZANOUDAKIS & VOSA 1988, TZANOUDAKIS & KARAVOKYROU 1989, TZANOUDAKIS & KOLLMAN 1991, KARAVOKYROU & TZANOUDAKIS 1991, BRULLO *et al.* 1991), **Bellevalia** (PHITOS 1988), **Fritillaria** (RIX 1975, 1979, BROUSSALIS 1978, KAMARI 1984, 1991, ZAHAROF 1986), **Leopoldia** (BENTZER & LANDSTROM 1975), **Muscari** (KARLEN 1984), **Ornithogalum** (ZAHARIADIS 1977a & b, 1978, 1981, LANDSTROM 1979, PHITOS 1988), **Scilla** (HONG 1982, TZANOUDAKIS *et al.* 1991), **Tulipa** (ATHANASSIOU 1988).
ORCHIDACEAE : (PEITZ 1980, KUNKELE 1983, HILLER & KALTEISEN 1988), **Ophrys** 500 (1977-1979), **Serapias** (BAUMANN & KUNKELE 1989).

Table 4
New species of the Greek insular flora described between 1975-1993. Biogeographical subdivisions (regions) in accordance to STRID (1991)

Taxon	Author(s)	Year	Region
Allium calamarophilon	PHITOS & TZANOUDAKIS	1981	WAe
chalkii	TZANOUDAKIS & KOLLMAN	1991	EAe
ionicum	BRULLO & TZANOUDAKIS	1994	IoI
karistanum	BRULLO , PAVONE & SALMERI	1993	WAe
platakisii	TZANOUDAKIS & KYPRIOTAKIS	1993	SAe
rhodiacum	BRULLO *et al.*	1992	EAe
Alyssum pogonocarpum	CARLSTROM	1984	EAe
samium	DUDLEY & CHRISTODOULAKIS	1989	EAe
Armeria johnsenii	PAPANICOLAOU & KOKKINI	1982	WAe
Asperula icarica	SCHONBECK-TEMESY&EHRENDORFER	1980	EAe
samia	CHRISTODOULAKIS & GEORGIADIS	1983	EAe
Bolanthus intermedius	PHITOS	1981	WAe
Bufonia euboica	PHITOS & KAMARI	1992	WAe
Campanula castellorizana	CARLSTROM	1986	EAe
nisyria	PAPATSOU & PHITOS	1975	EAe
simulans	CARLSTROM	1986	EAeg
Centaurea mantoudi	GEORGIADIS	1983	WAe
paxorum	GEORGIADIS& PHITOS	1977	IoI
Consolida arenaria	CARLSTROM	1983	EAe
Erysimum cephalonicum	POLATSCHEK	1978	IoI
Fritillaria sporadum	KAMARI	1983	WAe
rixii	ZAHROF	1986	WE
Galium capreum	KRENDL	1987	NAe
circae	KRENDL	1987	IoI
conforme	KRENDL	1987	Cy & E.Ae
decorum	KRENDL	1987	NAe
insulare	KRENDL	1987	NAe
malickyi	KRENDL	1987	IoI
mixtum	KRENDL	1987	IoI
pastorale	KRENDL	1987	EAe
samium	KRENDL	1987	EAe
violaceum	KRENDL	1989	Pelop
Limonium antipaxorum	ARTELARI	1984	IoI
arcuatum	ARTELARI	1984	IoI
brevipetiolatum	ARTELARI & ERBEN	1986	IoI
cephalonicum	ARTELARI	1984	IoI
damboldthianum	PHITOS & ARTELARI	1981	IoI
ithacense	ARTELARI	1984	IoI
phitosianum	ARTELARI	1984	IoI
saracinatum	ARTELARI	1984	IoI
zacynthium	ARTELARI	1984	IoI
Origanum symes	CARLSTROM	1984	EAe
Ornithogalum brachystylum	ZAHARIADIS	1978	EAeg
exaratum	ZAHARIADIS	1977	WAe
pumilum	ZAHARIADIS	1982	EA & SAe
sphaerolobum	ZAHARIADIS	1977	EAe
Poa cephalonica	SCHOLTZ	1983	IoI
pelasgis	SCHOLTZ	1985	Aeg
Saponaria jagelii	PHITOS & GREUTER	1993	Pelop
Sedum caricum	CARLSTROM	1985	EAeg
delicum	CARLSTROM	1985	Aeg
samium	RUNEMARK & GREUTER	1981	EAe
Silene samia	MELZHEIMER & CHRISTODOULAKIS	1982	EAe
Sternbergia greuteriana	KAMARI& ARTELARI	1990	SAe
Trifolium praetermissum	GREUTER, PLEGER & RAUS	1983	SAe
Umbilicus albido-opacus	CARLSTROM	1984	EAe
Viola dirphya	TINIAKOU	1991	WAeg

LOVRIC & RAC (1991) STRID & KIT TAN (1992) and PANITSA & TZANOUDAKIS (1993) have also noticed the need for protection of the habitats housing endemics, relict elements and other taxa important for the conservation of the existing biodiversity.

DISCUSSION

In spite of the great number of papers dealing with the Greek insular flora already listed (tables 2,3,4) it is not easy for us to give a clear and in one word answer to the question: «Do we know the flora of the Greek islands?» If this question concerns the number of the plant taxa occuring in the whole insular part of the Greek area the answer is without hesitation negative. The difficulties related to the exploration and knowledge of the Greek insular flora are well known and are also suggested by recent floristic studies in areas which were considered as very well known from a floristic point of view.

In the example of Elafonissos already mentioned, two others, the islands of Nisyros and Samos could be added. These islands were very carefully explored and studied by PAPATSOU (1975) and CHRISTODOULAKIS (1986) respectively. However, a few years later a lot of floristic reports have been added to the floras of these two islands by BURTON (1991) and SNOGERUP & SNOGERUP (1993). It is to pointed out, however that the new records are mainly of quantitive nature and increase only in number the trivial taxa occuring on each of these islands. As a result the main floristic and phytogeographical characters of the two islands remain almost unchanged since these are based on taxa showing a more or less restricted distribution range and housing specialized biotopes.

So, returning to the main question regarding our knowledge of the Greek insular flora from a qualitive point of view, the answer must be rather affirmative than negative.

We believe that the main floristic and phytogeographical characters of each island or insular group are not going to change very much the next years by the continuation of the floristic studies. However, these floristic studies should be continued because only by the accumulation of more data, we can understand and explain the distribution patterns and the diversity observed in the flora of the Greek islands. It is also noteworthing that the contribution of the botanists to the science of Biology is not restricted to the preparation of the floristic lists. As have been noticed by DAVIS & HEDGE (1975) there is an enormous amount of new and basic biological information to be gathered especially in the topics where ecology and taxonomy meet each other. Information regarding seedling development, types of vegetative propagation, perennation, phenotypic plasticity, plant response to pets and diseases are not only of biological but also of economical importance. On the other hand, the conservation and the management of the sensitive insular ecosystems of the Greek islands can't be based only on the distribution maps and on the rarity of the plant taxa. That we actually have to protect are the ecosystems and their diversity and first of all, we have to know very well all the different parameters related to the structure and the functions of these ecosystems.

It is also very important to know how the ecosystems and especially the sensitive insular ones react to the different human interferences. Nowdays in the Greek islands, due to the rapid grouth of the tourist sector the human interferences are not restricted to the known and gentle traditional ones (grazing, seasonal burning, agriculture etc.). The construction of big tourist facilities, the seasonal overpopulation, the needs for more water (overdrowing) and quary materials are events which have already contributed to the disturbance of the natural ecosystems and to a radical change of the way of life in most of the Greek islands. As a consequence in our attempt to approach the problem of the conservation and of the management of the Greek insular ecosystems we have to consider not only the ecological parameters but the social-economic ones too.

The publication of lists including endangered and vulnerable plant species of the Greek flora, the creation, by lows, of national parks and natural reserves are very inportants as the first step, to the direction of the protection of nature, but it will remain uneffective until we, as biologists, educate and sensitize local populations to environmental issues and particularly to the special values of their local areas as places which house unique pieces of the global biodiversity and monuments of our natural inheritance so important as those of our historical and cultural inheritance.

REFERENCES

AGUINAGALDE, I., SANCHEZ-YELAMO, M. D., SHAGARODSKY, T. (1991) : Phytochemical diversity in *Brassica cretica* Lam. Bot. Chron. 10 : 667- 672.

AKEROYD, J. R. & PRESTON, C. D. (1987) : - Floristic notes from the Aegean region of Greece. Willdenowia 16(2) : 349- 372.

ANDERSSON, I. A., CARLSTROM, A., FRANZEN, R., KARLEN, T. & NYBOM, H. (1983) : A revision of the *Aethionema saxatile* complex *(Brassicaceae)*. Willdenowia 13 (1) : 3-42.

ARTELARI, R. (1984) : Biosystimatiki meleti, tou genous *Limonium* stin periochi tou Ioniou pelagous (Thesis, with english summary) Univ. of Patras, Greece.

- (1984b) : Two new species of *Limonium (Plumbaginaceae)* from Zakynthos island (Greece). Mitt. Bot. Staatssamml. Munchen 20 : 429- 440.

- (1984c) : The genus *Limonium* in the Ionian area. Bot. Chron. 4(1- 2) : 17- 39.

- (1987) : On some *Limonium* species from the Cyclades islands, p.330. In : XIV International Botanical Congress Berlin (West), Germany. Abstracts. - Berlin.

- (1989) : Biosystematic study of the genus *Limonium* in the Aegean area I. Some *Limonium* species from the Kikladhes islands. Willdenowia 18 : 399-408.

- & ERBEN, M. (1986) : *Limonium brevipetiolatum*- eine neue hexaploid sippe aus sud- Griechenland. Mitt. Bot. Munchen 22 : 507-511.

- & KAMARI, G. (1986) : A karyological study of ten *Limonium* species endemic in the Ionian area, Greece. Willdenowia 15(2) : 497-513.

- &- (1991) : The genus *Sternbergia* in Greece : taxonomy & karyology II. Bot. Chron. 10 : 239-251.

ATHANASIOU, K. (1988) : Some cytogeographical notes on the genus *Tulipa* L. in Greece. Bot. Chron. 8(1-2) : 51-59.

BADEN, C. (1983) : A floristic note from the E. Aegean region. Willdenowia 13(2) : 321-322.

BAUMANN, H. & KUNKELE, S. (1989) : Die Gattung *Serapias* L.-eine taxonomische Ubersicht. Mitt. Bl. Arbeitskr. Heim. Orch. Baden- Wurtt. 21(3) : 355-946.

BAYER, M., KUNKELE, S. & WILLING, E. (1978) : Interimskarten zur Verbreitung der sudgriechischen *Orchideen*. - Mitt. Bl. Arbeitskr. Heim. Orch. Baden- Wurtt., 10 : 114-216.

BEDALOV, M. (1981) : Cytotaxonomy of the genus *Arum (Araceae)* in the Balkans and the Aegean area. Bot. Jahrb. Syst. 102 (1- 4) : 183-201.

BENTZER, B. & LANDSTROM T. (1975) : Polymorphism in chromosomes of *Leopoldia comosa (Liliaceae)* revealed by Giemsa staining. Hereditas 80 : 219-232.

BORATYNSKA, K. & DOLATOWSKI, J. (1986) : Distribution of *Amygdalus graeca* on Rhodes. Ann. Mus. Goulandris 7 : 25-32.

BORATYNSKI, A. & ZIELINSKI, J. (1990) : Some interesting woody species new for the island of Chios. Ann. Mus. Goulandris 8 : 33-40.

BOTHMER, R. von (1975) : Karyotype variation in *Allium bourgeaui*. Hereditas 79 : 125-132.

- (1982) : Karyotype Variation in *Allium commutatum (Liliaceae* s. lato). Plant. Syst. & Evol. 140 : 179-189.

- (1985) : Differentiation patterns in the *Scutellaria albida* group in the Aegean area. Nord. J. Bot. 5 : 421-439.

- (1987) : Differentiation patterns in the E. Mediterranean *Scutellaria rubicunda* group *(Lamiaceae)*. Pl. Syst. Evol. 155 : 219-249

- (1991) : Interspecific hybridization in *Scutellaria (Lamiaceae)* from Greece and Sicily. Willdenowia 20 : 5-13.

BROUSSALIS, P. (1977) : The protection of the flora in Greece and its problems. Ann. Mus. Goulandris 3 : 23-30.

- (1978) : Greek species of *Fritillaria*. Ann. Mus. Goulandris 4 : 13-18.

BROWICZ, K. (1986) : The genus *Lithodora* in the East Mediterranean region. Ann. Mus. Goulandris 7 : 39-48.

BRULLO, S. PAVONE, P. & SALMERI, C. (1991) Cytotaxonomical notes on *Allium dentiferum* Webb. & Berthelot, an unknown species of the Mediterranean flora. Bot. Chron. 10 : 785-796.

- ,- &- (1992) : *Allium rhodiacum*, a new species from Rhodos. Willdenowia 22(1/2) : 89-95.

- ,- &- (1993) : *Allium karistanum*, a new species from Evvoia. Abstracts of the VII OPTIMA meeting.

- & TZANOUDAKIS, D. (1994) : *Allium ionicum*, a new species from the Ionian islands (W. Greece). Willdenowia 24 : 53-57.

BURTON, R. M. (1991) : A check- list and evaluation of the flora of Nisyros (Dodecanese, Greece). Willdenowia 20 : 15-38.

CARDONA, M.A. & CONTANDRIOPOULOS, J. (1977) : L'endémisme dans les flores insulaires méditerranéennes. Mediterranea 2 : 49-77.

CARLSTROM, A. (1984) : New species of *Alyssum, Consolida, Origanum* and *Umbilicus* from the SE Aegean sea. Willdenowia 14 : 15-26.

- (1985) : Two new species of *Sedum* from S. Greece & SW Turkey. Willdenowia 15 : 107-113.

- (1986) : New taxa and notes from the SE Aegean area and SW Turkey. Willdenowia 16(1) : 73-79.

- (1986) : A revision of *Arenaria* sect. *Orientales* ser. *Orientales* incl. ser. *Deflexae (Caryophyllaceae)* in the Aegean and SW Turkey. Willdenowia 15(2) : 359-375.

- (1986) : A revision of the *Campanula drabifolia* complex *(Campanulaceae)*. Willdenowia 15(2) : 375-387.

- (1987) : A survey of the flora and phytogeography of Rhodos, Simi, Tilos and the Marmaris Peninsula (SE Greece, SW Turkey), Ph. D. thesis, University of Lund, 302 pp.

CHRISTENSEN, K.I. (1992) : Revision of *Crataegus* Sect. *Crataegus* and Nothosect. *Crataeguineae (Rosaceae- Maloideae)* in the Old World. Systematic Botany Monographs Vol. 35 : 1-199.

CHRISTODOULAKIS, D. (1984) : Neufunde fur die Flora der Insel Samos. (Griechenland). Willdenowia 14 : 75-87.

- (1986) : Flora and Vegetation of Samos. Ph. D. Thesis, Patras.

-, ECONOMIDOU, E. & GEORGIADIS, TH. (1991) : Geobotanische studie der Grabusen-Inseln (Sudagais). Bot. Helv. 101 : 53-67.

-, & GEORGIADIS, TH. (1983) : Eine neue *Asperula-* Art *(Rubiaceae)* von der Insel Samos, Griechenland. Willdenowia 13(2) : 341-344.

- &- (1990) : The vegetation of the Island of Samos, Greece. Ann. Mus. Goulandris 8 : 45-80.

- ,- ,ECONOMIDOU, E., IATROU, G., & TZANOUDAKIS, D. (1990) : Flora and vegetation der Dionysaden Inseln. Willdenowia 19 : 425-443.

- ,- , LOSING, J. & SEVERIN, I. (1988) : Flora, vegetation und okologische Bedeutung der Insel Oxeia (Ionische Inseln, Griechenland). Candollea 43 : 209-222.

CONTANDRIOPOULOS, J. & YANNITSAROS, A. (1975) : Distribution géographique et cytotaxonomique du *Linaria hellenica* Turrill *(Scrophulariaceae)*. Candollea 30 : 223-300.

DAHLGREN, G . (1980) : Cytological and morphological investigation of the genus *Erodium* L'Her. in the Aegean. Bot. Not. 133 : 491-514.

DAMANAKIS, M. (1983) : Katalogos ton agrostodon tes Helladas. - Kephisia.

- (1986) : The grasses of Greece. Records of occurence and distribution - Athens (draft publication)

- & SCHOLZ, H. (1990) : Phytogeographical notes on the *Poaceae* of Greece. Willdenowia 19 : 413-423.

- & YANNITSAROS, A. (1986) : The genus *Pennisetum* in Greece. Willdenowia 14 : 401-406.

DAMBOLDT, J. (1976) : Beitrage zur Flora Ionica VI. Karyologisch- systematische Bemerkungen zu einigen Labiaten. Candollea 31 : 273-281.

- , GRAUMANN, G., PHITOS, D. & MELZHEIMER, V. (1981) : Beitrage zur Flora Ionica VII. Der Formenkreis von *Scabiosa crenata (Dipsacaceae)*. Phyton 21(1) : 85-102.

- & PHITOS, D. (1975) : Die Karyosystematik der Gattung *Leucojum* L. in Griechenland. Beitrage zur flora Ionica V. Plant Syst. Evol. 123 : 119-131.

DAVIS, P.H. & HEDGE I. C., (1975) : The flora of Turkey : past, present and future. Candollea 30 : 331-351.

DUDLEY, T. R. & CHRISTODOULAKIS, D. (1989) : *Alyssum samium* : a new endemic from Samos. Notes RBG Edinb. 45(3) : 433-438.

ECONOMIDOU, E. (1975) : La végétation des îles de Skiathos et Skopelos (Sporades du Nord). Veroff. Geobot. Inst. ETH. Stiftung Rubel, Zurich 55 : 198-237.

- (1976) : Bibliographie botanique sur la Grèce (Plantes Vasculaires- Végétation). Veroff. Geobot. Inst. ETH, Stiff. Rubel 56 : 190- 242.

- (1981) : Le milieu terrestre de l'île de Limnos et ses reliques de forêts. Biol. - Ecol. méditerranéenne VIII : 3-4 : 129-138.

EDMONSON, J. R. (1982) : Additions to the flora of Lesvos and its off- shore islets, East Aegean region. Ann. Mus. Goulandris 5 : 33-53.

EFTHIMIADIS, P., ZAMANIS, A. & SKORDA E. (1985) : The two- rowed wild barley from four islands of Greece. Sver. Utsadesforenings. Tidskr. 95 : 63-70.

EHRENDORFER, F. (1981) : Neue Beitrage zur Karyosystematik und Evolution der Gattung *Knautia* in den Balkanlandern. Bot. Jahrb. Syst. 102 (1- 4) : 225-239.

FISCHER, U. (1980) : Karpathos als Besonderheit unter den Agaischen Inseln. - Exkursionsber. Inst. Geogr. Univ. Salzburg 6 : 175-200.

FRANZEN, R. (1986) : *Anthemis cretica* and related species in Greece. Willdenowia 16(1) : 35-47.

GEORGIADIS, TH. (1980) : Contribution à l'étude phylogénétique du genre *Centaurea* L. (Sectio *Acrolophus* (Cass.) DC.) en Grèce. Ph. D. Thesis, Université de Provence Aix Marseille.

- (1981) : Problèmes de différenciation et d'introgression dans *Centaurea* subg. *Acrolophus* en Grece. Bot. Jahrb. Syst. 102(1-4) : 321-337.

- (1981) : A propos de *Centaurea ipsaria* Stoj. & Kit. et de *C. thasia* Hayek (sectio *Acrolophus* (Cass.) D.C.) de l'île de Thasos. Bot. Chron. 1(1) : 14-18.

- (1983) : Contribution à l'étude cytogéographique du genre *Centaurea* L. (section *Acrolophus*) en Grèce. Candollea 38 : 325-340.

- (1983) : Contribution à l'étude de la flore et de la végétation de l'île de Othoni. Candollea 38 : 503-539.

- (1985) : Contribution à l'étude de la flore de l'île Erikoussa. Willdenowia 15(1) : 203-211.

- & CHRISTODOULAKIS, D. (1984) : Contribution à l'étude cytogéographique des Centaurées de l'île de Samos. Candolea 39(1) : 307-318.

-, IATROU, G. & GEORGIOU, O. (1986) : Contribution à l'étude de la flore et de la végétation de l'île de *Paxi*, Grece. Willdenowia 15(2) : 567-602.

-, & PHITOS, D. (1976) : Contribution à l'étude cytotaxonomique du genre *Centaurea* L. (sectio *Acrolophus* (Cass.) DC.) en Grèce. Biol. et écol. médit. 3,1 : 13-16.

- & - (1977) : Deux *Centaurea* nouvelles de la section *Phalolepis* (Cass.) DC. de la Grèce. Revue Biol. Ecol. Medit. 4(2) : 3-9.

GEORGIOU, O. (1988) : The Flora of Kerkira (Ionian islands, Greece). A contribution. Willdenowia 17 : 87-101.

- (1990) : Biosystematic study of the *Anthemis tomentosa* group in Greece. Ph. D. Thesis (in Greek). University of Patras.

- (1991) : *Anthemis werneri (Asteraceae)*, an endemic species of the Aegean islands (Greece). Bot. Chron. 10 : 741-747.

GILLI, A. (1977) : Winterbluher auf Rhodos. Phyton (Horn) 18 : 95-97.

GRAF, U. (1977) : Ein neuer *Ophrys bastardi* aus Korfu : *Ophrys bombyliflora*, Link x O. attica (Boiss. & Orph.) Soó. Die Orchidee 28 : 149-151.

GREUTER, W. (1975) : Floristic studies in Greece. European Floristic & Taxonomic Studies (ed. S. M. Walters) : 18-37.

- (1975) : Historical phytogeography of the Southern half of the Aegean area. In Jordanov, B., Palmarev, E. & Velcev, V. (eds.). Proceedings of the first international symposium on Balkan flora and vegetation, Varna, June 7-14,p. 17-21. Sofia.

- (1976) : The flora of Psara (E. Aegean islands, Greece), - an annotated catalogue. Candollea

31 : 191-242.

- (1979) : The Origins & Evolution of Island Floras as Exemplified by the Aegean Archipelago. In D. Bramwell (ed.) : Plants & Islands : 87-106. - London.

- (1979) : The flora and phytogeography of Kastellorizo (Dodhekanisos, Greece). 1. An annotated cataloque of the vascular plant taxa. Willdenowia 8 : 531-611.

-, PHITOS, D. & RUNEMARK, H. (1974) : Greece and the Greek islands. A report on the available floristic and Phytotaxonomic research. Colloque international by CNRS. La flore du Bassin Méditerranéen : essai de systématique synthétique 235 : 67-89.

- & PIEPER, H. (1975) : Notiz zur Flora und Biogeographie der landfernen sudagaischen Klippe Avgo. Candollea 30 : 7-11.

-, PLEGER R. & RAUS, TH. (1983) : The vascular flora of the Karpathos island group (Dodekanesos, Greece). A preliminary checklist. Willdenowia 13 : 43-78.

-, & RECHINGER, K.H. (1967) : Flora der Insel Kythera. Gleichzeitig beginn einer momenklatorischen uberprüfung der griechichen Geflbflanzen. Boissiera 13 : 1-206.

GUSTAFSSON, M. & SNOGERUP, S. (1974) : The Flora of the island of Skantzoura. Bot. Notiser 127(3) : 364-372.

HANSEN, A. (1980) : Eine Liste der Flora der Inseln Kos, Kalymnos, Pserimos, Telendos und Nachbar- Inselchen (Ostagais, Griechenland). Biol. Gallo- Hellen. 9(1) : 3-105.

- (1982) : Additions to and Notes on the Flora of Corfu and Vidos (Ionian Islands, Greece). Bot. Chron. 2/1 : 18-50.

HANTZ, J. (1986) : Distribution of *Oxalis pes-caprae* in the East Mediterranean region. Ann. Mus. Goulandris 7 : 49-56.

HART, H. 't (1985) : Chromosome numbers in *Sedum (Crassulaceae)* from Greece (Materials for the Mountain Flora of Greece, 27). Willdenowia 15 : 115-135.

- & ALPINAR, K. (1991) : Biosystematic studies in *Sedum (Crassulaceae)* of Turkey. 1. Notes on four hitherto little known species collected in the western part of Anatolia. Willdenowia 21(1/2) : 143-156.

HILLER, W. & KALTEISEN, M. (1988) : Die Orchideen der Inseln Karpathos. Mitteilungsbl. Arbeitskr. Heim. Orch. Baden-Württ. 20 : 443-518.

HOFMANN V. (1968) : Untersuchungen an Flora und Vegetation der Ionischen Insel Levkas. Mitt. Bot. Mus. Zurich 113, 239 : 209-256.

HONER, D. (1986) : *Hippocrepis cyclocarpa (Leguminosae)* new to Europe. Willdenowia 16 : 57-60.

- (1991) : Mehrjahige beobachtungen Kleiner Vegetationsflachen im Raume von Karpathos (Nomos Dhodhekanisou, Griechenland). Botanischer Garten und Botanisches Museum Berlin-Dahlem. Berlin.

- & GREUTER, W. (1987) : Population dynamics of isolated plant communities on small islands in the South Aegean Sea, p. 306. - In : Greuter, W., Zimmer, B. & Behnke, H. - D. (eds.). Abstracts of the general lectures symposium papers & posters presented at the XIV International Botanical congress Berlin, July 24 to August 1, 1987. - Berlin.

- & - (1988) : Plant population dynamics and species turnover on small islands near Karpathos (South Aegean, Greece). Vegetatio 77 : 129-137.

HONG, D. (1982) : Cytotype variation and polyploidy in *Scilla autumnalis* L. Hereditas 97 : 227-235.

JAGEL, A. (1992) : Zur Flora and Vegetation der Insel Elafonisos (Lakonien, Griechenland). Diplomarbeit. Ruhr- Universitat Bochun

JOHNSON, M.A.T. (1982) : Karyotypes of some Greek species of *Allium*. Ann. Mus. Goulandris 5 : 107-119.

KAMARI, G. (1976) : Cytotaxonomical study of the *Crepis neglecta* complex in Greece. Thesis, Patras.

- (1981) : A biosystematic study of the genus *Galanthus* L. in Greece Part. II. (Cytology). Bot. Chron. 1/2, 60-98.

- (1982) : A biosystematic study of the genus *Galanthus* in Greece. Bot. Jahrb. Syst. 103 : 107-135.

- (1984) : Caryosystematic studies on *Fritillaria* L., in Greece I. Webbia 38 : 723-731.

- (1984) : *Fritillaria sporadum*, a new species

from N. Sporades. Willdenowia 14(2) : 331-333.

- (1991) : The genus *Fritillaria* L. in Greece, taxonomy and Karyology. Bot. Chron. 10 : 253-270.

- & ARTELARI, R. (1990) : Karyosystematic study of the genus *Sternbergia* in Greece I. South Aegean Islands. Willdenowia 19(2) : 367-388.

-, FELBER, F. & GARBARI, F. (eds) (1992) : Mediterranean chromosome number reports II. Flora Mediterranea 2 : 223-278.

-, PHITOS, D., SNOGERUP, B., & SNOGERUP, S., (1988). Flora and vegetation of Yioura, N. Sporades. Willdenowia 17 : 59-85.

KARAVOKYROU, E. & TZANOUDAKIS, D. (1991) : The genus *Allium* in Greece : II. A cytogeographical study of the E. Aegean species. Bot. Chron. 10 : 777- 84.

KOKKINI, S. & VOKOU, D. (1989) : Canvacrol-rich plants in Greece. J. Flavour & Fragrance 4 : 1-7.

-, - & KAROUSOU, R. (1991) : Morphological and chemical variation of *Origanum vulgare* L. in Greece. Bot. Chron. 10 : 337-346.

KONSTANTINOU, M. & BABALONAS, D. (1992) : Geobotanical investigation at the Calamine deposits of island Thassos (Greece). J. Agron. & Grop. Sc. 162 : 1-9.

KOUMPLI-SOVANTZI, L. & YANNITSAROS, A. (1993) : A contribution to the coastal flora of the Kikladhes (Greece). Willdenowia 23 : 121-135.

KRENDL, F. (1986- 7) : Die Arten der *Galium mollugo* - Gruppe in Griechenland. Bot. Chron. 6- 7 : 5-168.

KUNKELE, S. (1983) : Zum Stand der OrchideenKartierung in Griechenland. Arbeitskr. heim. Orch. Baden- Wurtt. 15(1) : 11-42.

- & PAYSAN, K. (1981) : Die Orchideenflora von Euboea. (Griechenland). OPTIMA

- Projekt «Kartierung der mediterranen Orchideen». Beih. Veroff. Naturschutz 23 : 1-138.

LAKEBERG, D. (1987) : Uber *Helictotrichon agropyroides* 1940 aus S. Griechen- land *(Poaceae : Pooideae : Aveneae)*. Senckenbergiana 67 : 425-429.

LANDSTROM, T. (1989) : The species of *Ornithogalum* L. subg. *Ornithogalum (Hyacinthaceae)* in Greece. Ph. D. Thesis, Inst. Syst. Bot. Univ. Lund, Lund.

LANGE, D. (1983) : Untersuchungen zur Sippenbildung innerhalb der Gattung *Avenula* auf der Balkanhalbinsel sowie angrenzenden Gebieten. Diploma thesis, University of Tubingen.

- (1991) : *Helictotrichon agropyroides* (Boiss.) Henrard *(Poaceae)* - an endemic in S and SE Greece. Bot. Chron. 10 : 853-859.

LEHMANN, I. (1985) : Griechische Inseln Bd. 3 : Die Dodekanes- Leichlingen bei Koln.

LEON, C., LUCAS, G. & SYNGE, H. (1985) : The value of information in saving threatened Mediterranean plants. In : GOMEZ- CAMPO, C., (ed.), Plant Conservation in the Mediterranean area, pp. 177- 196. Dordrecht : W. Junk (no. 7 in Geobotany series, ed M. J. A. Werger).

LOVRIC, A.-Z. (1987) : Coastal endemism in Mediterranean and lacustrine vegetation of Balkans and SW Asia. Posebna Izbanja, Bosnian Acad. Sci. Sarajevo 83(14) : 125-146.

- & RAC, M. (1991) : A comparison of the coastal vegetation of Greece, Yugoslavia, Bulgaria and Turkey. Bot. Chron. 10 : 315-324.

LUCAS, G. (ed.) (1982) : The rare, threatened and endemic plants of Greece. Ann. Mus. Goulandris 5 : 69-105.

MATHEW, B. (1983) : The Greek species of *Crocus (Iridaceae)* a taxonomic survey. Ann. Mus. Goulandris 6 : 63-86.

- & BRICHTON, C.A. (1977) : *Crocus tournefortii* and its allies *(Iridaceae)*. Kew Bull. 31 : 775-784.

MELZHEIMER, V. (1977) : Biosystematische Revision einiger *Silene*- Arten *(Caryophyllaceae)* der Balkanhalbinsel. Bot. Jahrb. Syst. 98 :1-92.

- (1979) : Biosystematic researches in some groups of the genus *«Silene»* from the Balkan Peninsula (Greece). Webbia 34 (1) :517-522.

- (1980) : Revision einiger balkanischer Arten

von *Silene* sect. *Inflatae (Caryophyllaceae)*. Bot. Jahrb. Syst. 101 : 153-190.

- (1981) : Zum Polymorphismus von *Silene italica* im Sud- Balkan. Bot. Jahrb. Syst. 102(1- 4) : 285-295.

- & CHRISTODOULAKIS, D. (1982) : Eine neue *Silene*- Art aus der Insel Samos. Bot. Chron. 2/1 : 50-53.

MEUSEL, M., KASTNER, A. & RAUS, T. (1984) : The taxonomical & Ecogeographical Position of «*Carlina tragacanthifolia* Klatt». Flora 175 : 145-182.

NARDI, E. (1989) : De speciebus *Aristolochiae pallidae* gregis in Graecia crescentibus. Willdenowia 18 : 367-365.

- (1991) : The genus *Aristolochia* L. *(Aristolochiaceae)* in Greece. Webbia 45(1) : 31-69.

- & NARDI, C. N.(1987) : Taxonomic and chorological notes on the genus *Aristolochia* L. from the Central & Eastern Mediterranean area. Bot. Helv. 97 : 155-165.

NICOLAIDOU, S. & YANNITSAROS, A. (1990) : Floristic investigation of the island Spetses. Abstracts of the 12th Annual Meeting of the Hellenic Biological Society, Mytilene, April 27-29. (in Greek).

PANITSA, M., DIMOPOULOS, D., IATROY, G., TZANOUDAKIS, D. (1994) : Contribution to the study of the Greek flora : Flora & vegetation of the Enousses islands group. Flora 189 : 69-78.

- & TZANOUDAKIS, D. (1991) : Contribution to the study of the Greek flora : floristic and phytogeographical studies of North Dodecanesos. In Thanos C. (eds). Plant Animal interactions in Mediterranean type Ecosystems. Proceedings of the VI international Conference of MEDECOS, 367-374 Athens.

- & - (1993) : Flora and vegetation of some Aegean islets. Contribution to the protection and the management of their habitats. Proceedings of the 4th EUCC congress, Marathon, Athens (in press).

PAPANIKOLAOU, K. & KOKKINI, S. (1982) : A new species of *Armeria (Plumbaginaceae)* from Euboea, Greece, Willdenowia 12 : 221-225.

- & ZACHAROF, E. (1980) : *Crocus* in Greece : new taxa and chromosome numbers. Bot. Notiser 133 : 155-163.

PAPATSOU, S. (1975) : E Chloris kai e blastesis tes N. Nisurou kai ton peri auten nesidon. Ph. D. thesis. Patrai 1975. 138pp.

- & PHITOS, D. (1975) : Two new taxa from the Eastern Aegean. Notes Roy. Bot. Gard. Edinburgh 34 : 203-204.

PEITZ, E. (1980) : Die Orchideen der Insel Korfu. Schiftenreihe Heimvolkschochschule Schloss Dhaun 5 : 1-26.

PHITOS, D. (1975) : Taxonomic and floristic research in Greece during the last decade 1961- 1971. Mem. Soc. Proteriana 24 : 579-597.

- (1981) : The genus *Bolanthus* in Greece. Bot. Chron. 1(1) : 35-44.

- (1988) : Chromosome numbers in some species of the Greek Flora. Bot. Chron. 8(1-2) : 45-51.

- & ARTELARI, R. (1981) : A new species of *Limonium* from Kefallinia. Bot. Chron. 1/1 : 18-21.

- & DAMBOLDT, J. (1976) : Ein Beitrag zur Kennthis der Gattung *Centaurea* L. in Griechenland. - Veroff. Geobot. Inst. ETH, Stiftung Rubel Zurich 56 : 183-189.

- & - (1985) : Die Flora der Insel Kephallinia. Bot. Chron. 5(1- 2) : 1-204.

- & GEORGIADIS, TH. (1981) : A propos du groupe de *Centaurea achaia* Boiss. et Heldr. de la section *Acrocentron* (Cass.) DC. Bot. Chron. 1(2) : 99-115.

- & GREUTER, W. (1993) : *Saponaria jagelii*, a new species from the island of Elafonisos. (Peloponnisos, Greece). Flora Mediterranea 3 : 277-278.

- & KAMARI, G. (1983) : Chromosome numbers in *Crocus* species from Greece. Bot. Chron. 3(1-2) : 30-32.

- &- (1988) : Contribution to the cytotaxonomy of the genus *Campanula* in Greece. Willdenowia 17 : 103-105.

- &- (1992) : *Bufonia euboica (Caryophyllaceae)*, a new species from Greece. Willdenowia 22 : 81-83.

-, - & ATHANASIOU, K. (1989) : Chromosome

numbers in some species of the Greek flora. Bot. Chron. 9(1-2) : 41-47.

- & TZANOUDAKIS, D. (1981) : A new species of *Allium* from Euboea. Bot. Chron. 1(1) : 11-14.

POLATSCHEK, A. (1978) : *Erysimum cephalonicum* ein neuer endemit der Inseln Kefallinia. Oster. Bot. Z. 130(3-4) : 219-221.

POLITIS I. (1932) «Peri tis Thalassias Chloridos tiw nisou Kritis» Pragmatie tis Akadimias Athinon, B (3) : 1-7.

POLUNIN, O. (1980) : Flowers of Greece and the Balkans. Oxford. Univ. Press. London.

RAUS, TH. (1983) : Ein fur Europa neuer Krokus. Bot. Chron. 3(1- 2) : 12- 14.

- (1984) : Zur Pflanzengeographie des Karpathos-Archipels (Sudostagais), p. 136. - In Ehrendorfer, F. (ed.) Mitteilungsband. Kurzfassungen der Beitrage Botaniker Tagung in Wien 9- 14. September 1984, Wien.

- (1986) : Floren - und Vegetationsdynamik auf der Unlkaninsel Nea Kaimeni (Santorin-Archipel, Kykladen, Griechenland). Abh. Landesmus. Naturk. Munster Westfalen. 48 : 373-394.

- (1989) : Die Flora von Armathia und der Kleininseln um Kasos. (Dodekanes). Bot. Chron. 9(1- 2) : 19-39.

RIX, E. M. (1975) : Notes on *Fritillaria* in the eastern Mediterranean region III. Kew Bull. 30(1) : 153-162.

- (1979) : Notes on *Fritillaria* in the eastern Mediterranean region IV. Kew Bull. 33(4) : 585-600.

RUNEMARK, H. (1980) : Studies in the Aegean Flora. XXIII. The *Dianthus fruticosus* complex *(Caryophyllaceae)*. Bot. Not. 133 : 475-490.

- & GREUTER, W. (1981) : Notes on Cardagean plants. 1. The *Sedum litoreum* group. Willdenowia 11 : 13-21.

SARLIS, G. P. (1981) : Contribution to the flora and vegetation of the islands and islets of the North- Euboean Sea. Habil. Thesis. Agricultural University Athens.

SCHIMWELL, D. W. (1980) : Studies in the Plant Sociology of Fern- dominated wall communities on the island of Corfu. Brit. Fern. Gaz. 12 : 75-82.

SCHOLZ, H. (1983) : Neue Taxa des *Poa bulbosa*-Komplexes aus dem Mittelmeergebiet. Bot. Chron. 3(1- 2) : 15-21.

- (1984) : *Poa sterilis* in Griechenland. Bot. Chron. 4 : 7- 11.

- (1986) : *Poa* studies 5. The genus *Poa* in Greece : Annotated check- list and key to the species. Willdenowia 15 : 393-400.

- (1986) : Bemerkungen zur Flora Griechenlands : *Gastridium phleoides* und *G. ventricosum*. Willdenowia 16 : 65-68.

- (1989) : Floristisches und Taxonomisches uber einige *Gramineae* von Rhodos und Symi (Ost-Agais). Willdenowia 19 : 105-110.

- (1991) : Notizen zur *Gramineen* flora von Kos und Nisyros (Ost- Agais). Willdenowia 21 : 131-141.

SCHONBECK-TEMESY, E. & EHRENDORFER, FR. (1980) : New endemic taxa of *Asperula* sect. *Cynanchicae* from the east Aegean islands. Plant Syst. & Evol. 134(1-2) : 133-135.

SNOGERUP, B. (1980) : The genus *Reichardia* in the Aegean area. Bot. Not. 133 : 515-520.

SNOGERUP, S. (1976) : Variation and evolution in the small population system. Opera Bot. 14 : 1-86.

- (1985) : The Mediterranean islands. In Gomez-Campo, C. (ed.) : Plant Conservation in the Mediterranean area. p. 159-173.

- (1991) : Endemism and disjunct populations on Yioura and Kira Panagia. - an urgent case for conservation. Bot. Chron. 10 : 293-297.

-, BOTHMER, R. von & GUSTAFSSON, M. (1980) : Floristic report from the island of Psathura. Bot. Not. 133 : 145-148.

- GUSTAFSSON, M. & BOTHMER, R. von (1990). *Brassica* sect. *Brassica*. I. taxonomy & variation. Willdenowia 19 : 271-365.

- & SNOGERUP, B. (1987) : Repeated floristical observations on islets in the Aegean. Pl. Syst. Evol. 155 : 143-164.

- & - (1991) : Flora and vegetation of the island of Agios Eustratios, Greece. Bot. Chron. 10 : 527-546.

- & - (1993) : Additions to the flora of Samos, Greece. Flora Mediterranea 3 : 211-222.

-, -, PHITOS, D., KAMARI,G. & ANAGNOSTOPOULOS, A. (1991) : Flora and vegetation of Kira Panagia, N. Sporades, Greece. Bot. Chron. 10 : 547-566.

SOO, R. von (1977- 79) : Nomina nova in genere *Ophrys (O. x grafiana* Soó nom. n. = *O. bombyliflora x carmeli* ssp. *attica,* from Corfu, Die Orchidee 29 : 149, 1977) Acta Bot. Acad. Sci. Hung. 25 : 361-363, 1979.

STEARN, W. T. (1977) : *Allium longanum*, a species new for the south- eastern Aegean region. Ann. Mus. Goulandris. 3 : 39-44.

- (1978) : European species of *Allium* and allied genera of Alliaceae : A synonymic enumeration. Ann. Mus. Goulandris 4 : 83- 198.

- (1986) : The Greek species of *Symphytum (Boraginaceae).* Ann. Mus. Goulandris. 7 : 175- 220.

- & DAVIS, P. H. (1984) : Paeonies of Greece, a taxonomic and historical survey of the genus *Paeonia* in Greece. 1-133. Museum Goulandris of Natural History Athens.

STEPHANOU, G. & GEORGIADIS, Th. (1982) : In A. Love (ed) : IOPB Chromosome number reports LXXVII : *Anthemis*. Taxon 31(4) : 761-977.

STRASSER, W. (1981) : Vegetations- Studien in der sudlichen Agais (Kap Sunion, Kos, Rhodos, Kreta). Zwischenbericht meines Studienaufenthaltes, Marz-Mai 1981. Steffisburg.

STRID, A. (ed) 1977. Evolution in the Aegean. Opera Botanica, 30 Lund.

- (1991) : The «Flora Hellenica» Project. Bot. Chron. 10 : 81- 94.

- & KIT TAN (1992) : Flora Hellenica and threatened plants of Greece. Opera Bot. 113 : 55-67.

TEPPNER, H. (1991) : Karyology of some Greek *Onosma* species Bot. Chron. 10 : 271-292.

THANOS, C., MARCOU S. , CHRISTODOULAKIS, D., YANNITSAROS, A., (1989) : Early post- fire regeneration in *Pinus brutia* forest ecosystems of Samos island (Greece). Acta Oecologica 10(1) : 79-94.

TINIAKOU, A. (1983) : Cytotaxonomical contribution to the study of the genus *Viola* in Greece 1. Bot. Chron. 3(1-2) : 22-30.

- (1991) : Biosystematic study of the genus *Viola* sectio *Viola* in Greece. Ph. D. thesis. University of Patras.

- (1991) : On some species of *Viola* sect. *Viola* from Greece. Bot. Chron. 10 : 661-665.

- (1991) : *Viola dirphya*, a new species from Evvia island, Greece. Candollea 46 : 119-124.

TSIMBURLA, E. & YANNITSAROS, A. (1990) : A preliminary study of the flora and vegetation of the island Piperi. Abstract of the 12th Annual meeting, of the Hellenic Biological Society (in Greek), Mytilene, April 27-29.

TZANOUDAKIS, D. (1981) : Contribution to the study of Cyclades Flora. The Flora of the island of Yiaros. Bot. Chron. 1/2 : 124-136.

- (1981) : Karyotypes of four wild *Paeonia* species from Greece. Nord J. Bot. 3 : 307-318.

- (1983) : New taxa of *Allium* from Greece. Candollea 38 : 317- 323.

- (1983) : Karyotypes of ten taxa of *Allium* section *Scorodon* from Greece. Caryologia 36, (3) : 259-284.

- (1986) : Chromosome studies in the Greek flora : I. karyotypes of some Aegean Angiosperms. Bot. Helv. 96 : 27-36.

- (1986) : Chromosome studies in the Greek flora II Karyotypes of four Aegean endemics of *Allium* sect. *Codonoprasum*. Willdenowia 16(1) : 203-213.

- (1986) : Chromosome studies in some species of *Allium* sect. *Allium* from Greece. Ann. Mus. Goulandris 7 : 233-247.

- (1986) : Karyotype variation in *Allium* sect. *Molium* G. Don. from Greece. Caryologia 39(1) : 69-88.

- (1990) : Flora of the East Aegean islands. Proceedings of the 12th Annual Meeting of the Hellenic Biological Society, Mytilene, April 27-29(in Greek).

- (1992) : Karyotype variation and evolution in the Greek *Allium*. In Hanelt, P., Hammer, K. & Knupffer (eds). The genus *Allium*. Taxonomic problems and genetic resources p.p. 305-320 Gatersleben- Germany.

- (1992) : Floristic & phytogeographical studies in the East Aegean islands. University of Patras. - Greece. (In Greek)

-, IATROU, G. (1982) : A cytogeographical study of *Allium circinatum* Sieber. Bot. Chron. 2(2) : 152-158.

-, -, KYPRIOTAKIS Z. & CHRISTODOULAKIS D.(1991) : Cytogeographical studies in some Aegean *Liliaceae*. Bot. Chron. 10 : 761-775.

- & KOLLMANN, F. (1991) : *Allium chalkii*, a new species from the Eastern Aegean Island of Chalki. Israel J. Bot. 40 : 61-64.

- & KYPRIOTAKIS, Z. (1987) : Chromosome studies in the Greek Flora III. Karyotypes of eight Aegean species. Bot. Helvetica 97(2) : 229-237.

- & KYPRIOTAKIS, Z. 1993 : *Allium platakisii* a new species of the Greek insular flora. Flora Mediterrannea. 3 : 309-314.

- & VOSA C. G. (1988) : The cytogeographical distribution pattern of *Allium* in the Greek peninsula and islands. Plant. Syst. Evolution 159 : 193-215.

WATSON, L., DAMANAKIS, M. & DALLWITZ, M. J. (1991) : Grass genera of Greece. Descriptions, classification, keys. Iraklion.

YANNITSAROS, A. (1969) : Contribution to the knowledge of the flora and the vegetation of the island Kythera (in Greece). Ph.D. Thesis Athens

- (1971) : Notes on the flora of Elaphonisos island (Lakonia) Greece. Biol. Gallo-Hellenica 3 : 149-162.

- (1977) : *Linaria hellenica* Turrill and the dangers which threaten it. Nature (Athens) 12 : 34-35.

- (1978) : *Tulipa goulimyi* Sealy & Turill and the dangers which threaten it. Nature (Athens) 14 : 36-37.

- (1979) : A preliminary study for the protection of the flora and vegetation of the island of Lesvos (in Greek with English summary). (Nature (Athens) 15-25, 44-46.

ZAHARIADI, C. (1977) : Cinq espèces nouvelles du genre *Ornithogalum* en Grèce. Ann. Mus. Goulandris 3 : 51-75.

- (1977) : Quelques taxons rares ou nouvellement découverts de la flore de la Grèce, Partie II. Ann. Mus. Goulandris 3 : 77-104.

- (1978) : Deux taxons nouveaux ou rares d'*Ornithogalum* de la Méditerrannée Orientale et quelques considérations sur la notion de l'endémisme. Ann. Mus. Goulandris 4 : 249-261.

- (1981) : Nouvelles espèces du genre *Ornithogalum* du Proche Orient et de la Grèce. Bull. Soc. Bot. Fr. Lettres Bot. 128(4) : 303-314.

-, STAMATIADOU, E. & DIMA, A. (1982) : Geographical distribution of species of *Ornithogalum (Liliaceae)* in Greece, including two new taxa. Ann. Mus. Goulandris 5 : 131-162.

ZAHAROF, E. (1986) : *Fritillaria rixii*, a new species from Euboea. Nord J. Bot. 6(6) : 275-278.

- (1986) : Variation & taxonomy of *Fritillaria graeca* in Greece. Pl. Syst. Evol. 154 : 41-61.

- (1987) : *Fritillaria rhodocanakis* subsp. *argolica (Liliaceae)*, a new subspecies from Peloponnese, Greece. Willdenowia 16(2) : 343-349.

- (1987) : Biometrical and cytological studies of the genus *Fritillaria* L. in Greece. Ph. D. thesis, Univ. Thessaloniki (in Greek).

- (1989) : Karyotype variation of *Fritillaria graeca* and *F. davisii* from Greece. Nord. J. Bot. 9(4) : 367-373.

ZIELINSKI, J. (1982) : Distribution of *Rosa sempervirens* L. in the Eastern Mediterranean region. Ann. Mus. Goulandris. 5 : 163- 170.

- (1987) : Floristic notes on the island of Chios. Willdenowia 16(2) : 373-374.

- (1990) : New records for the flora of Euboea. Ann. Mus. Goulandris 8 : 237-240.

ZIMMER, B. (1991) : Remarks on the Greek cheilanthoid ferns. Bot. Cron. 10 : 221-237.

Expérience corse

ECOLOGIA MEDITERRANEA XXI (1/2) 1995 : 213-219

Les Banques de Données et les Banques de Semences sur la flore corse

Annie ABOUCAYA*, Gilles DUTARTRE**, Louis OLIVIER*

RÉSUMÉ

Les auteurs tentent de restituer le bilan des travaux effectués dans le cadre du programme MEDSPA CCE/PNPC 1989-1993 d'«Inventaire permanent et protection des espèces rares, endémiques ou menacées de la Corse».

La conservation *ex situ* doit être utilisée comme alliée efficace de la protection *in situ* grâce à deux outils qui constituent son ossature :

- les banques de données qui rassemblent une masse énorme de données biologiques, permettent d'améliorer la qualité de la gestion *in situ*, les travaux de collecte, de stockage et de culture du matériel vivant, et d'entreprendre dans de bonnes conditions la sensibilisation des gestionnaires.
- les banques de semences et les collections de matériel vivant, qui, dans un premier temps protègent certaines espèces de la disparition pure et simple ou d'une trop grande érosion de la diversité génétique, mais doivent également servir à l'acquisition de connaissances biologiques et écologiques sur les taxons, utilisables par la suite pour une protection durable par gestion adéquate de l'habitat.

MOTS-CLES : flore corse, protection, conservation *ex situ*, banque de données, banque de semences

SUMMARY

The authors are trying to return the results of the work executed for MEDSPA program 1989-1993 «Permanent stocklist and protection of Corsica's rare, endemic or endangered species».

Ex situ conservation must be used as an efficient assistance of *in situ* protection thanks to two aids which make its skeleton :

- data banks which are collecting a huge quantity of biological data, permitting to increase the quality of *in situ* management, collecting and storage works, and the culture of living material; and to make managers becoming sensitive in good conditions.
- seeds banks and living material collections, which, at first, are protecting some species from extinction, or from a too important erosion of genetic diversity; but have to be used as well, to acquire biological and ecological knowledges about taxons that we will be able to use after, to assure a long-lasting protection with an appropriate management of living conditions.

KEY WORDS : Corsica's flora, protection, *ex situ* conservation, data bank, seeds bank

Depuis 1980, le Parc Naturel Régional de la Corse et le Conservatoire Botanique National de Porquerolles se sont étroitement associés pour entreprendre de nombreuses actions de conservation de la flore corse endémique ou menacée.

Parallèlement, les plus grands spécialistes internationaux de la flore corse ont réuni leurs compétences autour du projet «Flore corse» reposant sur la logistique des Conservatoire et jardin botaniques de la ville de Genève. L'ensemble de ces partenaires, encore augmenté d'un collectif international des Conservatoires et Jardins botaniques concernés, se regroupèrent alors pour l'obtention d'un financement européen.

* Conservatoire Botanique National de Porquerolles
Castel Sainte Claire, 83418 Hyères Cedex
**Jardin Botanique de la Ville de Lyon
Parc de la Tête d'Or, 69459 Lyon Cedex 6

Après 4 années de travail consacrées au programme Medspa «d'Inventaire permanent et protection des espèces rares, endémiques ou menacées de la Corse», nous allons tenter de dresser un bilan pour la conservation *ex situ*.

LA BANQUE DE DONNEES INFORMATISEE (figure 1)

Gérée à Porquerolles, elle se compose d'une dizaine de fichiers interdépendants, complémentaires et compatibles avec le Conservatoire Botanique de Genève mais aussi avec le Secrétariat de la Faune et de la Flore (Muséum National d'Histoire Naturelle de Paris).

Fichiers nomenclaturaux

Ils permettent de relier entre eux tous les autres fichiers par l'établissement d'une correspondance entre une liste de noms scientifiques de plantes, et une liste chiffrée.

Afin de pouvoir traduire plus fidèlement les particularités de la flore corse, et de tenir compte de l'infraspécificité, la nomenclature utilisée est celle du Catalogue des Plantes vasculaires de la Corse de Jacques GAMISANS (1985, puis remise à jour avec la 2ème édition parue en 1993). On peut accéder au taxon par son nom principal ou par les synonymes. Le fichier comporte plus de 3 000 enregistrements.

Fichier Atlas

Il servira à éditer avec le Conservatoire Botanique de Genève un atlas des plantes rares de la Corse. Il se compose de 4029 enregistrements concernant 477 taxons rares à l'échelle internationale (taxons de la Directive Habitats, annexes II et IV), nationale, ou régionale, de 3059 localités (soit une moyenne de 6 localités/taxons).

Ce fichier de plantes rares sert de complément à la banque de données genevoise ayant servi à cartographier les espèces des compléments au Prodrome = Scrophulariaceae, Campanulaceae, Plantaginaceae, Globulariaceae, (9000 environ).

Les données de ce fichier peuvent faire l'objet de tris sélectifs adaptés aux besoins :

- transmission de la base au Conservatoire Botanique de Genève pour édition de l'atlas ;

- inventaires des plantes rares par communes et/ou par lieux-dits destinés à la sensibilisation des gestionnaires de l'espace : Collectivités, Parc Naturel Régional de la Corse, Office Naturel des Forêts...

Pour des raisons de sécurité, les 4 029 enregistrements de l'atlas corse sont également stockés à Genève et au Secrétariat de la Faune et de la Flore.

Fichier «Chorologie Corse»

Il donne pour chacune des 3 000 plantes de Corse l'aire globale de l'espèce (code biogéographique Pignatti 1982, Gamisans 1985), la répartition schématique par étages de l'espèce en Corse, et son code de rareté.

Emanation codée du Catalogue des Plantes vasculaires de Gamisans (1985, 1993), il est remis à jour à chaque nouvelle édition de l'ouvrage de référence.

Fichier biologique

Des éléments concernant la caryologie, la biologie de la reproduction, la génétique des populations ont été réunis pour une centaine d'espèces considérées comme les plus rares. Actuellement en cours d'informatisation, ces données ont déjà servi à élaborer des consignes de suivi et de gestion *in situ* des populations et à infléchir la stratégie de collecte de matériel vivant. Ce fichier va continuer à être régulièrement alimenté au fur et à mesure de l'avancée des recherches.

Fichier formulaires

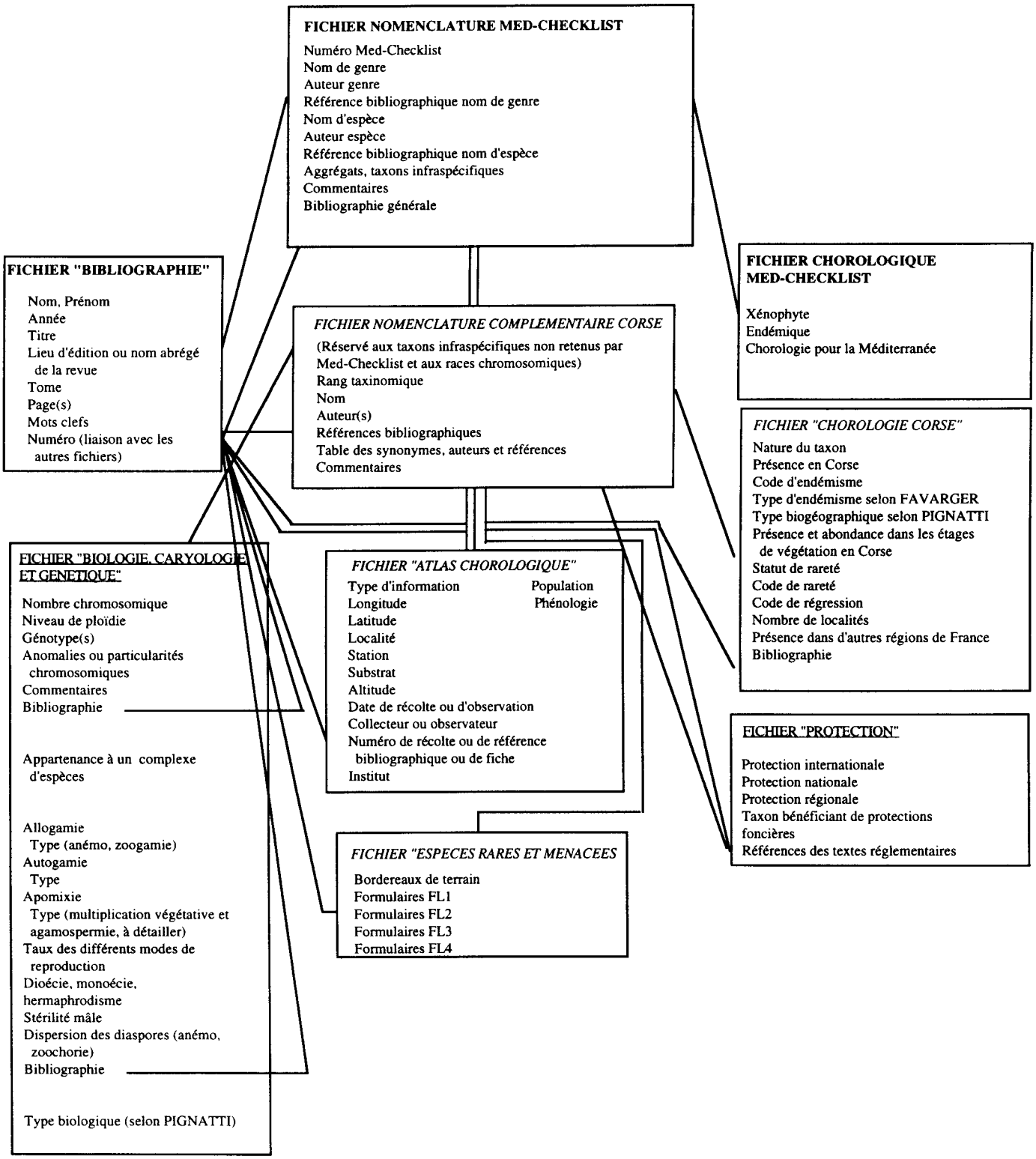
Sert à la collecte *in extenso* des données de terrain (dynamique des populations, menaces, écologie, phytosociologie...).

Fichier bibliographique

Constitué au Conservatoire Botanique de Genève, il met en correspondance plus de 1000 références bibliographiques avec un numéro propre. Toutes les références saisies à Porquerolles obéissent au codage genevois.

Autres applications

La gestion de routine du stock de semences de Porquerolles est assurée par un autre fichier inclus dans la banque de données générales.



LEGENDE :

En gras : Fichier existant à Genève
En italique : Fichier existant à Porquerolles
Souligné : Fichier existant partiellement à Porquerolles

Figure 1.- Base de Données "Flore corse" - Organisation

En cours de réalisation, un fichier concernant les tests de germination effectués permettra des tris par espèces, par famille botanique, ou par entité géographique.

LA BANQUE DE SEMENCES

Sitôt réceptionnées, les semences font l'objet d'un tri rigoureux et, après dessication douce, sont stockées en emballage étanche selon trois méthodes différentes (partage de chaque lot en trois si la quantité le permet) : chambre froide à +5°C, congélation à -25°C, lyophilisation.

Par rapport aux inventaires de travail du programme, le bilan des stocks constitués est de :
- 149 taxons de la liste prioritaire, soit 34%
- 146 taxons de la liste des endémiques, soit 53%.

L'ensemble de ces rentrées de semences est accompagné de bordereaux très complets de conditions stationnelles, qui sont allés parallèlement grossir la banque de données.

Les principales difficultés rencontrées par les collecteurs peuvent se classer en plusieurs catégories :

- accessibilité difficile (plusieurs jours de marche pour certaines plantes de haute montagne), indication trop imprécise (se conjuguant parfois avec un secteur vaste et une plante discrète).

- problèmes taxonomiques = difficultés de nommer précisément les espèces de certains groupes ou genres délicats *(Limonium...)*.

- troubles biologiques de la reproduction = stérilité plus ou moins marquée avec formation de graines anormales, ou sans formation de semences.

- manque de données biologiques, écologiques, phénologiques = en particulier avec les plantes des zones humides temporaires, au cycle parfois très rapide souvent inféodé aux conditions climatiques.

Des tests de germination ont été réalisés au Conservatoire botanique national de Porquerolles dans des conditions standard = les semences sont disposées en boîte de Pétri dans des étuves de germination à température constante étagée de 5°C en 5°C, entre des extrêmes de 5°C et 30 ou 35°C. Ils tentent de définir le protocole optimal, et en particulier l'optimum thermique. Ils ont été réalisés sur 96 taxons de la liste prioritaire, soit 22% et sur 99 taxons de la liste des endémiques, soit 35%.

Les tests ont été suivis par des mises en culture expérimentale, destinées à engranger le maximum de renseignements : 72 taxons de la liste prioritaire, soit 16% et 45 taxons de la liste des endémiques, soit 16%, ont subi ces essais de culture.

Grâce à ces données, et aux renseignements communiqués par le Collectif des Conservatoires et Jardins botaniques, en particulier par le Jardin Botanique de Lyon, il a été possible de rédiger un guide de culture de 84 plantes rares ou endémiques de Corse, cependant qu'un deuxième tome devrait voir le jour prochainement.

Outre la mise au point de méthodes de culture, le Jardin Botanique de Lyon s'attache particulièrement à l'éclaircissement de certains problèmes taxonomiques par culture en milieu homogène de différents taxons.

Pour faire un point complet réactualisable sur l'avancée des recherches sur les taxons des listes de travail, un tableau de bord a été rédigé faisant le bilan de toutes les opérations de conservation *ex situ* et orientant la suite de celles-ci (prospections, récoltes, tests de germination, cultures, études complémentaires...) (figure 2).

LES PROLONGEMENTS DU PROGRAMME APRÈS 1993 EN MATIÈRE DE CONSERVATION *EX SITU*

Pour l'avenir, des priorités se dégagent :
- compléter la banque de matériel vivant par les espèces prioritaires manquantes : taxons des directives européennes, du livre rouge national, représentants des cytotypes mis en évidence.

- engranger toujours plus de renseignements biologiques et écologiques dans tous les domaines utiles.

- obtenir des éléments physiologiques permettant de traiter les espèces stériles, ou à semences profondément dormantes.

- partager la responsabilité de la conservation des semences corses, entre gestionnaires correctement équipés ayant fait partie du programme. Déjà, un certain nombre de lots d'endémiques ont été dédoublés pour intégration à la banque de semences de l'Escuela Politecnica de Madrid. Des semences devraient également être conservées à Genève et à Brest. Pour les partenai-

TAXONS	COTATION DE RARETE		PRESENCE ARRETE 1982	LISTE REGIONALE	Stations				Etat du stock de	Lots à utiliser pour les	Tests de germination
	2A	2B			Signalées	info A	info B	Cartographiées	semences	tests	
Brassica insularis Moris var. *insularis Brassicaceae*											
Brassica insularis Moris var. *ayliesii* Litard. et Simon *Brassicaceae*											
Leucojum aestivum L. subsp. *pulchellum* (Salisb.) Briq. *Amaryllidaceae*											
Rouya polygama (Desf.) Coincy *Apiaceae*											

TAXONS	Biologie		Cultures envisagées et calendrier				Opérations en milieu	Etudes complémentaires réalisées			
	Statut	Date floraison	Culture en pot	Grande culture en pleine terre	Réservoir massal	*in vitro*	naturel	Caryologie	Etudes milieux	Génétique des populations Electrophorèse	Etudes biologiques
Brassica insularis Moris var. *insularis Brassicaceae*											
Brassica insularis Moris var. *ayliesii* Litard. et Simon *Brassicaceae*											
Leucojum aestivum L. subsp. *pulchellum* (Salisb.) Briq. *Amaryllidaceae*											
Rouya polygama (Desf.) Coincy *Apiaceae*											

Figure 2.- Tableau de bord corse

res volontaires de ce programme, ne possédant pas d'équipements techniques, une cession de lots lyophilisés, conservables à température ambiante doit être envisagée.

- intégrer dans le réseau un conservatoire botanique ou un jardin botanique de montagne pour la mise au point de cultures délicates de taxons de montagne.

CONCLUSIONS

Il semble primordial, même après la fin du programme, de maintenir en place le réseau complet en état de marche avec l'alimentation simultanée et réciproque de la banque de données et de la banque de semences.

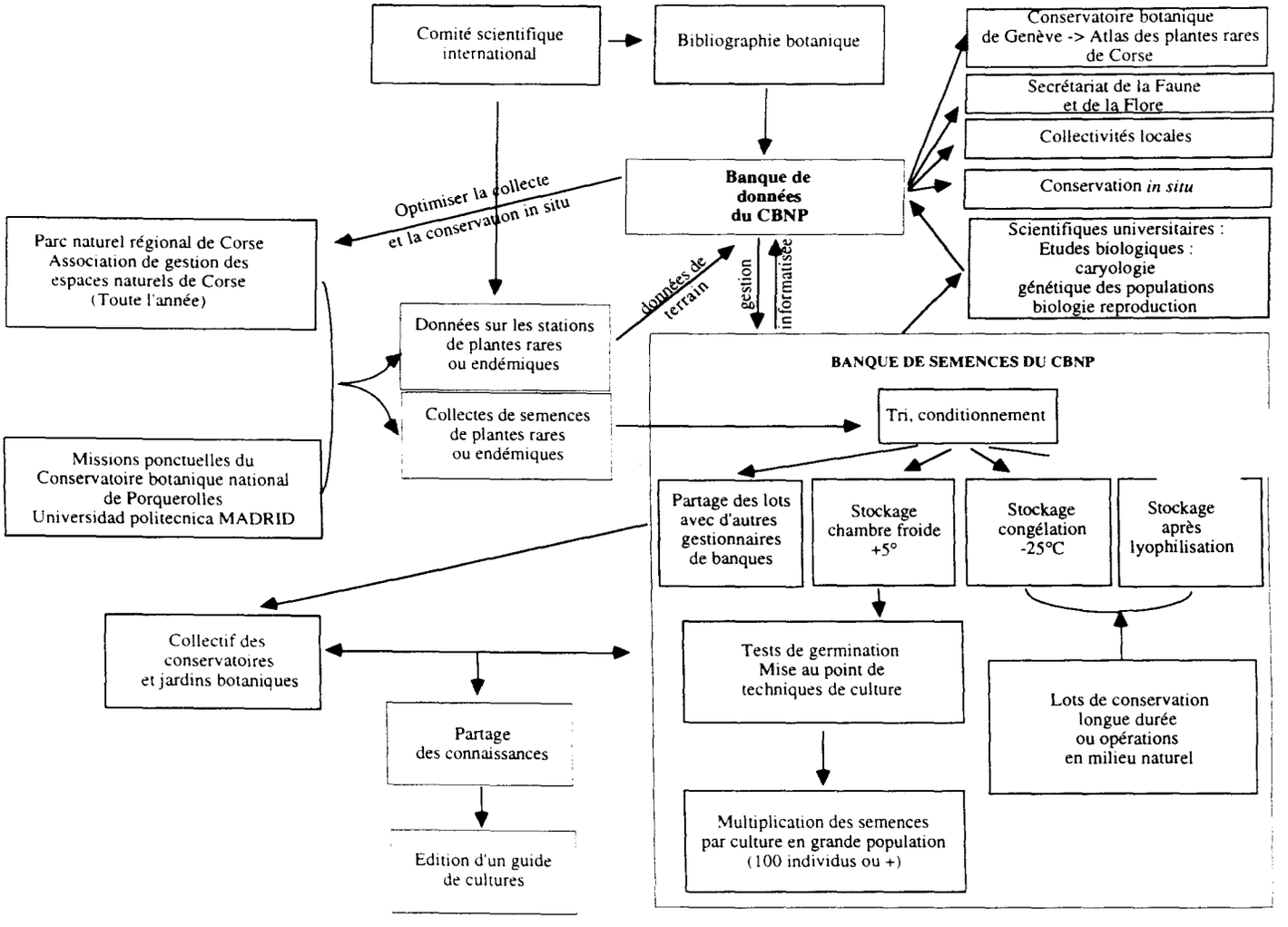


Figure 3.- Organisation des banques de données et de semences du C.N.B. pour le programme d'"Inventaire permanent et protection des plantes rares de la Corse" et relations avec le réseau MEDSPA

- apport régulier de connaissances nouvelles
- collecte d'informations et de semences
- entretien des deux banques
- sensibilisation et formation des gestionnaires
- complémentarité harmonieuse entre conservation *ex situ* et protection *in situ* (figure 3 : Organisation des banques de données et de semences du conservatoire national botanique de Porquerolles).

Enfin, nous ne pouvons que souhaiter que cette démarche «pionnière» mise en oeuvre en Corse fasse école, et que soient entreprises des actions de fond de conservation de la flore dans d'autres territoires.

BIBLIOGRAPHIE

GAMISANS J., 1985. Catalogue des plantes vasculaires de la Corse. Parc Naturel Régional de Corse, 229 p.

GAMISANS J., 1993. Catalogue des plantes vasculaires de la Corse. in Jeanmonod D. et Burdet H. M. éds., compléments au prodrome de la flore Corse. Conservatoire et jardin botaniques de la ville de Genève, 258 p.

Parc naturel régional de la Corse, Conservatoire botanique national de Porquerolles, 1991. Charte pour l'inventaire permanent et la protection de la flore corse.

ECOLOGIA MEDITERRANEA XXI (1/2) 1995 : 221-230

Les études de végétation en Corse

Jacques GAMISANS*

RÉSUMÉ

L'auteur cite (bibliographie) la plupart des études de végétation réalisées en Corse. Il propose d'abord une analyse succinte des principales publications ayant marqué une étape importante dans la connaissance de la végétation insulaire. Le bilan de ces travaux fait apparaître un bon niveau de connaissance de l'ensemble des groupements végétaux et de leur écologie, ainsi qu'une contribution notable à l'amélioration des données sur la flore locale. Toutefois, certains milieux (affleurements calcaires, forêts fraîches, pelouses humides, mares temporaires, marais littoraux, ...) et quelques secteurs sous-explorés, méritent de nouvelles recherches qui devraient concerner aussi certains aspects de la dynamique de la végétation. Toutes ces connaissances actuelles sont, en partie, à la base même du repérage de nombreuses espèces rares ou intéressantes et d'une meilleure approche de leur écologie. Elles constituent donc un ensemble de données d'un grand intérêt pour la conservation de la flore et l'aménagement du territoire corse dans le plus grand respect possible des équilibres naturels.

MOTS CLES : Corse, végétation, historique, bilan, conservation

SUMMARY

The author quotes most of the studies about vegetal species realized in Corsica. He is first exposing a short analysis of the principal publications that had an impact in the insulary vegetal species'knowledge. The results of these works show that the whole vegetal species and their ecology is well known and that the improvement in the local flora's datas is notable. However, some environments (chalky outcrops, fresh forest, humid lawn, temporary ponds, littoral marsh) and some under-explored sectors, would necessit futur research that should concern some aspects of vegetation dynamic. Those present knowledges are, in part, the basis of many rare or interesting species locations, and of a better approach of their ecology. As a consequence, these datas represent a great interest for flora's conservation and Corsica's territory amenagement in the most possible respect of natural equilibrium.

KEY WORDS : Corsica, vegetal species, review, results, conservation

BILAN HISTORIQUE DES ETUDES DE VEGETATION REALISEES EN CORSE

Si les premiers botanistes ayant travaillé en Corse ont surtout fait avancer les connaissances floristiques, l'organisation de la végétation insulaire a assez rapidement fait l'objet d'un certain intérêt de leur part. Ainsi, DOUMET-ADANSON évoquait déjà en 1872 l'aspect des forêts corses, en particulier celles de pin laricio, et faisait oeuvre de précurseur en faisant un vibrant plaidoyer pour leur conservation. Depuis cette date, de nombreux autres auteurs ont décrit divers aspects de la végétation insulaire en utilisant différentes méthodes. Il n'est pas possible de passer ici en revue tous ces auteurs, mais une liste exhaustive leurs travaux figure dans les références bibliographiques. Seuls seront succinctement évoqués ceux qui ont le plus marqué les différentes étapes de la connaissance de la végétation de la Corse.

* Laboratoire de Botanique et Ecologie Méditerranéenne (Case 461)
Faculté des Sciences Saint Jérôme
13397 MARSEILLE Cedex 20

John BRIQUET (1901) a, le premier, donné un aperçu d'ensemble de la végétation des montagnes corses, depuis ce que l'on nommerait actuellement l'étage supraméditerranéen, jusqu'à l'étage alpin, en traitant les massifs du Cintu, du Rotondu et du Renosu. Les associations végétales couvrant le plus de surfaces y sont déjà assez clairement définies (maquis, châtaigneraies, association des pentes écorchées (= fruticées naines), aulnaie, association des éboulis, des berges humides...) et des termes comme «association de la spinelle» *(Berberis aetnensis)* et «pozzi» (pelouses tourbeuses) font leur première apparition dans la littérature botanique corse. Certaines précisions seront apportées un peu plus tard dans le «Prodrome de la flore corse» (BRIQUET, 1910) où est défini par exemple le terme de «pozzine» (contraction de «pozzi(pelouse alpi)ne»). L'auteur ne fournit pas de relevés mais une liste floristique synthétique pour définir chaque ensemble.

A la même époque, M. RIKLI, un autre suisse mais d'expression allemande, publie plusieurs comptes-rendus de voyage botanique en Corse. Si les deux premiers (1901) sont succincts, le troisième (RIKLI, 1903) constitue une description relativement détaillée (au moins pour les groupements les plus marquants du paysage) de la végétation de l'île depuis le littoral jusqu'à l'étage alpin. Chaque groupement important est caractérisé là aussi par une liste floristique synthétique. Quelques compléments concernant les aspects estivaux de la végétation furent donnés ultérieurement (RIKLI & RUBEL, 1923).

Après diverses années d'explorations floristiques de la Corse (commencées dès 1906), René de LITARDIERE a également publié des travaux importants sur la végétation de l'île. La monographie sur le massif du Renosu, rédigée en collaboration avec Gustave MALCUIT (LITARDIERE & MALCUIT, 1926) constitue le premier travail phytosociologique détaillé concernant la végétation des montagnes corses. De nombreux relevés phytosociologiques sigmatistes (souvent réalisés d'une manière très large, comme cela était courant à l'époque) y figurent et permettent de se faire une idée assez précise de la composition floristique et de l'écologie des principaux groupements dominants. Des comparaisons intéressantes sont faites avec la végétation de montagnes méditerranéennes comme la Sierra Nevada et le Grand Atlas. Deux ans plus tard, LITARDIERE (1928) donne un aperçu assez détaillé de la végétation du massif du San Petrone, toujours selon la méthode phytosociologique sigmatiste. Ce sont là les étages méso-, supraméditerranéen et montagnard qui sont concernés. Il faut mettre également à l'actif de LITARDIERE (1930) une publication sur les pozzines de l'Incudine et d'autres travaux en collaboration (LITARDIERE & MALCUIT, 1929, 1931, 1940) concernant les hêtraies de l'Incudine, la Punta di Fornellu, les pozzines de la haute Restonica.

Les travaux personnels de Gustave MALCUIT ont également apporté des données intéressantes sur les groupements littoraux (1931), sur la végétation du Pianu d'Ese (1951) et sur les associations de l'*Isoetion* en Corse (1962).

La thèse de Roger MOLINIER (1959) sur les groupements végétaux terrestres du Cap Corse a permis de mieux connaître, grâce aux nombreux relevés publiés, la végétation de cette région.

La carte de végétation de la Corse du C.N.R.S. (notice : DUPIAS, 1963, carte : DUPIAS *& al.* 1965) constitue un premier document de synthèse concernant l'ensemble de la couverture végétale de la Corse. Basée sur les travaux précédents, sur l'exploitation de photographies aériennes et les interprétations des auteurs, elle fait le bilan, à grands traits, des connaissances d'alors. On peut reprocher aux auteurs la non distinction des étages thermoméditerranéen et supraméditerranéen et l'inclusion des fruticées naines cryo-oroméditerranéennes dans une «série» subalpine de l'aulne odorant. De même, certains des schémas de la dynamique de la végétation proposés sont discutables, en particulier à la lumière des données historiques récentes (REILLE, 1975, 1984, 1988), mais ces dernières n'étaient pas alors disponibles, de même que toutes les observations de terrain qui se sont ajoutées par la suite et qui auraient permis une interprétation plus rigoureuse et affinée.

Lorsque j'ai entrepris, à partir de 1966, l'étude de la végétation des montagnes corses, je me suis rapidement aperçu, à ma grande surprise, que de nombreux secteurs de ces montagnes n'avaient jamais reçu de visite de botaniste, que certains groupements végétaux n'avaient jamais été observés et que la chorologie et la taxonomie de nombreuses plantes corses étaient encore mal connues. Des taxons nouveaux ont été décrits et un nombre non négligeable d'espèces se sont avérées nouvelles pour l'île. La végétation de ces montagnes a été étudiée à travers la méthode phytosociologique sigmatiste, complétée par la méthode dynamique («séries»). Ce travail a été soutenu comme thèse (GAMISANS, 1975) puis publié (GAMISANS, 1976-1978). La prospection minutieuse de quelques massifs jusque là négligés (Cagna, Tenda, Bavella...) et la réalisation de nombreux relevés dans des groupements relati-

vement rares ont parfois conduit à la découverte d'espèces nouvelles, nouvelles pour la Corse ou peu répandues *(Lycopodium selago, Botrychium simplex, B. matricariifolium, Seseli djianeae, Trisetum conradiae, Daphne alpina, Scirpus hudsonianus...)*. Il reste encore probablement quelques belles découvertes à faire sur les montagnes corses : le relief y est si tourmenté qu'il faudrait plusieurs vies pour passer partout ! Après quelques travaux sur des groupements de moyenne altitude (chênaies caducifoliées, forêts d'aulne cordé, châtaigneraies, BOYER *& al.*, 1983, GAMISANS, 1983, GAMISANS *& al.* 1983), j'ai commencé une série d'études sur la végétation littorale et celle des étages thermo- et mésoméditerranéen (GAMISANS & MURACCIOLE, 1984, GAMISANS 1988, GAMISANS 1991c, 1992, 1993). A partir de 1986, en m'appuyant sur des données personnelles et les travaux de divers auteurs, j'ai entamé la rédaction d'une première synthèse sur l'ensemble des groupements végétaux de Corse, synthèse finalement achevée et publiée à Genève dans la série des «Compléments au Prodrome de la flore corse» (GAMISANS, 1991c). Cet ouvrage fait le tour des connaissances sur la végétation de l'île jusqu'en 1990. La flore de chaque groupement apparaît sous forme d'une liste synthétique des espèces représentatives (correspondant généralement à la liste des tableaux phytosociologiques), certaines d'entre elles étant illustrées (excellents dessins au trait de E. SIERRA-RAFOLS).

Depuis un certain nombre d'années et encore actuellement, la végétation littorale fait l'objet d'études minutieuses et abondantes de la part de G. PARADIS et de ses élèves de l'Université de Corte, études qui ont donné lieu à de nombreuses publications. Dans ce domaine il faut noter aussi quelques articles fort intéressants de GEHU *& al.*, (1987, 1988).

ETAT DES CONNAISSANCES ACTUELLES ET BESOINS EN MATIERE DE RECHERCHES FUTURES

A la suite de tous les travaux cités, il est possible d'affirmer qu'existe actuellement une bonne connaissance des principales structures de végétation de la Corse ainsi que de la plupart des grands types de groupements végétaux insulaires, ceci depuis le littoral jusqu'aux plus hauts sommets. Les acquis des deux dernières décennies ont en particulier amené les connaissances sur la végétation de la Corse au niveau de celles existant sur la plupart des autres régions de France, avec l'avantage pour la Corse de mises au point récentes.

Il ne faut pas déduire des considérations précédentes que la végétation de la Corse est parfaitement connue et qu'il n'y a plus rien à attendre dans ce domaine. Des efforts mériteraient d'être faits encore dans deux directions : d'une part celle de l'exploration de certains secteurs géographiques où la densité des observations apparaît encore assez faible, d'autre part celle de l'étude plus minutieuse de certains types de végétation.

L'examen des cartes de répartition des relevés de végétation effectués en Corse montre que les hautes montagnes et le littoral sont les territoires les plus densément inventoriés. Cela n'a rien d'étonnant car il s'agit de zones aux milieux très variés et floristiquement assez riches qui ont donc largement attiré l'attention des botanistes. Même dans cet ensemble, tout n'est pas bien connu et des explorations restent à faire. Les vastes étendues de pelouses, fruticées basses,maquis et forêts des étages méso- et supraméditerranéen sont relativement sous-inventoriées du point de vue de la végétation. Une certaine monotonie de la physionomie et une relative pauvreté floristique sont probablement à l'origine d'un non-intérêt des spécialistes pour ces milieux. Or divers problèmes se posent pour ce qui concerne cette végétation. Les pelouses par exemple n'ont pas encore été étudiées suffisamment en détail du point de vue phytosociologique. La végétation des affleurements calcaires, couvrant des surfaces non négligeables dans le sillon central de la Corse et aussi dans les régions de Saint-Florent et Bonifacio, n'a pas fait l'objet d'études suffisantes, alors que les données floristiques montrent une certaine originalité de cet ensemble. Une exploration phytosociologique minutieuse pourrait déboucher là sur des données supplémentaires intéressantes pour la végétation et la flore. La dynamique de la végétation dans les deux étages cités n'a pas fait l'objet de nombreuses études , en particulier diachroniques. Or il s'agit d'un facteur important pour les problèmes de gestion de certains groupements végétaux (tout particulèrement les pelouses et les fruticées naines) riches en espèces à préserver.

Au sein des forêts montagnardes de sapin, hêtre, laricio, des explorations supplémentaires seraient encore utiles dans certains secteurs peu visités, en particulier au niveau des groupements les plus frais et humides où certaines espèces eurosibériennes rares ou encore inconnues dans l'île pourraient être observées.

Enfin, il reste intéressant d'explorer en Corse les divers milieux (bien connus ou peu connus) à des saisons différentes pour compléter

les inventaires de végétation. En pays méditerranéen, les phénologies sont plus ou moins largement étalées sur toute l'année et des explorations «hors-saison» sont parfois très utiles et intéressantes *(Romulea, Crocus, Merendera, Leucojum, Colchicum...)*.

INTERET DES CONNAISSANCES ACTUELLES POUR L'AMENAGEMENT DU TERRITOIRE ET LA CONSERVATION DE LA FLORE

Les études phytosociologiques et floristiques déjà réalisées en Corse ont permis de recenser l'essentiel des groupements végétaux de l'île et de repérer ceux qui sont les plus riches en espèces rares, menacées et endémiques. Certains types de milieux se sont avérés d'un grand intérêt de ce point de vue là. Pour prendre quelques exemples, il faut citer en particulier les groupements de rochers littoraux qui comprennent bon nombre d'espèces endémiques *(Limonium articulatum, Erodium corsicum...)* dont certaines très rares *(Armeria soleirolii, Seseli praecox, Allium acutiflorum...)*. Les sols arénacés littoraux portent, dans le sud de la Corse, des groupements spécialisés avec des espèces rares telles que *Nananthea perpusilla* ou *Spergularia macrorhiza*. Les systèmes dunaires et sablonneux abritent également bon nombre de taxons intéressants comme *Ephedra distachya, Armeria pungens, Scrophularia ramosissima, Polygonum scoparium, Anchusa crispa* ... Il en va de même pour les marais salés où l'on peut noter des espèces assez rares en Corse telles que *Salicornia emerici, Artemisia caerulescens, Bupleurum tenuissimum, Plantago crassifolia, Kosteletzkya pentacarpos*. Les mares temporaires du sud de l'île s'avèrent également très intéressantes (Tre Padule de Suartone, Tre Padule de Frasselli...) en raison de la présence, entre autres espèces, de *Littorella uniflora, Isoetes velata, Apium crassipes, Pilularia minuta*... Sur les moyennes montagnes, les pelouses méso-hygrophiles de l'*Ophioglosso-Nardetum* constituent localement de véritables joyaux floristiques (Pratu di Caldane) avec *Ophioglossum vulgatum, O. azoricum, Botrychium simplex, B. matricariifolium, B. lunaria*. Les groupements de pozzines présents sur les massifs plus élevés rassemblent aussi bon nombre d'espèces endémiques ou rares comme *Bellium nivale, Bellis bernardii, Pinguicula corsica, Scirpus hudsonianus, Listera cordata, Trientalis europaea*... Les exemples pourraient être multipliés.

Il est évident que le repérage de tous ces groupements particulièrement riches en espèces rares devrait se traduire au niveau de l'aménagement du territoire par une protection efficace des milieux concernés. Il faut reconnaître qu'en Corse, un effort particulier a été fait dans ce sens à travers les Réserves mises en place, les terrains du Conservatoire du Littoral et les actions du Parc Naturel Régional, de l'A.G.E.N.C., de la D.R.A.E. et de l'O.N.F., actions menées le plus souvent en étroite collaboration avec les spécialistes de la flore et de la végétation insulaires, comme c'est tout particulièrement le cas dans le cadre du programme M.E.D.S.P.A., en cours d'achèvement. Il faudrait poursuivre cet effort et élargir les mesures de protection en fonction des données acquises.

Les connaissances actuelles sont suffisantes pour permettre de préserver un grand nombre d'espèces rares ou menacées, à travers la protection de certains sites. Grâce aux études floristiques et de végétation, les milieux potentiellement intéressants sont maintenant bien connus, mais ne sont probablement pas, en Corse, tous repérés et surtout complètement explorés. Les données sur la dynamique de la végétation sont suffisantes pour pouvoir prévoir les types d'évolutions possibles et ainsi permettre des actions de gestion particulièrement adaptées à la sauvegarde de certaines espèces. Par exemple, la persistance d'un pâturage modéré ou le débrousaillement régulier de certaines pelouses peut être un facteur indispensable à leur maintien et à la survie des éventuelles espèces intéressantes qui les constituent (pelouses à orchidées, pelouses à ophioglossacées...).

A propos de dynamique de la végétation, il convient d'évoquer le problème des incendies qui constitue une des agressions régulières que subit la couverture végétale de la Corse. Le passage du feu dans des formations forestières ou des maquis provoque une ouverture du milieu qui peut être favorable à la diversité biologique (apparition de nombreuses espèces de pelouses). La dynamique naturelle qui s'en suit ramène généralement, en quelques décennies ou siècles, la végétation à un stade identique ou assez voisin de celui d'origine, avec tout une série d'étapes intermédiaires assez favorables à une certaine diversité floristique. Le feu peut ainsi apparaître comme un élément favorisant le maintien de certaines espèces de pelouses et de fruticées. Son utilisation, même controlée, comme moyen de gestion et de conservation de milieux ouverts semble dangereuse à de nombreux points de vue (pertes animales et humaines toujours possibles). De plus, les incendies répétés sur les mêmes surfaces finissent par favoriser deux facteurs très négatifs du point de vue de la conser-

vation des espèces végétales : d'une part la dominance d'espèces pyrophiles banales *(Cistus monspeliensis)* et la disparition de nombreux végétaux supportant mal ces conditions, d'autre part une érosion importante des sols après leur mise à nu répétée ce qui a souvent pour conséquence la disparition de taxons relativement exigeants du point de vue de ce facteur.

CONCLUSION

Les études de végétation réalisées en Corse se sont déroulées presque sans interruption depuis le début du siècle jusqu'à l'époque actuelle, avec la participation de nombreux botanistes. Elles ont conduit à un bon niveau de connaissance de l'ensemble des groupements végétaux insulaires et de leur écologie et ont largement contribué à l'amélioration des données sur la flore locale. Toutefois certains milieux (affleurements calcaires, forêts fraîches, pelouses humides, mares temporaires, marais littoraux...) et quelques secteurs sous-explorés méritent de nouvelles recherches qui devraient concerner aussi certains aspects de la dynamique de la végétation. Toutes ces connaissances actuelles sont à la base même du repérage de nombreuses espèces rares ou intéressantes et d'une meilleure approche de leur écologie. Elles constituent donc un ensemble de données d'un grand intérêt pour la conservation de la flore et l'aménagement du territoire corse dans le plus grand respect possible des équilibres naturels.

REFERENCES BIBLIOGRAPHIQUES.

ALLIER, C. & A. LACOSTE (1980). Maquis et groupements végétaux de la série du chêne vert dans le bassin du Fango (Corse). *Ecol. Medit.* 5 : 59-82.

BARRY, J. P. & R. MANIERE (1978). Approche de la phytodynamique méditerranéenne d'après la végétation d'une commune de la Corse : Poggio di Venaco (vallée moyenne du Tavignano). *Bull. Soc. Sci. Hist. Nat. Corse* 99(627-628) : 51-68.

BOYER, A., J. GAMISANS, M. GRUBER & P. QUEZEL (1983). Les chênaies à feuillage caduc de Corse. *Ecol. Medit.* 9(2) : 41-58.

BRAUN-BLANQUET, J. & P. FUKAREK (1955). La forêt de *Pinus salzmannii* de Saint Guilhem-le-Désert. *Collect. Bot. (Barcelona)* 4(3) : 435-489.

BRIQUET, J. (1901). Recherches sur la flore des montagnes de la Corse et ses origines. *Annuaire Conserv. Jard. Bot. Genève* 5 : 12-119.

BRIQUET, J. (1910). *Prodrome de la flore corse.* Vol. 1. H. Georg, Genève, Bâle et Lyon.

BURRICHTER, E. (1961). Steineichenwald, macchie und garrigue auf Korsika. *Ber. Geobot. Inst. ETH Stiftung Rübel* 32 : 32-69.

BURRICHTER, E. (1979). *Quercus ilex* Wälder am Golf von Porto auf Korsika. *Doc. Phytosoc.* nov. ser. 4 : 147-155.

CHOUARD, P. & H. PRAT (1930). Remarques sur l'évolution des cuvettes lacustres à propos de la pozzine du lac de Nino. *Bull. Soc. Bot. France* 77 : 438-441.

DEBAZAC, E. F. (1964). Le pin laricio de Corse dans son aire naturelle. *Rev. Forest. Fr.* 3 : 188-215.

DELVOSALLE, L. (1953). Aspects végétaux de la Corse. *Naturalistes Belges* 34(12) : 234-248. Bruxelles.

DIERSCHKE, H. (1975a). Die schwarzerlen *(Alnus glutinosa)* Uferwälder Korsikas. *Phytocoenol.* 2(3-4) : 229-243.

DIERSCHKE, H. (1975b). Beobachtungen zur Küstenvegetation Korsikas. *Anales Inst. Bot. Cavanilles* 32(2) : 967-991.

DIERSCHKE, H. (1981). Vorkommen, Gefährdung und Erhaltungsmöglichkeiten Naturnaher Vegetation auf Korsika. *Ber. Int. Symp. Int. Vereinigung Vegetationsk :* 521-532, J. Cramer, Vaduz.

DOUMET-ADANSON, N. (1872). Sur les forêts de la Corse et la destruction déplorable des laricios archi-séculaires qu'elles renferment. *Bull. Soc. Bot. France* 19, Sess. Extr. : 80-84.

DUPIAS, G. (1963). Carte de la végétation de la France. Nos 80-81 : Corse. Notice sommaire. C.N.R.S., Toulouse.

DUPIAS, G., H. GAUSSEN, M. IZARD & P. REY (1965). Carte de la végétation de la France. Corse. C.N.R.S., Toulouse.

ELLENBERG, H. (1964). «Eigenbürtige» und «fremdbürtige» Vegetationsstufung auf Korsika. *Beitr. Phytol. Arb. Landw. Hochsch. Hohenheim* 30 : 1-10.

GAMISANS, J. (1968). Etude phytosociologique de la zone montagneuse correspondant au projet de Parc National de Corse. Thèse de troisième cycle. Marseille.

GAMISANS, J. (1969). Les formations sylvatiques dans la région de Cervello-Vizzavona (Corse). *Ann. Fac. Sci. Marseille* 42 : 97-110.

GAMISANS, J. (1970). Les vestiges de formations sylvatiques dans le massif de Tenda (Corse). *Bull. Soc. Sci. Hist. Nat. Corse* 90(597) : 39-65.

GAMISANS, J. (1974). Les groupements rupicoles dans la région du Monte d'Oro (Corse). *Bull. Soc. Bot. France* 121 : 123-132, Sess. Extr. 1968.

GAMISANS, J. (1975). La végétation des montagnes corses. Thèse de Doctorat d'Etat ès Sciences : 295 pp., 22 fig., 42 tab., Marseille (C.N.R.S. A.O. 1388).

GAMISANS, J. (1976). La végétation des montagnes corses. I. *Phytocoenol.* 3(4) : 425-498.

GAMISANS, J. (1977a). La végétation des montagnes corses. II. *Phytocoenol.* 4(2) : 35-131.

GAMISANS, J. (1977b). La végétation des montagnes corses. III. *Phytocoenol.* 4(2) : 133-179.

GAMISANS, J. (1977c). La végétation des montagnes corses. IV. *Phytocoenol.* 4(3) : 317-376.

GAMISANS, J. (1978). La végétation des montagnes corses. V. *Phytocoenol.* 4(4) : 377-432.

GAMISANS, J. (1979a). Remarques sur quelques groupements assurant la transition entre les étages montagnard et subalpin en Corse. Annexe : typification des noms de syntaxons décrits en Corse. *Ecol. Medit.* 4 : 33-43.

GAMISANS, J. (1979b). A propos d'espèces indicatrices des étages de végétation en Corse. *Ecol. Medit.* 4 : 45-48.

GAMISANS, J. (1981a). Hêtre, sapin, bouleau et pin laricio en Corse. *Rev. For. Fr.* 33(4) : 250-277.

GAMISANS, J. (1981b). La montagne corse : une montagne subméditerranéenne marquée par l'endémisme. *Anales Jard. Bot. Madrid* 37(2) : 315-319.

GAMISANS, J. (1983). L'aulne à feuilles en coeur, *Alnus cordata* (Loisel.) Loisel. dans son milieu naturel en Corse. *Rev. For. Fr.* 35 : 187-197.

GAMISANS, J. (1988). Les forêts de *Quercus ilex* de Corse : étude phytosociologique et place dans la dynamique de la végétation. *Doc. Phytosoc.* nov. ser. 10(1) : 423-435, «1986».

GAMISANS, J. (1989). La végétation de la vallée du Verghellu (Corse centrale), son état actuel, son évolution probable et les particularités de sa flore. *Trav. Sci. Parc Nat. Rég. Réserv. Nat. Corse* 25 : 53-104.

GAMISANS, J. (1991a). Quelques aspects de la végétation et de la flore du Pianu di Cuscione (Corse). *Trav. Sci. Parc Nat. Rég. Réserv. Nat. Corse* 29 : 61-75, «1990».

GAMISANS, J. (1991b). La végétation de la Corse. *Compléments au Prodrome de la flore corse*. Annexe 2. Genève.

GAMISANS, J. (1991c). A propos de quelques groupements de pelouses halophiles de Corse. *Ecol. Medit.* 16 : 245-253.

GAMISANS, J. (1992a). Flore et végétation de la Réserve naturelle de l'étang de Biguglia (Corse du NE). *Trav. Sci. Parc Nat. Rég. Réserv. Nat. Corse* 33 : 1-67.

GAMISANS, J. (1992b). Les particularités de la flore et de la végétation des crêtes de Castagniccia et de l'ensemble du massif du San Petrone. *Trav. Sci. Parc Nat. Rég. Réserv. Nat. Corse* 33 : 69-87.

GAMISANS, J. (1993). Flore et végétation des îles Cerbicales (Corse du SE). *Trav. Sci. Parc Nat. Rég. Réserv. Nat. Corse* 37 : 69-99, «1992».

GAMISANS, J. & M. GRUBER (1979a). La végétation du Niolu (Corse). *Ecol. Medit.* 4 : 141-156.

GAMISANS, J. & M. GRUBER (1979b). Carte de la végétation du Niolu (Corse) au 1 :25.000. Aix-en-Provence.

GAMISANS, J., M. GRUBER, J. CLAUDIN & J.-B. CASANOVA (1980). Carte de la végétation du Haut-Venacais (Corse) au 1 :25.000. Aix-en-Provence.

GAMISANS, J., M. GRUBER & G. BONIN (1981). Mise en évidence des principaux stades de la dynamique de la végétation dans les étages sylvatiques de la vallée du Taravu (Corse). *Ecol. Medit.* 7(2) : 45-77.

GAMISANS, J., M. GRUBER & P. QUEZEL (1983). Les forêts de *Castanea sativa*, *Alnus cordata* et *Ostrya carpinifolia* du massif du San Petrone (Corse). *Ecol. Medit.* 9(1) : 89-99.

GAMISANS, J. & M. MURACCIOLE (1985). La végétation de la presqu'île de Scandola (Corse). *Ecol. Medit.* 10(3-4) : 159-205, «1984».

GAMISANS, J. & G. PARADIS (1993). Flore et végétation de l'île Lavezzu (Corse du SE). *Trav. Sci. Parc Nat. Rég. Réserv. Nat. Corse* 37 : 1-68, «1992».

GEHU, J.-M., E. BIONDI, J. GEHU-FRANCK & F. TAFFETANI (1987). Données sur la végétation maritime du littoral occidental de la Corse. *Univ. La Laguna, Ser. Inform.* 22 : 363-391.

GEHU, J.-M., E. BIONDI & J. GEHU-FRANCK (1988). Les végétations nitro-halophiles des falaises de Bonifacio (Corse). *Act. Bot. Barcinon.* 37 : 237-243.

HEBRARD, J.-P. (1975). Contribution à la connaissance de la végétation muscinale des hêtraies de Corse. *Ecol. Medit.* 1 : 93-108.

HEBRARD, J.-P. (1977). Contribution à l'étude de la végétation muscinale de quelques formations du maquis corse : les cistaies sèches et les peuplements à *Halimium halimifolium*. *Ecol. Medit.* 3 : 133-150.

KLEIN, J.-C. (1972). Le *Genisteto-Carlinetum macrocephalae* assoc. nov. de l'étage montagnard et le Ligusticetum corsici assoc. nov. de l'étage subalpin des massifs du Cinto et du Campotile oriental. *Vegetatio* 25(5-6) : 311-333.

LAMBINON, J. & F. PIRONET (1984). La végétation des rochers littoraux de la presqu'île de la Revellata (Corse). *Webbia* 38 : 733-746.

LEPART, J. & F. MESLEARD (1990). Répartition et dynamique de *Phillyrea angustifolia* L., *Phillyrea media* L. et *P. latifolia* L. dans la Réserve de Scandola (Haute Corse). *Trav. Sci. Parc Nat. Rég. Réserv. Nat. Corse* 29 : 35-43

LHOTE, P. (1985). Etude écologique des Aulnes dans leur aire naturelle en France. I.D.F.-E.N.G.R.E.F., Univ. Franche Comté, Besançon.

LITARDIERE, R. de (1928). Contribution à l'étude phytosociologique de la Corse. Les montagnes de la Corse orientale entre le Golo et le Tavignano. *Arch. Bot. Mém.* 2(4) : 1-184.

LITARDIERE, R. de (1930). Contribution à l'étude phytosociologique de la Corse. Les pozzines du massif de l'Incudine. *Arch. Bot. Mém.* 4(4) : 1-20.

LITARDIERE, R. de & G. MALCUIT (1926). Contribution à l'étude phytosociologique de la Corse. Le massif du Renoso. Paul Lechevalier, Paris.

LITARDIERE, R. de & G. MALCUIT (1929). Contribution à l'étude phytosociologique de la Corse. Les hêtraies de l'Incudine. *Archiv. Bot. Mém.* 3(4) : 1-12.

LITARDIERE, R. de & G. MALCUIT (1931). Contribution à l'étude phytosociologique de la Corse. Esquisse de la végétation de la Punta di Fornello. *Arch. Bot. Mém.* 4(5) : 1-20.

LITARDIERE, R. de & G. MALCUIT (1940). Contribution à l'étude phytosociologique de la Corse. Les pozzines de la haute vallée de la Restonica et du Cavaccioli (massif du Rotondo). *Le chêne* 46 : 25-34. Marseille.

MALCUIT, G. (1931). Contribution à l'étude phytosociologique de la Corse. Le littoral occidental. Environs de Calvi, Galeria, Girolata, Pointe de la Parata, Propriano. *Arch. Bot. Mém.* 4(6) : 1-40.

MALCUIT, G. (1962). L'isoetion en Corse. *Ann. Fac. Sci. Marseille* 33 : 87-102.

MOLINIER, R. (1959). Etude des groupements végétaux terrestres du Cap Corse. *Bull. Mus. Hist. Nat. Marseille* 19 : 1-75.

MURACCIOLE, M. (1981). Etude de la flore adventice des cultures pérennes en Corse orientale. E.N.S. Hortic. Versailles, Mém. fin études, 88 pp.

PARADIS, G. (1989). Une station d'*Euphorbia dendroides* L. à Ajaccio. *Monde Pl.* 434 : 21-23.

PARADIS, G. (1990). Description de la végétation d'un site à *Anchusa crispa* Viv. sur la côte

orientale de la Corse : l'ouest de l'anse de Canella. *Doc. Phytosoc.* nov. ser. 12 : 189-201.

PARADIS, G. (1991). Description de la végétation de quatre sites littoraux de la Corse orientale : Mucchiatana, Fautea, Pont de Fautea, Favone. *Bull. Soc. Sci. Hist. Nat. Corse* 661 : 363-417.

PARADIS, G. (1992a). Observations synécologiques sur des stations corses de trois thérophytes fini-estivales : *Crypsis aculeata, Crypsis schoenoides* et *Chenopodium chenopodioides*. *Monde Pl.* 444 : 11-21.

PARADIS, G. (1992b). Etude phytosociologique et cartographique du marais de Tizzano (Corse occidentale) et de son pourtour. *Bull. Soc. Bot. Centre-Ouest* nov. ser. 23 : 65-94.

PARADIS, G. (1992c). Observations sur *Lippia nodiflora* (L.) Michx (Verbenaceae) à Barcaggio (Corse) : le rôle du feu et du pâturage sur son extension. *Monde Pl.* 445 : 17-19.

PARADIS, G. (1993). Les formations à *Juniperus phoenicea* et à *Juniperus oxycedrus* subsp. *macrocarpa* sur le littoral de la Corse. *Coll. Phytosoc.* 20 : 345-358, «1991».

PARADIS, G. & J.-M. GEHU (1990). Description de la végétation d'un pré saumâtre exceptionnel pour la Corse occidentale : Pistigliolo (près de Porto-Pollo, vallée du Taravo). *Doc. Phytosoc.* nov. ser. 12 : 1-18.

PARADIS, G. & A. ORSINI (1993). Etude phytosociologique de l'étang de Canniccia et de ses bordures (Commune de Sollacaro, Corse du Sud). *Trav. Sci. Parc Nat. Rég. Réserv. Nat. Corse* 38 : 61-119, «1992».

PARADIS, G. & C. PIAZZA (1988a). Etude de la végétation de la plage (sensu lato) de Baracci (Golfe de Valinco, Corse). *Bull. Soc. Bot. Centre-Ouest* nov. ser. 19 : 111-127.

PARADIS, G. & C. PIAZZA (1988b). Description de la végétation de deux plages à *Anchusa crispa* du nord du golfe de Valinco (Corse) : plages de Cappicciolo et de Cala Piscona. *Monde Pl.* 433 : 15-24.

PARADIS, G. & C. PIAZZA (1989a). Contribution à l'étude de la végétation du cordon littoral et de l'arrière-cordon de Portigliolo (Golfe de Valinco, Corse). *Bull. Soc. Bot. Centre-Ouest* nov. ser. 20 : 51-75.

PARADIS, G. & C. PIAZZA (1989b). *Anchusa crispa* Viv. à Capu Laurosu (Golfe de Valinco, Corse) : localisation et rôles des bovins sur sa chorologie et sa biologie. *Monde Pl.* 436 : 26-31

PARADIS, G. & C. PIAZZA (1990a). Etude en 1988 d'une végétation menacée : celle des plages du fond de la baie de Cupabia (Nord du golfe de Valinco (Corse). *Bull. Soc. Sci. Hist. Nat. Corse* 657 : 23-44.

PARADIS, G. & C. PIAZZA (1990b). Composition phytosociologique du site littoral de Capu Laurosu (Golfe de Valinco, Corse). *Monde Pl.* 437 : 23-31.

PARADIS, G. & C. PIAZZA (1990c). Etude de la végétation d'un site littoral sableux en voie de dégradation rapide à proximité d'Ajaccio (Corse) : le fond de l'anse de Minaccia. *Bull. Soc. Bot. Centre-Ouest* nov. ser. 21 : 75-112.

PARADIS, G. & C. PIAZZA (1991). Contribution à l'étude de la végétation des dunes du site classé de l'Ostriconi (Corse). *Bull. Soc. Bot. Centre-Ouest,* nov. ser. 22 : 149-182.

PARADIS, G. & C. PIAZZA (1992a). Description de trois associations nouvelles sur le littoral occidental de la Corse. *Coll. Phytosoc.* 18 : 179-192, «1989».

PARADIS, G. & C. PIAZZA (1992b). Description phytosociologique et cartographique de la végétation littorale de deux sites dégradés du golfe de Valinco (Corse) : Campomoro et Tenutella. *Coll. Phytosoc.* 19 : 341-370.

PARADIS, G. & C. PIAZZA (1992c). Description de la végétation littorale des parties sableuses et graveleuses du fond du golfe de Lava (Corse). *Bull. Soc. Bot. Centre-Ouest* nov. ser. 23 : 111-138.

PARADIS, G. & C. PIAZZA (1993). Une association nouvelle à *Plantago coronopus* subsp. *humilis* et *Lotus cytisoides* subsp. *conradiae* dans les dunes dégradées de la Corse occidentale. *Monde Pl.* 446 : 21-23.

PARADIS, G. & J.-C. TOMASI (1991). Aperçus phytosociologique et cartographique de la végétation littorale de Barcaggio (Cap Corse, France) : rochers, dunes, étangs et dépressions. *Doc. Phytosoc.*, nov. ser. 13 : 175-208.

PIAZZA, C. & G. PARADIS (1988). Etude de la végétation de la plage de Campitellu (Golfe de Valinco, Corse). *Monde Pl.* 432 : 3-8.

PIGNATTI, E., S. PIGNATTI, P. NIMIS & A. AVANZINI (1980). La vegetazione ad arbusti spinosi emisferici : contributo alla interpretazione delle fasce di vegetazione delle alte montagne dell'Italia mediterranea. C.N.R. AQ 179. Roma.

REILLE, M. (1975). Contribution pollenanalytique à l'histoire de la végétation tardiglaciaire et holocène de la montagne corse. Thèse de Doctorat d'Etat es Sciences, Marseille.

REILLE, M. (1984). Origine de la végétation actuelle de la Corse sud-orientale ; analyse pollinique de cinq marais côtiers. *Pollens et spores* 26(1) : 43-60.

REILLE, M. (1988). Recherches pollenanalytiques sur le littoral occidental de la Corse, région de Galeria : la place naturelle d'*Erica arborea* et de *Quercus ilex*. *Trav. Sci. Parc Nat. Rég. Réserv. Nat. Corse* 18 : 53-75.

RIKLI, M. (1901a). Korsische Reisestudien. *Ber. Schweiz. Bot. Ges.* 11 : 27-33.

RIKLI, M. (1901b). Reisebilder aus Korsika. *Act. Soc. Helv. Sci. Nat, Session* 84.

RIKLI, M. (1903). Botanische Reisetudien auf einer Frühlingsfahrt durch Korsika. *Ber. Naturf. Ges. Zürich* 47(384) : 1-140, «1902».

RIKLI, M. & E. RUBEL (1923). Uber die Sommervegetation von Korsika. *Verh. Naturf. Ges. Basel* 35 («1923-1924») : 186-207.

ZEVACO, C. (1967). Une association nouvelle pour le sud de la Corse : l'*Hedysaro-Phagnaletum rupestris*. *Ann. Fac. Sci. Marseille* 39 : 211-218.

ZEVACO, C. (1969). Etude phytosociologique des plages et des dunes des archipels des Lavezzi et des Cerbicales (sud et sud-est de la Corse). *Ann. Fac. Sci. Marseille* 42 : 111-130.

ZEVACO-SCHMITZ, C. (1988). Flore et végétation de l'île Piana (archipel des Lavezzi) : Aspect évolutif en 18 années sous l'impact d'un troupeau de chèvres. *Trav. Sci. Parc Nat. Rég. Réserv. Nat. Corse* 14 : 31-51.

Publications sous-presse

LORENZONI, C., J.-M. GEHU, C. LAHONDERE & G. PARADIS (1993?). Description phytosociologique et cartographique de la végétation de l'étang de Santa Giulia (Corse du Sud). *Bull. Soc. Bot. Centre-Ouest* nov. ser. 24.

PARADIS, G. (1993?). Description de la végétation du fond de l'anse de Furnellu (Corse sud-occidentale). *Doc. Phytosoc.* nov. ser. 14.

PARADIS, G. (1993?). *Glinus lotoides* L. (Molluginaceae), espèce nouvelle pour la flore de Corse et de France. Localisation. Synécologie. *Acta Bot. Gall.* 40(6).

PARADIS, G. (1993?). Observations phytosociologiques sur des stations de *Kosteletskya pentacarpos* (L.) Ledeb. (Malvaceae) de la côte orientale corse. *Monde Pl.* 448.

PARADIS, G. & J.-M. GEHU (1993?). Observations synécologiques sur l'espèce protégée *Rouya polygama* (Desf.) Coincy, dans ses stations corses. *Doc. Phytosoc.* nov. ser. 14.

PARADIS, G. & C. LORENZONI (1993?). Etude de la végétation du fond de l'anse d'Arbitru (commune de Pianottoli-Caldarellu, Corse du Sud). *Trav. Sci. Parc Nat. Rég. Réserv. Nat. Corse* 42.

PARADIS, G. & C. PIAZZA (1993?). Etude phytosociologique et cartographique de la végétation des dunes de Tizzano, de Tralicetu et de la plage d'Argent (sud-ouest de la Corse). *Bull. Soc. Bot. Centre-Ouest* nov. ser. 24.

PARADIS, G. & C. PIAZZA (1993?). Phytosociologie du site protégé de l'Ortolo (Corse). Etude préliminaire à sa gestion. *Coll. Phytosoc.* 21.

PIAZZA, C. & G. PARADIS (1993?). Description phytosociologique et cartographique de la végétation du site protégé de Roccapina (Corse, France) : dune et zone humide. *Doc. Phytosoc.* nov. ser. 15.

Documents non publiés, à diffusion restreinte

CHIARAMONTI, N. (1991). Etude phytosociologique et cartographique du littoral sableux et d'une partie des zones humides de Saint-Florent. Mém. M.S.T., 76 pp., Université de Corse.

LORENZONI, C. (1990). Etude phytosociologique et cartographique d'une partie du Delta de l'Oso (nord du golfe de Porto-Vecchio). Mém. M.S.T., 53 pp., Université de Corse.

LORENZONI, C. (1992). Description phytosociologique et cartographique de la végétation des

zones humides des environs de Porto-Vecchio. Mém. D.E.S.S., 143 pp., Université de Corse.

MILANO, A. (1989). Etude phytosociologique et cartographique de la végétation de plages du golfe d'Ajaccio (Ricanto, Porticcio, Verghia). Mém. M.S.T., 45 pp., Université de Corse.

PARADIS, G. & C. PIAZZA (1990). Etude phyto-écologique et botanique du site de l'Ortolo. Préfecture de la Corse, D.R.A.E., 118 p. Ajaccio.

PIAZZA, C. (1991). Carte de la végétation en couleurs au 1/5000 des pourtours de l'étang de Biguglia. A.G.E.N.C., Bastia.

TOMASI, J.-C. (1990). Etude phytosociologique et cartographique de la végétation littorale de Barcaggio. Mém. M.S.T., 33 pp., Université de Corse.

ECOLOGIA MEDITERRANEA XXI (1/2) 1995 : 231-242

Inventaires et actions de conservation *in situ* des plantes rares ou menacées de Corse

Surveys and *in situ* conservation efforts for rare or endangered Corsican plants

Isabelle GUYOT* et Michel MURACCIOLE*

RÉSUMÉ

En application de la «Charte pour l'Inventaire Permanent et la Protection de la Flore de la Corse» adoptée en 1987, le Parc Naturel Régional de Corse et le Conservatoire Botanique National de Porquerolles ont engagé en 1989 une action globale à l'échelle de la Corse avec l'aide financière de la Commission des Communautés Européennes.

435 taxons considérés comme ayant moins de dix stations dans l'île, ont fait l'objet d'un inventaire exhaustif des données bibliographiques ou inédites. Sur environ 3000 stations concernées, 700 ont fait l'objet *in situ* d'un recueil de données stationnelles réunies dans une base de données informatisée, régulièrement réactualisée.

Les actions de conservation *in situ* ont porté d'une part sur l'information préventive et la sensibilisation des gestionnaires d'espaces naturels et d'autre part, sur des interventions directes sur certaines populations en danger.

Une gestion des habitats a été mise en oeuvre pour des stations de *Delphinium pictum* Willd. ou de taxons forestiers ; des renforcements de populations ont été effectués pour *Quercus robur* L. subsp. *robur*, *Anchusa crispa* Viv., *Armeria pungens* (Link) Hoffmanns et Link et *Periploca graeca* L. Une introduction de *Rouya polygama* (Desf.) Coincy a enfin été réalisée avec succès sur un site dunaire.

MOTS-CLES : Flore de la Corse, inventaires plantes rares, conservation *in situ*, gestion d'habitats, renforcement de population, introduction de plantes

SUMMARY

In compliance with the 1987 «Charter for the permanent study and protection of Corsican flora», the Parc Naturel Régional de Corse and the Conservatoire Botanique National de Porquerolles started a comprehensive program for Corsica in 1989, with financial assistance from the European Communities Commission.

An exhaustive study of bibiliographic or unpublished data concerning 435 taxa with less than 10 localities has been undertaken. Of the approximately 3000 localities concerned, 700 were included in *in situ* surveys of localisation data, which were then compiled in a regularly updated computerized data bank.

In situ conservation efforts included providing preventive information and training for nature site managers as well as direct operations on certain endangered populations. Habitat management was begun for localities of *Delphinium pictum* Willd. and certain woodland taxa; Population reinforcement was undertaken for *Quercus robur* L. subsp. *robur*, *Anchusa crispa* Viv., *Armeria pungens* (Link) Hoffmanns & Link and *Periploca graeca* L. Finally, *Rouya polygama* (Desf.) Coincy was successfully introduced on a dunal site.

KEY WORDS : Corsican flora, rare plant survey, *in situ* conservation, habitat management, population reinforcement, introduction of plants

*AGENC (Agence pour la Gestion des Espaces Naturels de Corse)
3, rue Luce de Casabianca, F. 20200 Bastia

INTRODUCTION

Depuis 1980, le Parc Naturel Régional de Corse et le Conservatoire Botanique National de Porquerolles ont conjointement entrepris une série d'actions visant à la conservation des éléments de la flore corse les plus rares ou les plus menacés (MURACCIOLE & GAMISANS, 1989).

Parallèlement, sous l'impulsion d'un certain nombre de botanistes et avec le support logistique des Conservatoire et Jardin Botaniques de la Ville de Genève, est né le projet «Flore Corse» qui institue une coordination internationale des actions d'études et d'inventaires de la flore insulaire (JEANMONOD, 1991).

Cet ensemble d'initiatives a créé les conditions nécessaires à la définition d'une stratégie globale de conservation qui s'est concrétisée en 1987 par l'établissement d'une «Charte pour l'inventaire permanent et la protection de la flore de la Corse» (MURACCIOLE & OLIVIER, 1991b).

Dès 1989, cette charte a pu trouver un prolongement au travers d'un programme qui a bénéficié du soutien financier de la Commission des Communautés Européennes et de la collaboration du Comité Scientifique International du projet Flore Corse et du Collectif des conservatoires, jardins botaniques et espaces naturels pour la protection de la flore de Corse. Ce programme «Inventaire Permanent et Protection des plantes menacées, rares ou endémiques de la Corse», d'une durée de quatre ans, comprenait cinq volets : les inventaires, la création et la gestion d'une base de données, la conservation *ex situ*, la conservation *in situ* et l'information. Il constitue une des très rares tentatives d'inventaire exhaustif et de conservation des taxons les plus rares à l'échelle d'un territoire de 6 880 km^2 et a permis notamment de développer des opérations de conservation *in situ*, domaine dans lequel les expériences font encore trop largement défaut.

LES INVENTAIRES

Les inventaires bibliographiques et l'établissement des listes relatives aux taxons végétaux menacés, rares ou endémiques de la Corse

Dès 1981, des premiers inventaires préliminaires avaient été engagés par les promoteurs du projet et avaient servi de base à des campagnes de collectes de données *in situ* en privilégiant prioritairement les taxons les plus rares et ceux présents dans des espaces naturels protégés (MURACCIOLE & GAMISANS, 1989 ; MURACCIOLE & OLIVIER, 1991a).

A partir de 1989, quatre listes de taxons ont été élaborées sous le contrôle scientifique du Comité Scientifique du projet Flore Corse (MURACCIOLE & OLIVIER, 1991b) :

- Une liste des plantes rares *(lato sensu)* à l'échelle de la Corse (liste 1) comportant 682 taxons (connus alors dans moins de 10 localités de l'île), retenue comme liste de référence, et précisant pour chaque taxon concerné, le nombre de stations corses signalées à la fois dans la bibliographie ancienne et dans la bibliographie récente, le statut de protection, la présence dans des espaces protégés ou gérés, son aire de répartition géographique, etc.

- Une liste commentée des taxons endémiques (liste 2) comprenant 277 taxons (du *stricto sensu* au *lato sensu),* et précisant de manière exhaustive les territoires où lesdits taxons se rencontrent dans le monde.

- La liste des taxons nécessitant la mise en oeuvre de mesures de protection prioritaires (liste 3), qui comportait à l'origine 149 taxons, a été complétée en 1992 et elle réunit maintenant 435 taxons. Cette liste constitue la base de travail pour les actions d'inventaire *in situ* et de conservation *in situ* et *ex situ.*

- Une liste de réactualisation de la liste des plantes menacées établie selon les critères de l'UICN pour la Corse (liste 4) et destinée à mettre en évidence les priorités d'ordre international.

Ces différentes listes ont été régulièrement transmises à un ensemble de personnalité et d'organismes tant scientifiques qu'administratifs et réactualisées.

Le «Catalogue des plantes vasculaires de la Corse» (GAMISANS, 1985) paru pour la première fois en 1985 et réactualisé depuis (GAMISANS & JEANMONOD, 1993), a constitué le point de départ du travail d'inventaire bibliographique. Pour chaque taxon rare de la liste 1, une synthèse critique des connaissances bibliographiques a donc été réalisée et un grand nombre de données inédites ont été recueillies auprès des différents spécialistes de la flore de Corse ou des autres botanistes venant herboriser plus occasionnellement dans l'île. Toutes les données, bibliographiques, inédites ou recueillies *in situ* ont ensuite été réunies dans une banque de données gérée par le Conservatoire Botanique

National de Porquerolles (ABOUCAYA & *al.* sous presse).

Les connaissances regroupées lors de ces inventaires ne sont évidemment pas définitives et leur réactualisation s'avère être régulièrement nécessaire. Les prospections de terrain, les études de populations, les observations des botanistes au cours de leurs explorations, apportent en permanence de nouvelles données qui entraînent la révision du statut chorologique des espèces rares et menacées.

La cartographie et la description des stations de plantes rares

En préalable aux opérations de conservation, il est nécessaire de situer avec la plus grande précision possible, les localités de plantes rares, de les visiter, de les décrire et d'évaluer les menaces qui mettent en péril leur pérennité. Cette opération d'inventaire comporte systématiquement :

- la recherche de la station *in situ*,
- le report sur un fond de carte de l'Institut Géographique National au 1/25000ème de la localisation et du contour exact de la station,
- un descriptif de l'itinéraire permettant de retrouver avec toutes facilités la station elle-même,
- la description de la station réalisée à partir de bordereaux utilisés dans le cadre du programme "Livre Rouge des Espèces Vasculaires de France", qui permettent la collecte d'informations normalisées relatives : à la description et à la localisation de la station, aux menaces qui pèsent sur elle, aux principaux éléments du biotope dans lequel vit le taxon considéré et au foncier.

Tous ces renseignements sont ensuite saisis sur support informatique au Conservatoire Botanique National de Porquerolles (ABOUCAYA & *al.*, sous presse).

La visite des stations est en même temps l'occasion de récolter du matériel végétal pour la conservation *ex situ* ou de préparer des campagnes pour de telles récoltes.

LA CONSERVATION *IN SITU*

Au-delà de la démarche d'inventaire, les actions de conservation engagées concrètement in situ ont répondu à une stratégie à deux volets :

- d'une part une intervention à caractère exhaustif dans les espaces protégés ou gérés,
- d'autre part, des actions plus ponctuelles répondant à des situations d'urgence ou à des opportunités.

Pour cette partie du programme il semble intéressant de souligner ici le rôle des espaces protégés et gérés et les expériences de gestion dynamiques de populations engagées dans des sites protégés ou non.

Le rôle des espaces protégés

Dès le début du programme, les espaces naturels protégés ou gérés (réserves naturelles, sites du Conservatoire de l'Epace Littoral et des Rivages Lacustres ou des Départements, forêts domaniales) ont donc fait l'objet d'actions prioritaires afin d'une part de sensibiliser les gestionnaires à la conservation des espèces rares et afin d'autre part d'y engager des actions concrètes de conservation *in situ*.

Dans ces espaces, les initiatives ont été de différentes natures :
- prospections botaniques approfondies dans certains milieux méconnus,
- communication des informations (localisation des taxons, vulnérabilité, etc.) aux gestionnaires,
- sensibilisation et formation des personnels assurant la gestion de ces espaces,
- prise en compte de la présence de taxons rares dans les programmes d'aménagement de ces espaces,
- suivi des populations les plus vulnérables,
- opération de gestion d'habitat ou de renforcement de populations.

Au total, les espaces protégés ou gérés de Corse devraient garantir la conservation de toutes ou parties des populations de 88 espèces rares soit 20% de la liste des 435 taxons nécessitant une action prioritaire (tableau 1).

Des expériences de gestion dynamique

In situ, des opérations dynamiques de conservation ont été mises en oeuvre. Celles-ci peuvent être classées schématiquement en quatre catégories selon la nature de l'intervention (BOURNERIAS & OLIVIER, 1989) :

- la gestion de l'habitat : qui consiste à améliorer ou maintenir les effectifs d'un taxon par des interventions sur les conditions biocénotiques,

- le renforcement de population : qui consiste à implanter des individus d'un taxon déterminé précisément dans un lieu où il existe encore mais où il s'est considérablement raréfié,

Tableau 1
Les espèces végétales rares en Corse présentes dans les espaces protégés

ESPACES GERES EN CORSE	SUPERFICIES *(fin 1993)*	NOMBRE D'ESPECES RARES *(nombre total en Corse: 435)*	
RÉSERVES NATURELLES	1 062 ha	30	
CONSERVATOIRE DE L'ESPACE LITTORAL ET DES RIVAGES LACUSTRES	10 355 ha	42	21% des espèces rares du littoral de la Corse
AUTRES : Propriétés de l'État ou des Départements	moins de 100 ha	4	
OFFICE NATIONAL DES FORETS : Forêts domaniales*	51 188 ha	23	
TOTAL	62 705 ha	88	20% des espèces rares en Corse

* Les forêts communales soumises au régime forestier qui couvrent 93816 ha n'ont pas été intégrées dans l'inventaire général mais ont fait parfois l'objet d'actions ponctuelles.

- la réintroduction ou implantation d'un taxon dans un lieu déterminé où il existait par le passé mais d'où il est aujourd'hui disparu. Il n'y a pas encore eu d'expérience de ce type en Corse, mais cela pourra peut-être dans l'avenir concerner *Naufraga balearica,*

- l'introduction, terme aujourd'hui réservé aux implantations d'individus d'un taxon déterminé dans un lieu qui semble convenir à son développement.

Toutes les opérations engagées l'ont été dans le respect d'un certain nombre de règles méthodologiques et déontologiques qui ont été précisées par certains auteurs (OLIVIER, 1984 ; BOURNERIAS & OLIVIER, 1989) et consignées d'une part dans la Charte pour l'inventaire permanent et la protection de la flore de la Corse (MURACCIOLE & OLIVIER, 1991 b) et d'autre part dans le cahier des charges des Conservatoires Botaniques Nationaux. Pour les espèces protégées par des textes de loi, des autorisations ont été demandées au Ministère de l'Environnement. Ces actions ont été menées dans des espaces protégés ou gérés mais aussi dans des sites qui font l'objet de convention de maîtrise d'usage avec les propriétaires.

Gestion d'habitats

1. Le cas de Delphinium pictum *Willd.* (RANUNCULACEAE)

D. pictum est endémique de Corse, de Sardaigne, des Baléares et peut-être d'Italie où il a été signalé autrefois (PIGNATTI, 1982, ; VERLAQUE & *al.*, 1991). La répartition actuelle en Corse est limitée à quatre localités : trois situées sur le littoral (LITARDIERE, 1929 ; MURACCIOLE & *al.*, 1988 ; GAMISANS, 1990), et une station à 680 m. d'altitude (JEANMONOD & ROGUET, 1989). L'espèce avait été signalée au siècle dernier et au début de ce siècle dans six autres localités (BRIQUET, 1910 ; LITARDIERE, 1955), où elle n'a pas été retrouvée. Les quatre stations comprennent généralement de faibles populations, aux effectifs très fluctuants selon les années, sauf dans la localité classique de Crovani où les effectifs se maintiennent autour d'une centaine de pieds à l'arrière d'un cordon littoral de galets. Dans les autres stations littorales, elle pousse de façon irrégulière, des groupes ou des individus isolés apparaissant sporadiquement certaines années en différents point du site.

Cette espèce annuelle ou bisannuelle pérennante selon les localités (VERLAQUE & *al.*, 1991) pousse dans des milieux variés : sols de galets, en arrière-plages ou dans les lits majeurs de rivières asséchées en été, maquis très ouverts à sols rocailleux ; elle affectionne particulièrement les sols remaniés caillouteux, riches en nitrates. Il s'agit d'une plante héliophile de groupements instables.

Elle est protégée au niveau national (arrêté ministériel du 20/1/1982) et figure sur la liste de l'UICN des plantes menacées à l'échelle mondiale. Deux des stations actuellement connues en Corse sont situées sur des terrains du Conservatoire de l'Espace Littoral et des Rivages Lacustres.

Dans la localité de «Lavu Santu», site acquis par le Conservatoire du Littoral, quelques

pieds de *Delphinium pictum* ont été découverts en mai 1989 (GAMISANS 1990), dans un maquis ouvert brûlé en août 1987; malgré des recherches effectuées aux printemps 1990 et 1991, l'espèce ne fut pas retrouvée sur le site. Dès 1990, le milieu s'était refermé et le maquis avait repoussé en peuplements très denses de *Calicotome villosa, Smilax aspera, Cistus monspeliensis,* etc. Au début 1992, le site a été débroussaillé afin de dégager un espace favorable à des germinations naturelles de graines éventuellement contenues dans le sol. En juin 1992, un seul individu a été fugacement observé dans la parcelle débroussaillée, mais en juin 1993, 130 pieds florifères de tailles variables y ont été observés.

D'après les expériences réalisées dans les îles d'Hyères sur *Delphinium requienii* (ABOUCAYA, comm. pers.) et celles effectuées en Corse sur *D. pictum*, dans des milieux où le taxon apparaît sous forme de métapopulations instables et fugaces, il apparaît qu'une gestion des stations en maintenant des milieux ouverts favorise la présence du taxon.

La conservation de stations forestières

Afin de protéger quelques espèces forestières rares en Corse et de les soustraire à l'impact du bétail errant, principalement les porcs, trois enclos grillagés d'environ 1 000 m² chacun ont été construits en 1991 et 1992, dans la forêt domaniale d'Aitone, en collaboration avec l'Office National des Forêts, gestionnaire du site.

3 taxons ont été concernés par cette opération :

- *Epipogium aphyllum* Swartz *(ORCHIDACEAE)* : espèce protégée rare en France continentale, saprophyte poussant dans les sous-bois frais des forêts de hêtres ou de sapins; une seule station fut découverte en Corse en 1988 dans la forêt d'Aitone. Détruite par les porcs errants, elle n'a pas été revue au cours des années suivantes.

- *Paris quadrifolia* L. *(LILIACEAE)* : espèce rare en région méditerranéenne qui est connue en Corse dans six forêts d'altitude où elle reste cependant peu abondante ; plusieurs stations de la forêt d'Aitone avaient été endommagées par le bétail errant.

- *Streptopus amplexifolius* (L.) DC. *(LILIACEAE)* : espèce rare en France continentale et en Corse où une dizaine de stations est connue dans l'étage montagnard. La forêt d'Aitone abrite plusieurs petites populations qui subissent la pression des porcs.

En 1993, les trois enclos ont été cartographiés et ont fait l'objet d'un inventaire floristique détaillé afin d'en assurer le suivi à long terme. Selon les premiers relevés, les populations de *Paris quadrifolia* et de *Streptopus amplexifolius* ont largement profité de ces mesures de protection, et une autre plante rare en Corse, *Veronica scutellata* L., a été découverte dans l'un des enclos. Un an seulement après leur installation, une importante différence dans l'abondance de la végétation et dans la diversité floristique, entre l'intérieur et l'extérieur des enclos a été nettement observée. En revanche, *Epipogium aphyllum* n'a pu être à nouveau observé. Il ressort clairement de cette expérience que le bétail errant est actuellement responsable de la rareté de certains taxons mésophiles dans les stations humides des forêts de l'étage montagnard en Corse.

Exemples de renforcements de populations

1. Le cas de Quercus robur *L. subsp.* robur *(FAGACEAE)*

Le chêne pédonculé est très rare en Corse, où il est limité à moins d'une dizaine de petites populations sur le littoral de la plaine orientale, depuis l'étang de Biguglia au nord jusqu'à l'étang de Gradugine au sud (GAMISANS, 1985 ; CONRAD, 1988 ; MURACCIOLE, 1988) dans des milieux plus ou moins humides : bords de canaux, dépressions, ou ripisylves en compagnie de *Populus alba* et *P. nigra*, d'*Alnus glutinosa*, de *Salix cinerea* ou de *Fraxinus angustifolia* (GAMISANS, 1991).

Certains auteurs ont considéré que le chêne pédonculé aurait pû être introduit en Corse durant la domination de l'île par la République de Gênes (CONRAD, 1988). Toutefois, sa présence dans les quelques localités du nord-est de la Corse où on le trouve aujourd'hui, semble tout à fait naturelle et on peut vraisemblablement penser que dans le passé ce chêne ait pu avoir une place non négligeable dans la couverture forestière des secteurs frais de la plaine orientale.

Sur le site de Mucchiatana, appartenant au Conservatoire de l'Espace Littoral, se trouve une petite population d'arbres âgés au sud-ouest du site et quelques jeunes individus sont dispersés le long de certaines ripisylves au sud du site (MURACCIOLE, 1988). Afin de renforcer cette petite population, 315 jeunes plants issus de glands récoltés dans des localités situées à proximité de l'étang de Biguglia et cultivés en pépinière par l'Office National des Forêts, ont été plantés sur le site en janvier et février 1993 et munis de protections individuelles et d'un paillage (tableau 2).

Tableau 2
Méthodes de production des plants utilisés lors des opérations de renforcement de population ou d'introduction, techniques de plantation et résultats

ESPÈCE	MÉTHODES D'ELEVAGE	MÉTHODES DE PLANTATION	RESULTATS	COMMENTAIRES
Quercus robur **subsp. *robur*** ***(FAGACEAE)***	Pépinière de l'Office National des Forêts : - semis et élevage en plein air pendant un an ; - godet individuel «Robin» de 1 l ; - Substrat : terreau enrichi à 2 kg d'engrais retard osmocoute ; - aucun repotage ni travail sur godet.	- Plantation en janvier et février 1993 ; - 315 plants mis en place ; - hauteur maximale des plants à la plantation : 60 cm ; - plantation en ligne 3m x 3m dans des secteurs humides ; - protection des plants par un abri serre tubex de120 à 180 cm et paillage «isoplan» au pied.	9 mois après plantation (au 1-10-1993) - taux de réussite : 65% - milieu le plus favorable : ripilsylve humide (jusqu'à 100% de réussite).	Le mode de plantation semble bien adapté aux secteurs les plus humides du site (ripisylves de canaux), en revanche la méthode de protection des plants serait peut être à revoir dans les secteurs plus secs de la plantation.
Anchusa crispa **Viv.** ***(BORAGINACEAE)***	Après tests de germination et essais de culture réalisés antérieurement au C.B.N.P.: - germination (sans prétraitement) en boîte de Pétri sur papier filtre humidifié à +15°C (60% de réussite pour les semences lyophilisées récoltées en 1988) ; - au bout de quelques jours, à l'apparition de la racine, repiquage des plantules en petits godets sur mélange de terreau et de terre de jardin stérilisée (1/1), en salle de culture à 25°C ; - après développement de quelques feuilles, repotage dans un mélange sableux en conteneurs de 2 l et installation en plein air sous chassis ou en serre.	- Plantation le 6 mars 1992 ; - mise en place de 71 plants âgés d'environ 6 mois ; - choix de deux sites présentant des faciès différents et abritant des populations naturelles d'*Anchusa crispa*, dont une parcelle clôturée ; - cartographie de chaque parcelle et marquage des plants par des étiquettes.	Suivi trimestiel des plantations à l'aide de relevés le long de lignes permanentes ; - suivi de la parcelle non clôturée abandonné car le site a été très fortement piétiné par des bovins - faible taux de réussite des plantations : 50% de survie quatre mois après la plantation ; En juillet 1993, dans la parcelle clôturée, il ne restait que deux pieds florifères.	Conclusions et perspectives : le faible taux de réussite peut être dû à plusieurs facteurs 1- saison d'implantation vraisemblablement moins favorable que l'automne : une nouvelle plantation est programmée pour novembre 1994 2 - les petits godets utilisés ont peut être gêné le développement racinaire ; des godets plus profonds seront ultérieurement utilisés ; 3 - la mise en défens du site d'implantation est indispensable.
Armeria pungens **(Link) Hoffmans & Link** ***(PLUMBAGINACEAE)***	Au Conservatoire Botanique National de Porquerolles : mêmes méthodes de culture que pour *Anchusa crispa* .	- Plantation le 6/3/1992 ; - 31 plants répartis dans la population naturelle en 5 groupes - la cartographie précise de la population existante et des nouveaux plants a été effectuée ; - marquage provisoire des plants à l'aide d'étiquettes en bois périssables.	- Taux de réussite 9 mois après plantation (11/92) : 85 % (26 pieds sur 31 plantés).	Renforcement de population facile à mettre en oeuvre pour ce taxon.

Periploca graeca* L.** ***(ASCLEPIADACEAE)	Au C.B.N.P : - prétraitement des graines (DUTARTRE & *al.*, 1993), - germination en boîte de Pétri à +15°C : 90 à 100% de germination sur des semences conservées depuis 6 mois, 1 an ou 2 ans. - repiquage en godets sur mélange terreau + terre de jardin plutôt acide. A la pépinière de l'O.N.F. : - boutures placées dans des godets "Robin" d'1 l., sur terreau enrichi à l'engrais retard osmocoute en plein air jusqu'à leur implantation.	- repérage préalable sur le terrain de quatre stations d'implantation aux conditions écologiques différentes ; - préparation des sites par débroussaillage des ronciers présents sous *Alnus glutinosa* ; - plantation le 5/11/92, 127 plants installés (en 4 zones distinctes) : 53 plants issus de semis et 74 plants issus de bouturage : - marquage individuel des plants et cartographie fine des secteurs de réimplantation avec relevé des conditions écologiques stationnelles.	Résultat 8 mois après les plantations (7/7/93) : - 75% de réussite (89% pour les semis, 65% pour les boutures.	- les reprises sont différentes selon les zones : 82,3% dans les secteurs humides et assez ensoleillés correspondant aux conditions naturelles et 14,3% dans les zones plus sèches.
Rouya polygama* (Desf.) Coincy** ***(APIACEAE)	Au C.B.N.P. : mêmes méthodes de culture que pour *Anchusa crispa*.	- plantation le 7/11/92 - nombre de plants mis en place : 58, en trois placettes.	Taux de reprise 9 mois après (8/93) 70% dont 24,4% : de la population ayant fleuri.	Le milieu le plus favorable est constitué d'un ourlet sableux en bordure du fourré littoral à ***Juniperus macrocarpa.***

Neuf mois après les plantations, le taux de réussite était d'environ 65% pour la totalité de la plantation, le milieu le plus favorable étant incontestablement la ripisylve humide. Dans les milieux plus secs (crêtes de ripisylves, zones à *Pteridium aquilinum*, ...) le taux d'échec était plus important.

A l'issue de cette expérience concluante, il apparaît nécessaire, dans les secteurs de plantation les plus ouverts et les moins frais, de reconsidérer les moyens utilisés pour la protection des jeunes plants. En effet, dans des régions littorales sèches, les jeunes chênes protégés par des abri-serres de type tubex et plantés en milieu découvert, peuvent souffrir et même brûler en période de fort ensoleillement estival ; de plus, le paillage d'isoplan (aggloméré de bois dégradable) installé au pied des jeunes arbres au moment des plantations se déssèche et les fougères aigles *(Pteridium aquilinum)* peuvent ainsi le soulever facilement, ce qui n'assure plus ni protection, ni maintien de l'humidité.

2. *Le cas d'*Anchusa crispa *Viv. (BORAGINACEAE)*

Anchusa crispa est une espèce endémique de Corse et de Sardaigne où elle est extrêmement rare. En Sardaigne, elle est localisée dans la région de Porto Torres, sur la côte nord occidentale de l'île, en moins de 10 stations (VALSECCHI, 1976).

En Corse, les sept stations actuellement connues sont localisées en deux secteurs bien distincts ; d'une part sur la côte sud-occidentale, dans le golfe du Valinco (cinq stations au nord et au sud de Propriano), et d'autre part, sur deux petites plages de la côte sud-orientale de l'île (THIEBAUD, 1988 ; CONRAD, 1989 ; PARADIS & PIAZZA, 1989a). L'espèce était autrefois connue (depuis la fin du siècle dernier) sur la plage de Santa Severa dans le Cap Corse (BRIQUET & LITARDIERE, 1955), d'où elle a disparu vers 1963 (CONRAD, inédit). Elle avait également été signalée à «Bonifacio» (sans autre précision) vers 1899, mais elle n'y a jamais été retrouvée depuis (THIEBAUD, 1988).

L'espèce est bisannuelle à pérennante et sa floraison commence dès le mois de mai et s'étale sur plusieurs mois. Elle occupe des arrière-plages sablonneuses et des dunes fixées dans des groupements de végétation appartenant aux ***Agropyrion*** ou ***Ammophilion*** (GAMISANS, 1991), et en particulier au ***Sporobolenion arenarii*** (PARADIS, 1990).

L'espèce est légalement protégée à plusieurs niveaux :

1 - elle figure sur la liste nationale des espèces végétales protégées (arrêté ministériel du 20/1/1982) ;

2 - au niveau européen, elle est classée «plante prioritaire» figurant à l'annexe II de la directive 92/43 de la C.E.E. du 21/5/1992 concernant la conservation des habitats naturels ainsi que de la faune et de la flore sauvages ;

3 - elle était inscrite comme espèce «vulnérable» sur la liste des végétaux menacés à l'échelle mondiale, établie par l'Union Internationale pour la Conservation de la Nature et de ses ressources (Livre Rouge de l'U.I.C.N.), et le statut «en danger» a été proposé à l'U.I.C.N.

Anchusa crispa est une des espèces littorales qui régresse le plus en Corse à l'heure actuelle, en raison de la vulnérabilité du milieu dans lequel elle vit. Toutes ses stations corses sont actuellement menacées et plus ou moins endommagées par un degré élevé d'anthropisation (construction d'établissements commerciaux sur les plages, concurrence végétale par les *Carpobrotus*, piétinement ou fréquentation des dunes par des véhicules, ...).

Jusqu'à présent, ces stations ne bénéficient en Corse d'aucun statut de protection. Il s'agit de terrains privés, communaux, ou du domaine public maritime.

La station de Portigliolo, au sud de Propriano, située en arrière-plage sur des dunes sableuses, abritait plus de 500 pieds d'*Anchusa crispa* en juillet 1988 (PARADIS & PIAZZA, 1989a). Elle a été ensuite fortement endommagée par la construction d'une piste, par des extractions de sable et par le piétinement intensif des bovins qui stationnent sur les dunes. En septembre 1991, il ne restait plus que 70 jeunes plants.

L'opération de réimplantation de l'espèce sur le site a été préparée en s'assurant de la maîtrise foncière du site puis par la mise en défens d'une parcelle. A partir de l'automne 1991, le Conservatoire Botanique National de Porquerolles a fait germer, puis a mis en culture des graines lyophilisées d'*Anchusa crispa*, qui avaient été récoltées en 1988 dans cette même population (tableau 2). En mars 1992, 71 jeunes plants ont été mis en place en deux points présentant des faciès différents (tableau 2). Le taux de réussite de ces plantations s'est avéré faible :

- dans la parcelle non clôturée, tous les plants ont été rapidement détruits par le piétinement des bovins,

- dans la parcelle clôturée, 17 mois plus tard, le taux de survie était seulement de 5,5%;

La culture et la conservation *in situ* de cette espèce dont la biologie et la phénologie sont difficiles à cerner, posent de nombreux problèmes. Le faible taux de survie peut être dû à plusieurs facteurs : mauvais choix de la période de plantation, méthodes de culture des jeunes plants inadéquates, mauvaise préparation du site d'implantation. Plusieurs essais de gestion et de l'habitat de renforcement de population seront sans doute nécessaires avant d'aboutir à une réussite totale (tableau 2). Dans un premier temps, une nouvelle opération de renforcement est prévue pour l'automne 1994, dans une parcelle clôturée n'hébergeant pas de population naturelle d'*Anchusa crispa*.

*3. Le cas d'*Armeria pungens *(Link) Hoffmanns & Link (PLUMBAGINACEAE)*

Armeria pungens est une espèce endémique de Corse, de Sardaigne et du sud-ouest de la péninsule ibérique. La totalité des stations cyrno-sardes est localisée à l'extrémité sud de la Corse et à l'extrémité nord de la Sardaigne (ARRIGONI, 1970).

En Corse, on ne la trouve aujourd'hui que dans la région de Bonifacio sur les dunes sableuses de Piantarella et de Sperone et dans les îles de l'archipel des Lavezzi. Elle n'a jamais été récemment retrouvée dans les autres localités mentionnées autrefois: Biguglia, Santa Manza, Ajaccio (BRIQUET & LITARDIERE, 1955).

Armeria pungens pousse sur les sables fixés d'arrière-dune, associée à Crucianella maritima dans le ***Crucianello-Armerietum pungentis*** Zevaco 1969, GAMISANS, 1991).

A l'exception de la station de l'île Piana, les autres stations corses subissent depuis quelques années des dégradations dues à une forte augmentation de la fréquentation touristique estivale.

L'espèce est protégée au niveau national (arrêté du 20-01-1982) ; elle est cotée «vulnérable» sur la liste proposée à l'UICN pour la Corse. Seule la station de l'île Piana située dans la réserve naturelle des îles Lavezzi, bénéficie d'une protection effective.

La dune du Petit Sperone (une des deux stations les plus menacées) a été retenue pour effectuer une réimplantation. Les relations établies avec le propriétaire actuel du site ont abouti à l'obtention de son accord pour la plantation et

pour le respect des consignes de gestion de cette population (mise en défens des dunes, campagne d'information du public, etc.).

Le Conservatoire de Porquerolles a spécialement produit une centaine de jeunes plants par semis de graines provenant de cette localité ; les techniques de culture étant les mêmes que pour *Anchusa crispa* (tableau 2). La mise en place de 31 plants a été effectuée le 5 mars 1992. Le taux de reprise s'élevait neuf mois plus tard à 85%.

Contrairement à *Anchusa crispa*, la réimplantation dans la nature de cette autre espèce psammophile ne semble guère poser de problèmes. Sa multiplication est aisée (DUTARTRE & *al.*, 1993) et la reprise des plantules sur les sites d'implantation est simple. L'espèce est essentiellement menacée en raison de la modification des milieux dans lesquels elle vit. La maîtrise foncière, ainsi qu'une gestion appropriée de ses stations devraient permettre une protection efficace de cette endémique rare. En effet, sur l'île Piana (d'une superficie de 6 ha), l'arrêt du pâturage des caprins a provoqué en peu de temps une spectaculaire augmentation de la population.

4. Le cas de Periploca graeca *L. (ASCLEPIADACEAE)*

C'est une espèce de la péninsule balkanique qui est présente jusqu'en Roumanie du Sud, en Italie et en Corse, et absente de France et d'Espagne continentales à l'état naturel (TUTIN & *al.*, 1972).

En Corse, *Periploca graeca* est localisée au nord de la plaine orientale, près de l'embouchure du Golo et dans la région de Folelli, en quatre stations littorales très proches les unes des autres (Tanghiccia, Mucchiatana, Marina di Casinca et San Pellegrino (DUTARTRE & DESCHATRES, 1986 ; NICOLINI, inédit). Certains auteurs mettent en doute son indigénat en Corse, d'autant plus que l'espèce est introduite dans le Midi de la France. Toutefois, en Italie, elle est considérée comme spontanée en Calabre, dans les Pouilles et sur le littoral toscan, région proche de la Corse (PIGNATTI, 1982 ; DUTARTRE & DESCHATRES, 1986).

En Italie, *Periploca graeca* pousse dans les bois humides et les haies, à proximité de la côte. On la trouve en Corse dans des milieux tout à fait similaires : dépressions humides, ripisylves de canaux, utilisant *Alnus glutinosa*, ou des végétaux buissonnants *(Rubus,...)* comme supports. Elle semble préférer les lisières en situation plutôt ensoleillée, sur des sols humides et humifères.

L'espèce n'est pas protégée sur le plan réglementaire. La station de Mucchiatana est toutefois située sur un terrain appartenant au Conservatoire de l'Espace Littoral.

La biologie de cette espèce est peu connue : reproduction végétative importante, fructification inexistante dans certaines localités, compétition avec d'autres espèces végétales, absence ou méconnaissance des pollinisateurs, etc. Le suivi de populations d'âge connu dans un site dont la protection et la gestion sont assurées permettra peut-être de mieux connaître cette espèce. Le site naturel protégé de Mucchiatana a donc été retenu pour une opération de renforcement de la population de *Periploca graeca.*

Un bosquet d'*Alnus glutinosa* avec un sous-bois de *Rubus* sp., situé dans une dépression humide et une autre placette plus sèche ont été retenus comme stations d'implantation. Dans chacune de ces deux localités, quatre petites zones présentant des différences d'ensoleillement et d'humidité du sol, ont été déterminées pour l'installation des plants dans des conditions stationnelles différentes. Une préparation des sites d'implantation a été auparavent effectuée par débroussaillage des ronciers *(Rubus* sp.).

53 plants obtenus par semis de graines préparés au Conservatoire Botanique National de Porquerolles, et 74 plants obtenus par boutures cultivées par l'Office National des Forêts à partir de matériel végétal provenant du site de Mucchiatana ont été plantés le 5 novembre 1992 (tableau 2).

Un relevé précis des plantations, effectué en juillet 1993, a permis de constater un taux de réussite global de 75% : très important pour les plants issus de semis (89 %), et plus faible pour ceux issus de boutures (65 %). La préparation des plants n'ayant pas été la même, il est difficile de comparer les deux lots (issus de semis et issus de boutures). On constate par contre que les secteurs les plus humides et assez ensoleillés sont les plus favorables à l'espèce, ce qui correspond aux conditions stationnelles naturelles.

Exemple d'introduction : le cas de Rouya polygama *(Desf.) Coincy (APIACEAE)*

Rouya polygama est une espèce littorale ouest-méditerranéenne (Corse, Sardaigne, Algérie, Tunisie). En Corse, elle se situe donc en limite nord de son aire de répartition. Elle y est localisée dans la région du golfe de Porto Vecchio, en une dizaine de stations toutes situées sur des substrats sableux ou graveleux (BRIQUET &

LITARDIERE, 1938 ; PARADIS & GEHU, 1992). Espèce vivace, héliophile, qui pousse en lisière des fourrés littoraux à *Juniperus oxycedrus* subsp. *macrocarpa*, *Juniperus phoenicea* et *Pistacia lentiscus*, ou de peuplements de *Pinus pinaster*, elle se rencontre également dans plusieurs groupements littoraux comme l'***Elymetum farcti*** ou l'***Ammophiletum arundinaceae*** (PARADIS & GEHU, 1992).

Cette espèce est menacée, en raison de la dégradation par la surfréquentation et l'urbanisation des dunes sableuses et des arrière-plages auxquelles elle est inféodée. Elle semble toutefois supporter une certaine anthropisation de ses habitats.

L'espèce est protégée au niveau national par l'arrêté ministériel du 20/1/1982 et figure dans le livre rouge des espèces menacées de France. Elle est classée «vulnérable» par l'UICN. Aucune de ses stations naturelles en Corse n'est protégée.

Les dunes de Palombaggia (Porto Vecchio) qui ont été acquises par le Conservatoire de l'Espace Littoral, sont en cours de restauration (fermeture du site, pose de palissades de protection et revégétalisation de tous les secteurs érodés). Dans le programme général de révégétalisation de ces dunes, il a donc été décidé de procéder à l'introduction de *Rouya polygama* sur ce site où l'on retrouve ses habitats naturels.

En novembre 1992, 58 jeunes pieds de *Rouya polygama* préparés par le Conservatoire Botanique National de Porquerolles ont été mis en place en trois placettes distantes entre elles d'une vingtaine de mètres, dans une zone dunaire clôturée.

Les plants ont été obtenus par semis de graines provenant de la population naturelle de Cala Rossa (Lecci) située à environ 7 km au nord de la station d'introduction, conservées au Conservatoire Botanique National de Porquerolles depuis 1982 et préparées dans les mêmes conditions qu'*Anchusa crispa* (tableau 2).

En août 1993, le taux de reprise pour la totalité des plantations (trois lots) était de 70%. Le taux d'échec le plus important correspondait au lot installé sur un sol très tassé, sous un couvert de *Pinus pinea*. En revanche, les deux autres lots de *Rouya*, plantés sur des ourlets sableux en bordure de fourré littoral ou sur des buttes très érodées, ont présenté de très bons résultats.

CONCLUSION

En quatre ans, grâce à une étroite collaboration entre scientifiques, botanistes amateurs et institutions chargées de la conservation de la nature, ce programme a permis de mettre en place à l'échelle de toute l'île un outil opérationnel d'inventaire permanent des espèces rares ou menacées.

Si la localisation et l'étude de 3000 stations de plantes rares est déjà démesurée, la conservation effective ou même la simple surveillance préventive de toutes ces stations relèvent pour l'instant de l'utopie. Il apparaît donc nécessaire de définir des priorités selon l'importance patrimoniale des taxons concernés ou leur vulnérabilité, surtout dans le cadre d'une politique à long terme qui ne pourra bénéficier de soutiens financiers aussi importants que ceux qui ont permis la réalisation du programme.

Dans cette politique à long terme, il est important que les gestionnaires d'espaces protégés ou gérés puissent prendre à leur compte cette démarche conservatoire et que les inventaires contribuent à la définition des espaces à protéger par des mesures réglementaires nouvelles ou des acquisitions foncières.

En ce qui concerne les expériences de gestion dynamique, il est bien évident que celles-ci sont encore trop récentes et que les résultats sont inégaux. Elles apparaissent toutefois riches d'enseignements et montrent la nécessité de développer des expériences concrètes susceptibles de contribuer au développement de la biologie de la conservation.

Les opérations de mise en défens en milieu forestier ont notamment bien mis en évidence le rôle destructeur des porcs errants sur certains taxons rares des habitats forestiers humides.

Il s'est avéré en outre intéressant d'associer des opérations de conservation de certains taxons à des programmes de restauration de milieux naturels comme c'est le cas avec *Rouya polygama* sur les dunes ou avec *Quercus robur* subsp. *robur* dans des programmes de reboisement.

REMERCIEMENTS

Nous tenons à remercier Annie ABOUCAYA du Conservatoire Botanique National de Porquerolles, Carole PIAZZA, Olivier PATRIMONIO et Alain FRIDLENDER de

l'AGENC et Dominique NICOLINI de l'Office National des Forêts pour leur participation aux actions de conservation *in situ*, ainsi que tous les botanistes qui ont aimablement communiqué de précieuses informations pour les inventaires.

BIBLIOGRAPHIE

ABOUCAYA A., G. DUTARTRE & L. OLIVIER, 1995. Les banques de données et les banques de semences sur la flore corse. *Ecol. medit.* XXI, 213-219.

ARRIGONI P.V., 1970. Contributo alla conoscenza delle Armerie sardo-corse. *Webbia*, 25 : 137-182

BOURNÉRIAS M. & L. OLIVIER, 1989. Déontologie et méthodologie applicables aux renforcememnts, réintroductions et introductions de flore dans le milieu naturel. Plantes sauvages menacées. *Actes Brest. BRG*: 379-385

BRIQUET J., 1910. Prodome de la flore corse. Vol. 1. Genève, Bâle et Lyon.

BRIQUET J. & R. de LITARDIÈRE , 1938. Prodrome de la flore corse. Vol. 3 /1. Paris.

BRIQUET J. & R. de LITARDIÈRE, 1955. Prodrome de la flore corse. Vol. 3/2. Paris.

CONRAD M., 1988. La solution d'une énigme. *Monde des plantes*, (432) : 8

CONRAD M., 1989. *Anchusa crispa* Viv. *In* : JEANMONOD D. & H.M. BURDET (éds.), Notes et contributions à la flore de la Corse, IV. *Candollea*, 44 : 385-386

DUTARTRE G., A. ABOUCAYA, L. OLIVIER & M. VIREVAIRE, 1993. *Culture des plantes rares et menacées de la Corse*. CBN Porquerolles / PNR Corse / Collectif des Cons., Jard. Bot. & esp. naturels pour la prot. de la flore corse / Comité Scient. Proj. Flore Corse

DUTARTRE G. & R. DESCHARTES, 1986. *Periploca graeca* L. *In* : JEANMONOD, D. & H.M. BURDET (éds.), Notes et contributions à la flore de Corse, III. *Candollea*, 41 : 23-24

GAMISANS J., 1985. *Quercus robus* L. subsp *robur*. *In* : Contribution à l'étude de la flore de la Corse, X. *Candollea*, 40 : 114

GAMISANS J., 1990. *Delphinium pictum* Willd. *In* : JEANMONOD, D. & H.M. BURDET (éds.), Notes et contributions à la flore de Corse, VI. *Candollea*, 45 : 296

GAMISANS J., 1991. La végétation de la Corse. Compléments au Prodrome de la flore corse : Annexe n° 2. Conservatoire et Jardin Botaniques de la Ville de Genève.

GAMISANS J. & D. JEANMONOD, 1993. Catalogue des plantes vasculaires de la Corse Compléments au Prodrome de la flore corse : Annexe n° 3 (2ème édition). Conservatoire et Jardin Botaniques de la Ville de Genève.

JEANMONOD D., 1991. Les réalisations du projet «Flore corse». Proceedings of the VI OPTIMA meeting, Delphi, 10-16 sept. 1989. *Botanika Chronika*, 10 : 495-500

JEANMONOD D. & D. ROGUET, 1989. *Delphinium pictum* Willd. *In* : JEANMONOD, D. & H.M. BURDET (éds.), Notes et contributions à la flore de Corse, V. *Candollea*, 44 : 611

LITARDIÈRE R. de, 1929. Nouvelles contributions à l'étude de la flore de la Corse (fascicule 2). *Arch. Bot. Mém.*, 3/3 : 15

LITARDIÈRE R. de, 1955. Nouvelles contributions à l'étude de la flore de la Corse (fascicule 9). *Candollea*, 15 : 28

MURACCIOLE M., 1988. *Quercus robus* L. subsp *robur*. *In* : JEANMONOD D.& H.M. BURDET (éds), Notes et contributions à la flore de Corse, III. *Candollea*, 4 : 378

MURACCIOLE M. & J. GAMISANS, 1989. L'inventaire et la protection des plantes rares en Corse. *Actes Brest. BRG*, (Plantes sauvages menacées) : 23-29

MURACCIOLE M. & L. OLIVIER, 1991a. Inventaire permanent et protection de la flore d'une région méditerranéenne : l'exemple du programme corse. Proceedings of the VI OPTIMA meeting, Delphi, 10-16 sept. 1989. *Botanika Chronika*, 10 : 367-378

MURACCIOLE M. & L. OLIVIER, 1991b. Charte pour l'inventaire permanent et la protection de la flore corse. Parc Naturel Régional de Corse / Conservatoire Botanique National de Porquerolles. AGENC, Bastia.

MURACCIOLE M., R. DESCHARTRES & G. DUTARTRE, 1988. *Delphinium pictum* Willd. *In* : JEANMONOD, D. & H.M. BURDET (éds), Notes et contributions à la flore de Corse, III. *Candollea* 43 : 385-386

OLIVIER L., 1984. La réintroduction de plantes indigènes disparues ou menacées de disparition en région méditerranéenne. Un des vecteurs de la stratégie conservatoire. *C. R. Soc. Biogéog.* 60 : 51-66

PARADIS G.,1990. Description de la végétation d'un site à *Anchusa cripa* Viv. sur la côte orientale de la Corse : l'ouest de l'anse de Cannella. *Doc. phytosoc.*, N. S. Camerino : XII 190-201

PARADIS G. & J.M. GEHU, 1992. Observations synécologiques sur l'espèce protégée *Rouya polygama* (Desf.) Coincy, dans ses stations corses. *Doc. phytosoc.* N.S. Camerino, XIV : 351-366

PARADIS G. & C. PIAZZA, 1989 a. Contribution à l'étude de la végétation du cordon littoral et de l'arrière-cordon de Portigliolo (golfe du Valinco, Corse). *Bull. Soc. bot. Centre-Ouest*, 20 : 51-75

PARADIS G. & C. PIAZZA, 1989 b. *Anchusa crispa* Viv. à Capu Laurosu (golfe de Valinco, Corse) : localisations et rôles des bovins dans sa chorologie et sa biologie. *Monde des Plantes* n° 436 : 26-31

PIGNATTI S., 1982. Flora d'Italia. 3 Vol. Edagricole, Bologna

THIÉBAUD M.-A., 1988. Contribution à la connaissance de l'*Anchusa crispa* Viv. en Corse. *In* : JEANMONOD D. & H.M. BURDET (éds), Notes et contributions à la flore de Corse, III. *Candollea*, 43 : 390-396

TUTIN T. G. & *al.*, 1972. *Flora europaea*, vol. 3. Cambridge University Press.

VALSECCHI F., 1976. Il genere *Anchusa* in Sardegna. *Webbia*, 30 : 43-68

VERLAQUE R., A. ABOUCAYA, M.A. CARDONA & J. CONTANDRIOPOULOS, 1991. Quelques exemples de spéciation insulaire en Méditerranée occidentale. Proceedings of the VI OPTIMA meeting, Delphi, 10-16 sept. 1989. *Botanika chronika*, 10 : 137-153

ECOLOGIA MEDITERRANEA XXI (1/2) 1995 : 243-252

Le «Projet Flore Corse» et son état d'avancement

The project «Flora of Corsica» and its state of advancement

Daniel JEANMONOD*

RÉSUMÉ

Né d'une collaboration internationale, le «Projet Flore Corse» a pour but l'étude de la flore et de la végétation de l'île. Les programmes suivants ont été développés. 1 : Poursuite du «Prodrome de la flore de Corse», avec 7 familles publiées et 3 en préparation. 2 : Stimulation des recherches floristiques et édition dans les «Notes et contributions» (149 nouveaux taxons pour l'île et notes sur 970 taxons). 3 : Edition d'une synthèse sur «la Végétation de la Corse» et d'un Catalogue réactualisé de la flore vasculaire. 4 : Etablissement d'une base de données relationnelle avec mise-à-jour de 15 000 références d'herbiers, 1850 références bibliographiques, 7187 toponymes liés à un système cartographique, 10 000 références nomenclaturales. 5 : Collaboration au projet d'»inventaire des espèces rares et menacées de Corse». 6 : Préparation en cours d'une «Flore de poche». En 7 ans, les collaborateurs du projet ont trouvé 10 taxons nouveaux pour la science et 158 nouveaux pour l'île.

MOTS-CLES : Corse, flore, végétation, base de données, intérêt patrimonial

ABSTRACT

Issued from an international collaboration, the project «Flora of Corsica» aims at studying the flora and the vegetation of Corsica. The following programms have been developed and carried out : 1) Seven families have been published and three prepared for publication in the framework of the «Prodrome de la flore de Corse». 2) Stimulation of research in floristics with publication of the results in «Notes and contributions» (149 taxa new for Corsica and 970 more taxa quoted). 3) Publication of «The vegetation of Corsica» and of an updated checklist of the vascular plants. 4) A relational database has been established with an updating of references corresponding to 15,000 herbarium specimens, 1850 litterature data, 7187 geographical names and 10,000 nomenclatural references. 5) Collaboration with the project «Inventory of the rare and threatened taxa in Corsica». 6) A «Pocket flora» in progress. Since the beginning of the project (1986) 10 taxa new to science and 158 new for Corsica have been found.

KEY WORDS : Corsica, flora, vegetation, relational database, heritage value

Après 8 ans de recherches et près de 25 publications, il nous semble utile de faire le point sur l'état d'avancement du «Projet Flore Corse» pour deux raisons au moins. La première est que ce projet a permis de faire notablement avancer nos connaissances sur la flore de l'île et qu'il est nécessaire d'en prendre la mesure en fonction des objectifs premiers et par rapport aux recherches encore nécessaires. La seconde raison est que ce projet s'est révélé un modèle de collaboration particulièrement efficace entre des gens d'horizons, de formations et de pays très divers, et qu'il a eu un effet synergique important qui montre que les études de type floristique et taxonomique sont encore très vivantes et qu'elles restent toujours aussi nécessaires à l'appréhension et la gestion de notre environnement.

BREF HISTORIQUE

Pour comprendre la genèse comme les buts du projet, il est nécessaire de remonter un peu dans le temps et d'évoquer l'évolution des recherches en Corse.

* Conservatoire et Jardin botaniques de la Ville de Genève, Case Postale 60, CH-1292 CHAMBESY/GE - SUISSE

La première liste des plantes de Corse date de Viviani en 1760, liste reprise par Burmann, sous une forme linnéenne, en 1770 (BURMANN, 1770) avec 381 espèces. Elle a été suivie en 1834-35 par un recensement des plantes des environs de Bastia, donné par Salis-Marschlins avec un millier d'espèces (SALIS-MARSCHLINS, 1834-35), puis en 1872 par un «Catalogue des plantes vasculaires et généralement cultivées en Corse» de Marsilly qui cite 1625 espèces mais ignore malheureusement l'oeuvre de son prédécesseur (MARSILLY, 1872).

Au début du siècle, J. Briquet, Directeur des CJB à Genève, s'intéresse à la flore des montagnes corses (BRIQUET, 1909) par comparaison avec celle des Alpes et pour faire suite aux travaux de Burnat sur les Alpes maritimes, auxquels il a d'ailleurs participé. Cette «montagne dans la mer» enchante très vite Briquet qui se rend compte que beaucoup reste à découvrir, que la littérature recèle de nombreuses erreurs et que des travaux de synthèses sont absolument nécessaires. Aussi écrit-il en 1910 : «Aucun botaniste n'est en état de donner avec quelques précisions l'inventaire de ce qui en fait de plantes, a été trouvé en Corse, et encore moins d'en indiquer la distribution horizontale et verticale à l'intérieur de l'île» (BRIQUET, 1910). Après six expéditions dans l'île de 1900 à 1910, Briquet décide alors d'écrire un «Prodrome de la Flore de Corse» c'est-à-dire qu'il se donne pour tâche de dresser un inventaire précis et critique des plantes présentes en Corse en indiquant leur habitat et leur distribution tant verticale qu'horizontale. Il a pour cela un atout non négligeable qu'il cite : «le Conservatoire de Genève abrite la collection la plus vaste de documents botaniques relatifs à la Corse». L'ouvrage est prévu en 4 volumes mais le travail est immense, la guerre de 1914-18 ne facilite pas les choses et Briquet est absorbé par de nombreuses occupations, si bien qu'à sa mort en 1931, seuls le volume 1 et la première partie du 2 ont paru (BRIQUET, 1910, 1913). Il reste toutefois de nombreuses notes manuscrites qui sont confiées au Professeur Litardière de Grenoble, ami de Briquet et grand connaisseur de la flore corse. Litardière poursuit l'oeuvre en publiant la deuxième partie du volume 2 et le volume trois (LITARDIERE, 1936, 1938, 1955) sur la base des notes de Briquet mais aussi de ses nombreuses recherches personnelles (26 expéditions corses entre 1902 et 1953). Mais à sa mort en 1957, le quatrième et dernier volume prévu n'a toujours pas paru et cette situation prévaut jusqu'en 1986, date de création du «Projet Flore Corse». Les recherches sur la Corse ne se sont toutefois pas arrêtées en 1957 et il faut saluer ici les travaux cytotaxonomiques de Mme Contandriopoulos sur les endémiques de Corse, les travaux de J. Gamisans sur la végétation des montagnes de l'île ainsi que son «Catalogue des plantes vasculaires de la Corse» (GAMISANS, 1985), enfin les nombreuses «notes» de feue Mme Conrad parmi bien d'autres auteurs. Pour de plus amples informations, on se référera notamment à la bibliographie botanique corse (GAMISANS, 1980) et à la synthèse sur la flore de Corse (GAMISANS & JEANMONOD, 1994).

LE «PROJET FLORE CORSE»

En 1985, Bocquet, Directeur des Conservatoire et Jardin botaniques de Genève, grand amoureux de la Corse, estime qu'il est de notre devoir de terminer l'oeuvre de son illustre prédécesseur et lance l'idée. Nous décidons de rassembler les botanistes travaillant alors sur la Corse et, en 1986, sous l'égide d'un Comité scientifique international, regroupant Corses (M. Muracciole et Mme Conrad remplacée par M. Paradis en 1991), Français continentaux (MM. Bosc, Deschâtres et Dutartre), Italien (Prof. S. Pignatti), Belge (Prof. J. Lambinon) et Suisses (Prof. G. Bocquet remplacé par Prof. R. Spichiger en 1987, H. M. Burdet, D. Jeanmonod & M.-A. Thiébaud), le «Projet Flore Corse» démarre (JEANMONOD *& al.*, 1986).

Ce projet a évidemment pour but de terminer l'oeuvre monographique de Briquet commencée près d'un siècle plus tôt, mais aussi de rassembler les données existantes, de stimuler les recherches tant sur le terrain qu'en laboratoire, et d'étudier de manière générale la flore et la végétation de la Corse. De fait, ce projet couvre aujourd'hui 5 programmes en parallèle.

1) Achèvement du «Prodrome de la Flore Corse» ;
2) Stimulation des recherches sur le terrain ;
3) Travaux de synthèses ;
4) Etablissement d'une centre de données ;
5) Collaboration au projet d'«Inventaire et de protection des plantes menacées, rares ou endémiques de la Corse» ;
6) Edition d'une flore de Poche.

1) Achèvement de l'oeuvre monographique du «Prodrome de la flore Corse»

Le tome 4 n'ayant jamais vu le jour, 14 familles n'étaient pas traitées : *Acanthaceae, Adoxaceae, Asteraceae, Campanulaceae, Caprifoliaceae, Cucurbitaceae, Dipsacaceae, Globulariaceae, Lentibulariaceae, Orobanchaceae, Plantaginaceae, Rubiaceae, Scrophulariaceae, Valerianaceae.* Plutôt que

d'attendre plusieurs années pour rassembler toute l'information et éditer ce dernier volume, nous avons préféré la solution des publications en série, famille par famille. C'est ainsi que se sont créés les «Compléments au Prodrome de la flore de Corse». Ce titre nous permet aussi de nous éloigner du modèle de base en traitant les familles d'une façon beaucoup plus moderne et plus complète qu'à l'époque de Briquet : ainsi chaque taxon est traité avec une nomenclature complète, incluant une importante synonymie, une clé de détermination, une description originale, l'indication des nombres chromosomiques, la phénologie, l'habitat (altitude, étage de végétation, phytosociologie), la distribution générale, la chorologie en Corse ainsi qu'une carte de répartition aussi exhaustive que possible et précise à la minute près (env. 1.5 x 2 km). Quelques dessins ou photos accompagnent généralement ce traitement avec la liste totale des specimina visa. De plus, grâce à un jeu de dix cartes complémentaires transparentes, les indications chorologiques peuvent être comparées avec les cartes géographiques (relief et secteurs), pluviométriques, géologiques, hydrographiques, des étages de végétation ainsi que plusieurs systèmes de coordonnées (degrés-minutes, grades, réseau UTM, réseau géographique italien).

Un tel travail, très précis mais très fastidieux font de ces ouvrages des sources de renseignements très utiles, notamment pour la gestion du patrimoine. Cela ne s'est révélé possible que grâce aux richesses de la bibliothèque et de l'herbier de Genève (collections de Briquet, Aellen, Bocquet, Reverchon et doubles de Kralik, Litardière, etc.) mais aussi grâce aux indications et aux herbiers privés tout aussi précieux de plusieurs collaborateurs au projet comme MM. Bosc, Deschâtres, Dutartre et bien d'autres encore. A ces données s'ajoutent celles des herbiers connus pour renfermer des collections corses comme ceux de Zürich (Salis-Marschlins, Rikli, Rübel parmi d'autres), Lyon (Rouy, Roux, Gillot, Jordan, etc.), Marseille (Cousturier), Montpellier (Boullu, Maire, Rodié, Salzmann, Simon, Soulié, etc.), Clermont-Ferrand (Alleizette), Florence (Bubani, Chabert, Jordan, etc.), Liège (Pelgrims, Lambinon, etc.), Lausanne (Saint-Yves, Wilczek), et Berne (Duby, Jacquet, Lüdi, etc.). Grâce à ces herbiers, à la littérature et aux recherches sur le terrain, les données disponibles sont bien plus importantes qu'à l'époque de Briquet et donnent une image beaucoup plus fidèle du taxon. Sur ces bases, 7 familles ont été publiées depuis 1987 : *Campanulaceae* (GAMISANS & JEANMONOD, 1987), *Dipsacaceae* (JEANMONOD, 1988), *Plantaginaceae* (GAMISANS, 1988), *Globulariaceae* (JEANMONOD, 1989), *Lentibulariaceae* (JEANMONOD, 1989), *Caprifoliaceae* (GAMISANS, 1990) et *Scrophulariaceae* (JEANMONOD & GAMISANS, 1992), cette dernière avec pas moins de 79 taxons traités dont 5 nouveaux taxons, en 234 pages. Actuellement sont en cours d'étude les *Rubiaceae, Valerianaceae* et *Asteraceae*. La mise-au-point des familles publiées a permis de décrire 6 taxons nouveaux pour la science et d'écarter 32 taxons signalés par erreur en Corse comme *Knautia arvensis, Scabiosa columbaria, Verbascum lychnitis, V. nigrum, V. phlomoides,* etc. Des plantes considérées comme rares en 1985 (GAMISANS, 1985) sont apparues comme relativement fréquentes au moins dans certains secteurs de l'île *(Dipsacus fullonum, Globularia alypum, Linaria arvensis, Odontites vernus* subsp. *serotinus,* etc. alors que d'autres restent particulièrement rares ou semblent même avoir disparus *(Limosella aquatica* par exemple).

2) Stimuler les recherches sur le terrain

Le projet cherche à exhumer des herbiers et à rassembler les connaissances ou informations sur la flore de l'île tout en stimulant les recherches sur le terrain, par un moyen bien simple : favoriser l'édition des résultats. C'est la création des «Notes et Contributions à la flore de Corse» une série annuelle qui publie dans la revue *Candollea* les découvertes floristiques, ou des petites synthèses au niveau générique. Très vite, comme le montre la figure 1, c'est l'explosion des notes publiées tant à cause des recherches dans les herbiers que des recherches sur le terrain. Cette série réunit taxon par taxon les notes envoyées par des collaborateurs de plus en plus nombreux (34 en 1993). Il ne s'agit toutefois pas de publier n'importe quelle nouvelle station de plantes mais uniquement celles présentant un intérêt, à savoir essentiellement des stations de plantes rares (connues de moins de dix stations), ou nouvelles pour la Corse ou pour un secteur de l'île. Une brève synthèse des stations connues du taxon permet de relever l'intérêt de la note. Outre le rassemblement des notes, le travail des éditeurs consiste surtout à vérifier l'originalité des mentions dans une littérature particulièrement riche et éparpillée, comme nous le verrons plus loin. Malgré un tri sévère, en 8 ans, des données originales ont été publiées pour 970 taxons, tandis que 149 taxons nouveaux pour l'île ont été signalés dont 9 familles nouvelles (JEANMONOD *& al.* (éds), 1986-1993). Par ailleurs de nombreuses mises au point taxonomiques et nomenclaturales ont été faites et quelques comptages chromosomiques ont été donnés. Une lecture attentive des «Notes» met en évidence trois phénomènes. L'un est qu'une bonne partie des connaissances floristiques d'une région se

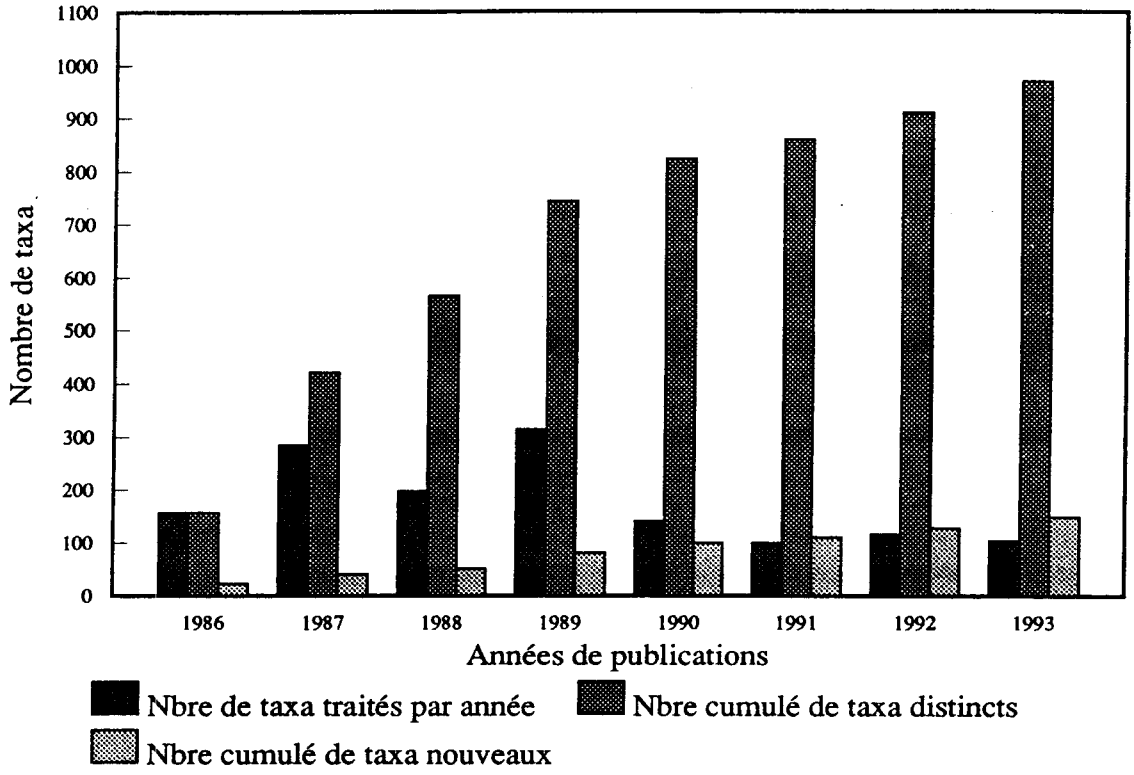


Figure 1.- Nombre de taxa traités dans les «Notes et contributions à la flore de Corse»

trouve dans le cerveau ou les herbiers de quelques uns mais ne sont souvent pas publiés faute de moyens. Le second est que la mise à disposition d'un moyen d'édition stimule non seulement la mise à la lumière de ces connaissances mais stimule également la recherche sur le terrain. Le troisième est que les connaissances floristiques d'une région comme la Corse, apparemment bien connue, sont encore très lacunaires et que les recherches sur le terrain réservent de nombreuses surprises. L'analyse détaillée des taxons nouveaux pour la flore de l'île montre qu'il s'agit pour 52.3% de taxons présumés indigènes, 22.1% d'adventices et 25.5% de subspontanés (figure 2). La découverte de nouveaux taxons indigènes est issue d'une exploration plus fine, notamment dans des milieux souvent négligés comme les milieux humides ou les forêts (*Utricularia australis, Potamogeton lucens, Sagittaria sagittifolia, Scirpus pseudosetaceus, Carex grioletii, Polygonatum verticillatum, Daphne alpina, Astragalus alopecurus*, etc.) mais aussi d'une analyse taxonomique plus fine du matériel corse, souvent à la lumière de travaux monographiques récents (*Asplenium balearicum, Ferula arrigonii, Myosotis discolor* subsp. *dubia, Ranunculus penicillatus, R. sylviae, R. elisae, Torilis nodosa* subsp. *praecox*, etc.). Parmi les adventices récemment signalées, certaines montrent déjà des tendances à la naturalisation comme *Amaranthus viridis* et d'autres semblent se répandre comme *Euphorbia serpens, E. prostrata* ou *Cytisus striatus*, qui a été signalé pour la première fois en 1986, et est déjà connu de 7 stations aujourd'hui. Enfin, les subspontanées sont essentiellement des herbacées ornementales qui s'échappent, mais aussi quelques arbustes (*Medicago arborea, Sesbania punicea*, etc.) ou encore des espèces mellifères comme *Phacelia tanacetifolia* ou cultivées pour leurs fruits comme *Diospyros lotus*.

3) Travaux de synthèse

L'étude de la flore induit une série d'études complémentaires ou de sous-produits utiles. Pour pouvoir publier ce type d'informations, nous avons joint au traitement des familles des «Compléments au Prodrome de la flore corse» une série dite «annexe». Le premier volume «Introduction» a permis de publier les informations utiles à la structure du traitement des familles notamment les cartes transparentes complémentaires (JEANMONOD & GAMISANS, 1987), citées plus haut. Le second, «La végétation de la Corse», est une synthèse monumentale de J. Gamisans richement illustrée et passant en revue tous les groupements végétaux du littoral à l'étage alpin, en terminant par les groupements azonaux des eaux douces et des rivières (GAMISANS, 1991). Le troisième volume est la réédition du «Catalogue» qui depuis la 1ère édition de 1985 voit de nombreux changements et de notables améliorations (GAMISANS &

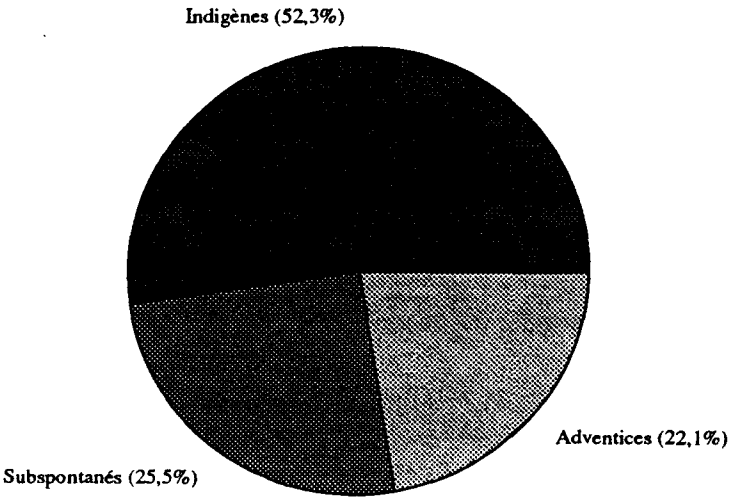


Figure 2.- Spectre des types des taxa signalés comme nouveaux pour l'île dans les «Notes et Contributions à la flore de Corse»

JEANMONOD, 1993). Non seulement sont inclus les taxons découverts depuis 1985 (environ 200) ou au contraire écartés, mais une mise-à-jour nomenclaturale a été effectuée, l'étage thermoméditerranéen a été ajouté ainsi que 3 indices : «rareté», «protection» et «endémisme». Par ailleurs, le statut des plantes introduites a été précisé (strictement cultivé, subspontané, adventice ou naturalisé) et de nombreux compléments d'informations ont été ajoutés taxon par taxon. Une comparaison nomenclaturale a également été effectuée sur les ouvrages de synthèse les plus récents, notamment l'*Index synonymique de la Flore de France* (KERGUELEN, 1993) et l'édition 2 de *Flora Europaea* (TUTIN *& al.*, 1993). Les résultats détaillés des connaissances sur la flore corse à la lumière de la réédition du «Catalogue» ont été présentés dans un article parallèle (GAMISANS & JEANMONOD, 1994).

Dans cette même série plusieurs autres ouvrages sont prévus, notamment sur la bibliographie corse et sur les plantes introduites, tant il est vrai que ces plantes, qu'elles soient naturalisées, adventices, subspontanées ou cultivées prennent une place importante dans la flore (15.2%) et de surcroît, une place croissante comme le montre la figure 3. La connaissance de cette flore et des mécanismes d'introduction comme d'envahissement, parfois au détriment de la flore indigène, sont importants à connaître. Nous avons évoqué ailleurs le cas des *Carpobrotus* (GAMISANS & JEANMONOD, 1994), mais nous pouvons aussi citer le *Cotula coronopifolia* qui, depuis son apparition à Ajaccio en 1954, a envahi toutes les zones humides basses de Corse jusqu'à Barcaggio à la pointe du Cap Corse. D'autres espèces, au contraire, introduites manifestement depuis un siècle ou davantage, ne s'étendent pas ou très lentement comme *Alyssum corsicum, Linaria vulgaris* ou *Leucanthemum vulgare*. Une étude récente (NATALI, inédit) montre que sur 334 plantes introduites étudiées, 112 (1/3) se sont établies de façon permanente (métaphytes), les autres étant des diaphytes ou des plantes installées trop récemment pour en évaluer l'implantation. L'origine de ces plantes est très diverse avec toutefois une majorité provenant de la région méditerranéenne (28.6%), suivie de près par les américaines (26.2%), européennes (16.3%), asiatiques (7.4%) et africaines (5.3%). La plupart de ces espèces poussent au niveau de l'étage mésoméditerranéen (63.9%) et se répandent, comme on pouvait s'y attendre, à partir de Bastia ou d'Ajaccio.

4) Une centrale de données

Ces résultats n'ont pu être publiés et ne prennent de sens réel sans un travail de base particulièrement fastidieux et important qui est celui de l'établissement de la base de données. Il n'est pas dans mon propos d'exposer ici le système informatique que nous avons mis en place à Genève mais de montrer seulement quelques résultats. Les diverses banques de données sont les suivantes :

a) Un *fichier floristique* des informations tirées des planches d'herbier. Ce fichier contient aujourd'hui les données de 15 000 *specimina visa* de Corse, à savoir les informations liées à la localité, l'altitude, la station, le substrat du taxon récolté, ainsi que la date de récolte et le nom des

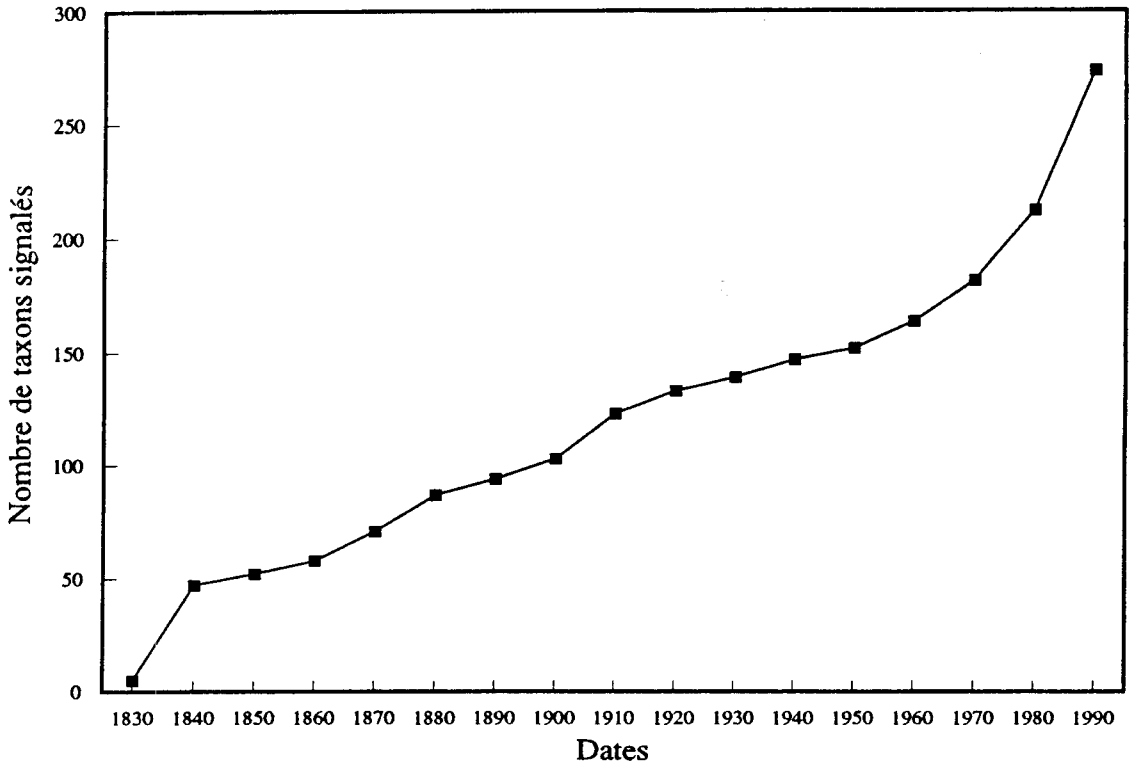


Figure 3.- Nombre de taxons signalés comme introduits de 1830 à 1990

collecteurs. Il s'agit pour l'heure essentiellement des taxons des familles étudiées dans les «Compléments», des récoltes genevoises des sept dernières années et de toutes les plantes du littoral.

b) Un *fichier des noms latins des plantes* corses qu'ils soient aujourd'hui acceptés ou qu'il s'agisse de synonymes employés dans les années ou les décennies précédentes. Ainsi pour quelques 3 000 taxons présents dans l'île, ce fichier contient plus de 10 000 noms reliés par la synonymie.

c) Un *fichier des noms de personnes*, que ce soit les auteurs d'ouvrages, les collecteurs de plantes ou les auteurs d'un binôme. Ce fichier contient le nom complet, la date de naissance et de décès si nécessaire, l'abréviation standard selon le système «Med-Checklist - Flora Europaea» et celui selon le système «Draft Index of Author Abreviations». Actuellement on y trouvera par exemple les noms des 196 collecteurs issus du fichier floristique corse cité plus haut, depuis ceux de la fin du XVIIIème-début XIXème, comme Salis-Marschlins, Viviani, Requien, Fauconnet, Sieber, etc. jusqu'aux collecteurs réguliers actuels comme MM. Bosc, Deschâtres, Dutartre, Gamisans, Lambinon ou plus occasionnels comme MM. Salanon ou Charpin.

d) Un *fichier des toponymes* corses comprenant 7187 entrées. Ce fichier se révèle particulièrement utile puisque chaque nom est lié à une référence en degré-minute et à un système de pointage automatique sur une carte. Ainsi, si vous lisez «Monte Polline» sur une étiquette du siècle passé, vous saurez rapidement qu'il s'agit en fait d'un synonyme du «Monte a Supietra», situé en 42.23 N 9.11 E dans le secteur de Rotondu. De fait le point apparaîtra sur la carte à la simple mention de «Monte Polline». Le cas des toponymes corses est d'ailleurs particulièrement épineux puisqu'on remarque au cours du temps des changements radicaux de certains noms comme dans l'exemple ci-dessus, et que, de surcroît, l'orthographe des noms corses est sujette à de nombreuses interprétations et variantes. Enfin, comme dans d'autres régions, bien des noms se retrouvent en plusieurs lieux. Il existe ainsi au moins 2 «Tre Paduli» en Corse, 3 «Monte Rotondu», 4 «Chapelle Santa Maria», 5 «Monte Rossu» et une vingtaine de «Poggio».

e) Un *fichier bibliographique* que l'on peut estimer comme pratiquement exhaustif et qui donne la référence de tous les ouvrages, livres ou articles, traitant de la flore ou de la végétation corse, que ce soit en tant que telle ou comme partie d'un ensemble plus vaste. C'est ainsi que quelques 1850 références ont été enregistrées avec des mots clés, les 98% de ces références se trouvant physiquement dans la bibliothèque des Conservatoire et Jardin botaniques de Genève. Il s'agit là d'un outil de base très précieux.

Précisons que ces fichiers sont directement reliés entre eux puisqu'il s'agit d'une base relationelle, par ailleurs totalement originale.

Toutes les données ne sont toutefois pas sur informatique puisque l'un des fichiers les plus précieux est sur de simples fiches cartonnées et rassemble toutes les notes floristiques publiées à ce jour, taxon par taxon. Cela représente quelques 12 000 fiches ou 3.5 m de rayon de fiches, ou, en d'autres termes, l'information cumulée de 350 articles depuis ceux de Bonnavita parus dans le premier numéro du Bulletin de la Société des Sciences Historiques et Naturelles de Corse en 1882, jusqu'aux notes de Foucaud, Debeaux, Cousturier, Marchioni, Simon, Litardière (une trentaine de contributions), Gamisans, Conrad (une cinquantaine d'articles), et celles, bien sûr, du «Projet Flore Corse» parmi d'autres. Ces informations sont fondamentales, non seulement pour l'étude monographique des familles du Prodrome, mais aussi pour évaluer l'originalité des trouvailles floristiques qu'on nous envoie pour l'édition des «Notes et contributions», enfin pour rassembler et vérifier les données quant aux plantes rares ou en danger de Corse.

5) Collaboration au «Projet d'inventaire et de protection des plantes menacées, rares ou endémiques de la Corse»

Les résultats de ce programme sont exposés dans deux articles parallèles par les maîtres d'oeuvres du programme, à savoir les membres de l'AGENC et du Conservatoire de Porquerolles (ABOUCAYA, DUTARTRE & OLIVIER, 1994 ; GUYOT & MURACCIOLE, 1994). Mais il faut relever ici l'exemplarité de la collaboration et de la confiance qui se sont établies dans ce projet. Les membres du projet Flore Corse apportent l'expertise scientifique, les outils et les informations qu'ils possèdent, l'AGENC et Porquerolles vérifient sur le terrain, synthétisent les informations et mettent en oeuvre les programmes de gestion de ce patrimoine. L'un des résultats prochains de cette collaboration sera notamment l'édition d'un «Atlas des plantes rares et menacées de Corse».

6) Flore de poche

Le dernier programme qui nous tient à coeur est celui d'éditer une flore de poche de la Corse. Un tel ouvrage de synthèse à destination des botanistes comme des phytotechnocrates, des agronomes, forestiers, étudiants biologistes ou amateurs fait cruellement défaut puisque l'ouvrage de BOUCHARD (1978) est non seulement épuisé mais largement dépassé comme le montre la figure 4. L'ouvrage qui a été mis en route, sera nettement plus complet que le «Catalogue» (GAMISANS & JEANMONOD, 1993), puisqu'il permettra l'identification de tous les taxons vasculaires de Corse grâce à des clés de détermination et qu'il contiendra des informations quant au type biologique, à la dimension des plantes, à leur aspect, aux dates de floraison, à l'écologie et la distribution en Corse, en plus des informations déjà contenues dans le «Catalogue», à savoir étages de végétation, indice de rareté, endémisme et distribution mondiale. L'ouvrage est actuellement élaboré en collaboration avec une dizaine d'auteurs. Un certain nombre de familles ont déjà été traitées, mais sa sortie n'est pas prévue avant quelques années.

CONCLUSION

Nous avons tenté de brosser un tableau aussi complet que possible de l'apport du «Projet Flore Corse». Après 8 ans, nous estimons que si le projet avance un peu plus lentement que prévu initialement, c'est surtout à cause des découvertes plus importantes que nous l'imaginions, ainsi que des interrogations qui surgissent à tout moment, nous obligeant à vérifier, réfléchir et aller plus avant que nous ne le désirions a priori. C'est donc un fait plutôt réjouissant qui montre l'utilité d'un tel projet. La figure 5 de l'analyse des taxons du «Catalogue des plantes vasculaires de la Corse» montre par exemple qu'il reste encore 4.2% de taxons problématiques et 2.4% de taxons non revus. Toutefois, à la lumière des résultats obtenus, nous estimons pouvoir avoir à la fin des programmes, d'ici quelques années, une image très précise de la composition floristique de la Corse, permettant de mieux saisir sa dynamique et par conséquent de mieux gérer ce patrimoine particulièrement riche et intéressant.

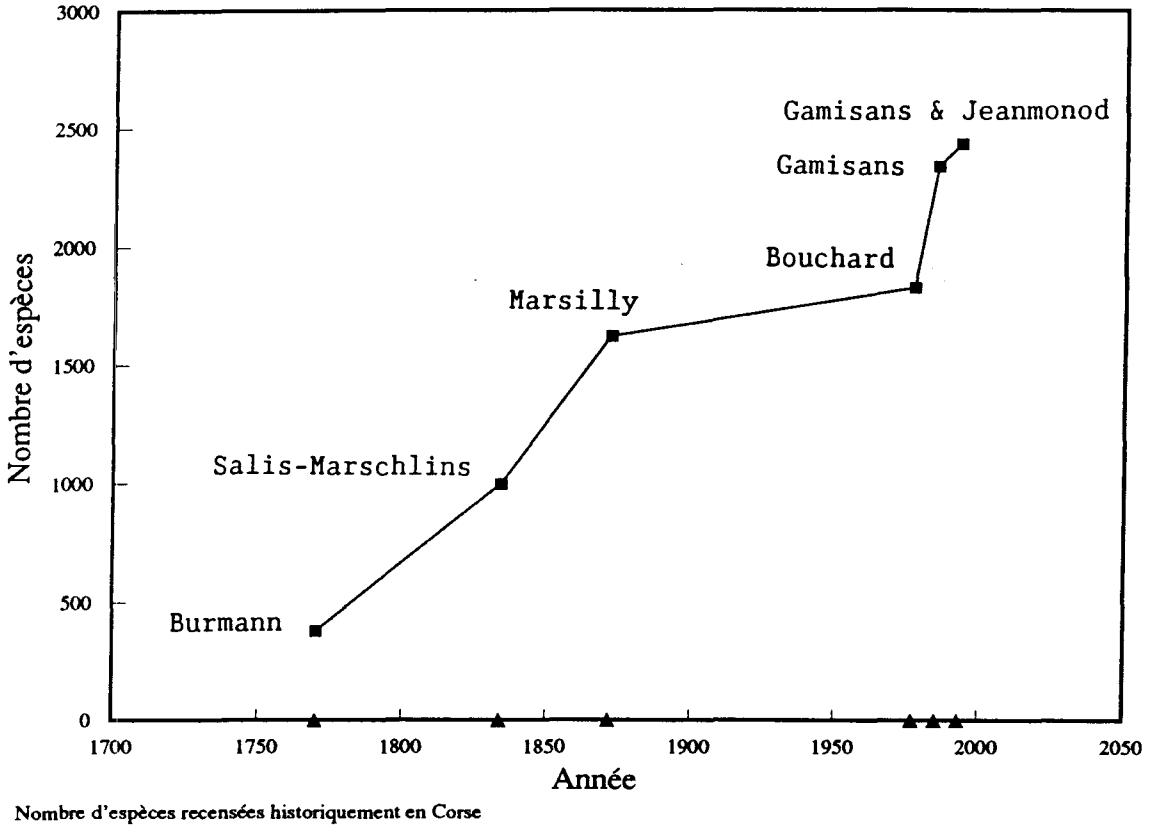


Figure 4.- Nombre d'espèces recensées historiquement en Corse

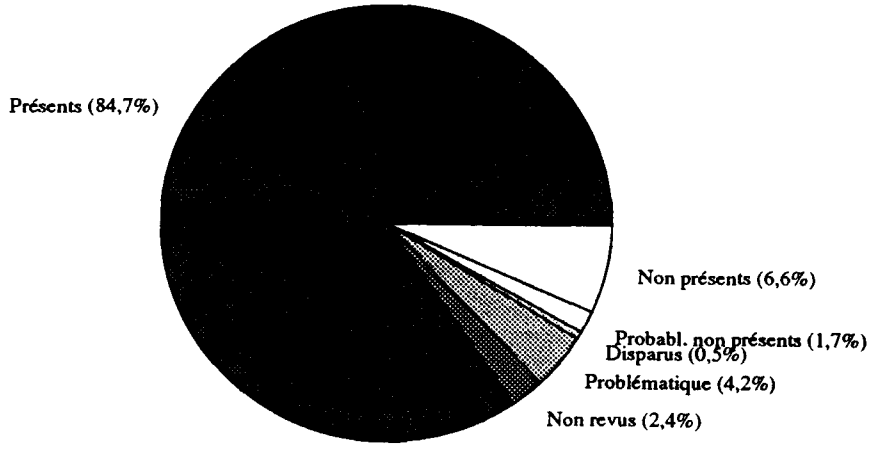


Figure 5.- Analyse de l'ensemble des taxons du "Catalogue des plantes vasculaires de la Corse", ed. 2

REFERENCES BIBLIOGRAPHIQUES

ABOUCAYA, A., G. DUTARTRE & L. OLIVIER (1995). Les banques de données et les banques de semences sur la flore corse. *Ecol. Médit. (Marseille)* fasc. 1/2 1995 : 213-219

BOUCHARD, J. (1978). *Flore pratique de la Corse* (éd. 3). Société des Sciences Historiques et Naturelles de la Corse, Bastia.

BRIQUET, J. (1901). Recherches sur la flore des montagnes de la Corse et ses origines. *Annuaire Conserv. Jard. Bot. Genève* 5 : 12-119.

BRIQUET, J. (1910). *Prodrome de la flore corse.* Vol 1. Georg, Genève, Bâle, Lyon.

BRIQUET, J. (1913). *Prodrome de la flore corse.* Vol. 2/1. Georg, Genève, Bâle, Lyon.

BURMANN (1770). Felicis Valle medici Taurinensis Flora Corsicae. *Nova Acta Phys.-Méd. Acad. Caes. Leop.-Carol. Nat. Cur.* 4 : 205-254.

GAMISANS, J. (1985). *Catalogue des plantes vasculaires de la Corse.* Parc Naturel Régional de la Corse, Ajaccio.

GAMISANS, J. (1988). *Plantaginaceae* in Compléments au Prodrome de la Flore Corse. Ed. Conservatoire et Jardin Botaniques, Genève. 56 pp.

GAMISANS, J. (1990). *Caprifoliaceae* in Compléments au Prodrome de la Flore Corse. Ed. Conservatoire et Jardin Botaniques, Genève. 19 pp.

GAMISANS, J. (1991). *La végétation de la Corse* in Compléments au Prodrome de la Flore Corse, annexe n°2. Ed. des Conservatoire et Jardin botaniques de Genève, Genève.

GAMISANS, J. & D. JEANMONOD (1987). *Campanulaceae* in Compléments au Prodrome de la Flore Corse. Ed. Conservatoire et Jardin Botaniques, Genève. 43 pp.

GAMISANS, J. & D. JEANMONOD (1993). *Catalogue des plantes vasculaires de la Corse* (édition 2) in Compléments au Prodrome de la Flore Corse, annexe n°3. Ed. des Conservatoire et Jardin botaniques de Genève, Genève.

GAMISANS, J. & D. JEANMONOD (1995). La flore de Corse : bilan des connaissances, intérêt patrimonial et état de conservation. *Ecol. Médit. (Marseille)* fasc. 1/2 1995 : 135-148

GUYOT, I. & M. MURACCIOLE (1995). Inventaires et actions de conservation in situ. *Ecol. Médit. (Marseille)* fasc. 1/2 1995 : 231-242

JEANMONOD, D. (1988). *Dipsacaceae* in Compléments au Prodrome de la Flore Corse. Ed. Conservatoire et Jardin Botaniques, Genève. 40 pp.

JEANMONOD, D. (1989). *Lentibulariaceae* in Compléments au Prodrome de la Flore Corse. Ed. Conservatoire et Jardin Botaniques, Genève. 18 pp.

JEANMONOD, D. (1989). *Globulariaceae* in Compléments au Prodrome de la Flore Corse. Ed. Conservatoire et Jardin Botaniques, Genève. 14 pp.

JEANMONOD, D., G. BOCQUET & H. M. BURDET (éds.) (1986). Notes et contributions à la flore de Corse. *Candollea* 41 : 1-61.

JEANMONOD, D. & H. M. BURDET (éds.) (1987). Notes et contributions à la flore de Corse, II. *Candollea* 42 : 25-95.

JEANMONOD, D. & H. M. BURDET (éds.) (1988). Notes et contributions à la flore de Corse, III. *Candollea* 43 : 335-408.

JEANMONOD, D. & H. M. BURDET (éds.) (1989). Notes et contributions à la flore de Corse, V. *Candollea* 44 : 575-637.

JEANMONOD, D. & H. M. BURDET (éds.) (1990). Notes et contributions à la flore de Corse, VI. *Candollea* 45 : 261-340.

JEANMONOD, D. & H. M. BURDET (éds.) (1991). Notes et contributions à la flore de Corse, VII. *Candollea* 46 : 175-226.

JEANMONOD, D. & H. M. BURDET (éds.) (1992). Notes et contributions à la flore de Corse, VIII. *Candollea* 47 : 267-318.

JEANMONOD, D. & H. M. BURDET (éds.) (1993). Notes et contributions à la flore de Corse, IX. *Candollea* 48 : 525-591.

KERGUELEN, M. (1993). *Index synonymique de la Flore de France.* Museum National d'Histoire Naturelle, Paris.

LITARDIERE, R. de, in J. BRIQUET (1936). *Prodrome de la flore corse*. Vol. 2/2. Paul Lechevalier, Paris.

LITARDIERE, R. de, in J. BRIQUET (1938). *Prodrome de la flore corse*. Vol. 3/1. Paul Lechevalier, Paris.

LITARDIERE, R. de, in J. BRIQUET (1955). *Prodrome de la flore corse*. Vol. 3/2. Paul Lechevalier, Paris.

MARSILLY, L. J. A. COMMINES de (1872). *Catalogue des plantes vasculaires indigènes ou généralement cultivées en Corse*. G. Masson, Paris.

SALIS-MARSCHLINS, U. A. VON (1833-34). Aufzählung der in Korsika und zunächst um Bastia von mir bemerkten Cotyledonar-Pflanzen. *Flora Allg. Bot. Zeitung* 16, Beibl. 2 : 448-461, 464-476, 486-493 ; 17, Beibl. 2 : 1-86.

TUTIN, T. G. *& al.* (1993). *Flora europaea*, vol. 1 (éd.2). University Press, Cambridge.

ECOLOGIA MEDITERRANEA XXI (1/2) 1995 : 253-255

Le point de vue des opérateurs de terrain chargés de la protection de la Nature : le cas des Parcs Naturels Régionaux

Michel LEENHARDT*

RÉSUMÉ

A travers l'histoire du Parc Naturel Régional de Corse, ce texte met en évidence la nécessaire complémentarité entre scientifiques et gestionnaires de terrain pour mener à bien une bonne gestion et conservation de la flore.

MOTS-CLES : Corse, conservation, gestion, Parc Naturel Régional, flore, liste régionale de plantes protégées

SUMMARY

Through the history of the Parc Naturel Régional de Corse, this text is pointing out the necessity of complementary between scientists and terrain administrators.

KEY WORDS : Corsica, conservation, management, Regional Natural Park, flora, regional list of protected plants

Après les interventions de nombreux scientifiques et celles de responsables administratifs, je voudrais vous faire entendre la voix d'un gestionnaire de terrain, vous dire ses besoins, ses attentes, ses réactions face au monde des scientifiques, ses difficultés parfois.

Pour ce faire, j'ai choisi de vous raconter, très schématiquement l'histoire du Parc Naturel Régional de Corse et ses actions en faveur de la flore insulaire.

A travers cette histoire du Parc Naturel Régional pour lequel je travaille depuis maintenant 24 ans, j'essayerai de dégager quelques réflexions qui pourraient servir de base à une discussion sur les relations et sur la nécessaire complémentarité entre scientifiques et gestionnaires de terrain.

Mais avant même de survoler cette histoire du Parc Naturel Régional, il me semble nécessaire de préciser, simplement, ce qu'est un Parc Naturel Régional.

Un Parc Naturel Régional, en France, est un regroupement volontaire de Collectivités Territoriales (Région, Départements et Communes) qui adhèrent à un même programme de Développement et de Protection de leur territoire.

Un Parc Naturel Régional n'a donc, directement, aucun pouvoir législatif ou réglementaire.

De la même façon, un Directeur de Parc Naturel Régional n'a pas de compétence directe sur son territoire, comme peut l'avoir un forestier sur une forêt domaniale, un maire sur son territoire communal ou un propriétaire sur ses terres ;

Pour compenser ces manques, les Parcs Naturels Régionaux ont dû développer leur pouvoir de persuasion, en le confortant, il est vrai, parfois par quelques moyens financiers.

*Parc Naturel Régional de Corse, rue du Général Fiorella, BP 417, 20184 AJACCIO Cedex

Ceci étant rappelé, revenons en au Parc Naturel Régional de Corse.

Il est né en 1972, après 7 ans de gestation, de la volonté d'un homme politique.

Et cette naissance vaut, je pense d'être racontée, tant elle illustre quelques points sur lesquels je voudrais insister.

En 1965, le Président F. GIACOBI, Président du Conseil Général de Corse, amoureux de la Nature et conscient des mutations qui se préparaient dans l'île (passage d'une société rurale traditionnelle à une société de loisirs et de tourisme), demande à un groupe de scientifiques de faire l'inventaire des richesses naturelles insulaires.

Ce qui au demeurant amène à constater qu'en 1965 les richesses naturelles de la Corse étaient, pour le moins, mal connues.

Ces scientifiques ne se contentent pas de répondre à la mission qui leur était confiée, mais, à l'initiative du professeur MOLINIER, ils proposent des solutions pour préserver ces richesses, notamment la création d'un parc.

Après 7 ans de discussion avec les élus des communes concernées, de négociations, d'explications, le Parc est, je l'ai dit, créé en 1972.

Arrêtons-nous un moment, sur cette naissance.

- A l'origine un homme politique, amoureux de Nature et conscient de la nécessité de s'appuyer sur les hommes de savoir ;
- Ensuite, des scientifiques qui sortent de leur tour d'ivoire - ceci n'était pas évident à l'époque ! - et qui font des propositions réalistes et concrètes ;
- Enfin une longue phase de négociation, un énorme effort de persuasion.

Trois phases incontournables, à mes yeux, pour créer l'outil Parc, et de façon plus large, pour mener toute action de conservation !

Revenons, maintenant au Parc pour voir comment, une fois créé, il est intervenu dans le domaine de la protection de la flore insulaire.

Des objectifs généraux de protection

Dans le programme de Développement et de Protection auquel les communes, le Département et la Région ont adhéré, le Parc affirme que son premier objectif est de protéger la nature : mais, notamment par manque de connaissances scientifiques, il se limite à des idées générales.

Son problème sera donc dès 1972, que ces idées générales ne restent pas des voeux pieux.

La création de Réserves Naturelles

Dès ses premières années, et alors qu'il est encore largement en période de croissance, le Parc concentre une partie de son énergie sur la Protection de certains sites qui lui paraissent écologiquement intéressants (après étude scientifique du site mais sans qu'il y ait derrière ce choix une analyse naturaliste très poussée, type ZNIEFF, permettant de hiérarchiser les sites insulaires !).

C'est ainsi qu'il fait créer par l'Etat, en 1975, la Réserve Naturelle de Scandola, puis avec la complicité de l'Association des Amis du Parc, la Réserve Naturelle des Iles Cerbicale, et celle des îles Lavezzi, dans le détroit de Bonifacio.

Pour chacune de ces Réserves, dont il assure la gestion, il met en place un Comité Scientifique.

Là encore nous avons donc un gestionnaire, soutenu par une volonté politique puis par une Association, qui sert de locomotive à des actions de protection, et qui appelle les scientifiques en renfort pour l'aider dans son action de gestion.

Mais l'analyse approfondie des difficultés de fonctionnement de nombreux Comités Scientifiques tant en Corse que sur le continent, voire des difficultés de langage entre les scientifiques et le gestionnaire au sein de ces comités, illustre, de façon je pense intéressante, les divergences de préoccupation qui existent, trop souvent à mes yeux, entre les uns et les autres.

Il y a nécessité, évidente, de «Mieux se comprendre».

La liste régionale des plantes protégées

Dès 1980, à la demande de Marcelle CONRAD, le Parc, conscient qu'une liste nationale des plantes protégées est insuffisante, et mal adaptée à la Corse, soutient le projet d'élaboration d'une liste régionale.

Cette liste verra le jour en 1982, non sans que Louis OLIVIER et Michel MURACCIOLE - déjà!- y associent leurs compétences.

Là encore, il y a complémentarité entre gestionnaire à même de pousser un dossier, et

scientifiques qui ont la connaissance. Même si, dans ce cas, le travail qu'a fait le gestionnaire aurait pu être le fait de l'Administration.

La collaboration avec le Conservatoire Botanique National de Porquerolles

C'est dans ces années-là que la collaboration avec le Conservatoire Botanique National de Porquerolles s'établit, et c'est à partir de là, je pense que l'action en faveur de la flore corse passe à la vitesse supérieure.

Le Conservatoire Botanique National de Porquerolles, qui a une responsabilité scientifique et morale sur la flore française en Méditerranée, et qui trouve dans le Parc, un partenaire privilégié dans ce domaine, intervient en matière d'information, d'actions *in situ* et de sensibilisation des décideurs.

Michel MURACCIOLE développera, je crois, ces actions notamment le travail de l'AGENC en matière de protection *in situ*, demain.

Pour ma part, je n'évoquerai donc que quelques points :

- L'action sur le terrain nous a amené à mettre en place un partenariat avec l'Office National des Forêts, gestionnaire de terrain, directement concerné par la protection de la Flore

La protection ne devant pas connaître les limites administratives, c'est toute la Corse qui est aujourd'hui concernée par ces actions de protection... A cet effet, un Conservatoire Régional des Sites s'est mis en place, à l'initiative de l'Association des Amis du Parc.

- Enfin -et je devrais même dire surtout- nous nous sommes attachés, toujours en concertation avec l'AGENC, à convaincre les décideurs.

Nous venons ainsi d'obtenir que la protection de la flore soit affirmée, en bonne place, comme un objectif important du tout récent Plan de Développement de la Corse.

Et nous nous efforçons, année après année, avec un certain succès, lié à la crédibilité acquise, de convaincre l'Etat et la Région de consacrer une partie de leurs crédit Environnement à cette protection.

Là encore c'est la collaboration, institutionnalisée et responsable, entre scientifiques et gestionnaires qui a permis d'aller de l'avant.

Pour terminer je voudrais revenir sur un problème concret auquel le gestionnaire -qui n'est pas maître, rappelons-le, de son territoire- se trouve confronté :

La menace de destruction d'une station de plantes rares par un aménagement.

C'est malheureusement un cas de figure classique.

Peut-on s'y opposer, à chaud ?

Ce ne sera possible que si l'on a des arguments scientifiques inattaquables, et suffisamment forts pour s'opposer à un aménagement source -en général- de développement.

On ne pourra monter au créneau, avec quelques chances de succès, que si la station est unique -ou quasi unique- et si ce fait est attesté par l'ensemble de la communauté scientifique.

Il existe une alternative : Déplacer la station !

C'est ce que propose la DIREN dans un dossier dont je viens de prendre connaissance ce matin, et qui concerne le déplacement de la route de l'Ostriconi.

Est-ce une bonne solution ? Sans doute ! Mais n'y a-t-il pas risque de dérapage ? Risque de voir, à chaque problème, les aménageurs proposer des «solutions compensatoires» ? Je pense que le débat reste ouvert... et que les avis risquent de diverger.

Il parait donc plus rationnel de tenter de protéger «à froid», avant que le problème ne se pose. Mais là aussi, il faudra savoir faire preuve de mesure.

On ne sera pas crédible -et donc pas suivi par les décideurs- si l'on demande de tout protéger.

Mais l'on ne sera pas plus crédible, -et donc pas soutenu par les scientifiques ou les Associations- si l'on met la barre trop bas.

L'art du gestionnaire apparaît comme un art d'équilibre. Il est condamné à être critiqué par les aménageurs et par les protecteurs.

Mais, s'il l'est par les deux, n'est-ce pas la preuve qu'il est à sa juste place ?

ECOLOGIA MEDITERRANEA XXI (1/2) 1995 : 257-268

Cytotaxonomie et conservation de la flore insulaire : les espèces endémiques ou rares de Corse

Cytotaxonomy and conservation of the insular flora : endemic and rare species of Corsica

Régine VERLAQUE*, Juliette CONTANDRIOPOULOS*, Annie ABOUCAYA**

RÉSUMÉ

Afin de préciser l'originalité de la flore corse et l'étendue des menaces qui pèsent sur sa biodiversité, une synthèse cytotaxonomique et biogéographique portant sur les endémiques (*s.l.*, *s.s.* et rares) a été réalisée. L'endémisme *s.l.* et la richesse de cette île résident dans la conservation d'une flore relictuelle importante (18 % de paléo- et 14 % de patroendémiques), parallèlement à une spéciation très active avec le taux maximal d'apoendémiques (17 %) de Méditerranée. De plus, une trentaine de ces taxons présentent un nombre chromosomique unique ou rarissime dans leur genre (sans compter les genres monospécifiques). Les pourcentages obtenus pour les endémiques corses *s.s.* et rares diffèrent des premiers (*s.l.*) en raison de la spécificité biogéographique de chaque catégorie : patro- et schizoendémiques en majorité montagnards, paléo- et apoendémiques essentiellement méditerranéens. Parmi les espèces rares, ces deux derniers groupes apparaissent comme les plus menacés ; leur localisation, dans les zones basses où l'impact humain s'avère maximal, semble être le facteur prépondérant de leur raréfaction. A partir de quelques exemples significatifs, divers aspects de la différenciation insulaire ont été abordés : modification du caryotype, dysploïdie, aneuploïdie, hybridation, auto- et allopolyploïdie. Ces résultats illustrent l'intérêt des études cytotaxonomiques dans la connaissance et la protection du patrimoine naturel.

MOTS-CLES : cytotaxonomie, endémisme, conservation, flore insulaire

SUMMARY

In order to specify the originality of the Corsican flora and the extent of threats which hang over its biodiversity, the cytotaxonomic and biogeographic synthesis of (*s.l.*, *s.s.* and rare) endemics has been carried out. The endemism (*s.l.*) of this island consists in the conservation of rich relictual flora (18 % of paleo- and 14 % of patroendemics) and very important speciation processes, with the highest level of apoendemics (17 %) for the Mediterranean area. On the other hand, some thirty endemics species possess a very rare or unique chromosome number within their genus. Percents established from the *s.s.* and rare endemics differ owing to the biogeographic characteristics of each category : patro- and schizoendemics being mostly in mountains, whereas paleo- and apoendemics are essentialy mediterranean. Among rare species, these two latter groups appear as the most threatened. Their location at low altitude, where the human impact is highest, seems to be the major reason of their rarity. From some significative examples, various aspects of insular differentiation are mentionned : karyotype changes, dysploidy, aneuploidy, hybridization, auto- and allopolyploidy. These results illustrate the high interest of cytotaxonomic studies for the knowledge and the protection of the natural patrimony.

KEY WORDS : cytotaxonomy, endemism, conservation, insular flora

* Laboratoire de Biosystématique et Ecologie méditerranéenne
Université de Provence, Centre St Charles, 13331 MARSEILLE Cedex 3

** Conservatoire Botanique National de Porquerolles, Castel Sainte-Claire,
83418 HYERES Cedex - France

Les problèmes posés par le maintien de la Biodiversité conduisent à s'interroger sur les actions de conservation à entreprendre (CHAUVET et OLIVIER, 1993) ; mais pour protéger efficacement les organismes, il faut d'abord mieux les connaître. Or, une des caractéristiques du Monde végétal réside dans ses fortes variations chromosomiques qui confèrent à la cytotaxonomie un aspect fondamental dans l'étude d'une flore. Les modifications intra- et interspécifiques directement perceptibles par la caryologie sont de plusieurs ordres :

- simples remaniements de caryotypes (nombre chromosomique constant), fréquents lors de la dérive de petites populations isolées (notamment dans les îles et en montagne) ;

- dysploïdie : variations du nombre de base par restructurations (mode évolutif capital des diploïdes jeunes de milieux contrastés) ;

- polyploïdie : elle affecte 50 % (GRANT, 1971, 1982 : $n \geq 13$) à 60-70 % des Angiospermes (GOLDBALTT, 1980 et LEWIS, 1980 : $n \geq 10$) ;

- aneuploïdie : perte ou gain de quelques chromosomes (surtout chez les polyploïdes).

Survenant en général dans les populations isolées à effectif réduit (FAVARGER, 1986), ces variations, capitales dans les processus de spéciation, ne sont malheureusement pas toujours évidentes au niveau morphologique. Comme l'ont montré de multiples travaux, les di- et polyploïdes *(s.l.)* présentent des stratégies écologiques et évolutives distinctes (HODGSON, 1987 ; LUMARET, 1988a et b ; VERLAQUE et CONTANDRIOPOULOS, 1990 ; THOMPSON et LUMARET, 1992). Les diploïdes réagissent comme des «spécialistes», et toutes modifications internes (dérive génétique, remaniement chromosomique, dysploïdie) ou externes (du milieu) ont des conséquences majeures. Par contre, les polyploïdes (souvent plus polymorphes) se conduisent maintes fois en «généralistes», assez compétitifs dans leurs phases de jeunesse (complexes méso- et néopolyploïdes à plusieurs valences). Ils ne se spécialisent que tardivement, en raison d'un «effet tampon» plus marqué. En fait, la multiplication du stock chromosomique entraîne de profondes transformations biologiques (durée de vie, croissance, reproduction, phénologie...) et physiologiques (TAL, 1980) qui vont permettre aux races polyploïdes néoformées de s'adapter à de nouvelles conditions écologiques, de mieux résister à la concurrence interspécifique et parfois aux stress.

Replacer un taxon dans son contexte cytotaxonomique apporte donc des renseignements essentiels sur ses aptitudes, sa dynamique évolutive et sur la diversité du groupe. Ces critères caryologiques (caryotypes, nombres de base, niveaux de ploïdie), simples et assez objectifs, ont été largement utilisés en systématique et biogéographie. La quantification des éléments (diploïdes, paléo-, méso- et néopolyploïdes, ou types d'endémiques) a permis des études et des comparaisons fort instructives sur la flore (insulaire et orophile notamment) de différentes régions : leurs origines et leurs affinités (Alpes-Carpates : PAWLOWSKI, 1970 ; Pyrénées-Alpes : KÜPFER, 1974 ; Atlas marocain : GALLAND, 1988 ; Alpes-Tatras : FAVARGER, 1991 ; Baléares : CONTANDRIOPOULOS et CARDONA, 1984 ; etc.). D'autre part, l'application de la cytotaxonomie aux problèmes d'extinction et d'invasion a, par exemple, mis en évidence un taux de 75 % de diploïdes (hautement spécialisés et assez anciens) chez les messicoles menacées de Provence, alors que les espèces envahissantes de substitution comptent 71 % de complexes polyploïdes (opportunistes et très compétitifs, résistants pour la plupart aux herbicides) (VERLAQUE et FILOSA, 1994). Cependant la richesse floristique et l'histoire d'une région s'apprécie essentiellement à travers l'examen de son endémisme. A ce titre, la Corse, qui a fait l'objet de la première investigation globale de ce type (CONTANDRIOPOULOS, 1962), constitue toujours un modèle d'étude.

CLASSEMENT ET PARTICULARITES DES ENDEMIQUES CORSES

Dans le nouveau catalogue des plantes vasculaires de la Corse, GAMISANS et JEANMONOD (1993) reconnaissent 296 endémiques *s.l.* (256 : *Hieracium* et *Taraxacum* exclus), soit environ 11,7 % de la flore indigène (totalisant 2524 taxons). En 1962, CONTANDRIOPOULOS avait recensé et analysé les nombres chromosomiques d'une centaine d'entre eux ; actuellement 165 ont été comptés : 142 étudiés sur des populations de l'île et 23 ailleurs dans l'aire (non en Corse). Avec près de 65 % d'endémiques examinés(*), la Corse demeure donc l'île méditerranéenne la mieux connue sur le plan caryologique.

Afin de dégager les particularités de l'endémisme corse, nous avons essayé, dans la

(*) En raison des sérieux problèmes d'identification soulevés par les *Hieracium* et *Taraxacum*, nous n'avons pas pris en considération dans nos calculs ces deux genres : 135 taxons sur l'île dont 40 endémiques, pour la plupart non reconnus par *Flora Europaea* (1976).

mesure du possible, de répartir ces taxons (160 sur 165 étudiés) dans une des quatre catégories classiquement reconnues (FAVARGER et CONTANDRIOPOULOS, 1961 ; FAVARGER et SILJAK-YAKOVLEV, 1986), en synthétisant toutes les données (caryologie, morphologie, biogéographie,...) relatives à ces endémiques et à leurs espèces affines. Il convient cependant de signaler que ce classement n'est pas toujours évident et définitif, il évolue en fonction des connaissances caryologiques et phylogénétiques. De plus, il relève souvent de l'appréciation personnelle du degré d'isolement ou de parenté des différents taxons d'un groupe, puisque ces quatre catégories se schématisent ainsi :

- **Paléoendémiques** *s.l.* : espèces isolées, sans affinités précises (en général groupes marginaux mono- ou bispécifiques),

- **Patroendémiques** : cytotypes anciens, presque toujours de plus faible niveau de ploïdie que les taxons apparentés,

- **Schizoendémiques** : endémovicariants ayant le même nombre chromosomique (issus de la différenciation graduelle d'une souche commune dans les diverses parties de son aire),

- **Apoendémiques** : cytotypes dérivés, plus jeunes.

En théorie, les paléo- et patroendémiques constituent l'élément ancien ou «conservateur» de la flore, contrairement aux schizo- et surtout aux apoendémiques qui reflètent sa différenciation plus ou moins récente : «endémisme actif». Nous avons calculé les taux de ces quatre catégories pour les divers types d'endémiques corses : *sensu lato (s.l.), sensu stricto (s.l.)* et rares sur l'île, ainsi que les pourcentages de polyploïdes et d'annuelles.

Taux de polyploïdes et d'annuelles

Les pourcentages de di- et polyploïdes peuvent se calculer : soit au sens strict,*(s.s.)*, en considérant comme «diploïde» le nombre chromosomique le plus bas du genre (exemple : *Serapias* 2n=36, *Evax* 2n=26,28), soit au sens large, *(s.l.)*, en fonction du ou des nombres de base primaires (en général $n \leq 13$ chez un diploïde : GRANT, 1971, 1982). La flore endémique *s.l.* corse compte un taux de polyploïdes (34,4 % *s.s.* et 47,5 % *s.l.)* bien supérieur à celui de la Crète (16 % *s.s.* MONTMOLLIN, 1991), de la Grèce (20 % *s.s.* : STRID, 1993) et des Baléares (26,5 % *s.s.* et 44,9 % *s.l.*), ce qui semble refléter la plus grande différenciation des taxons de cette île.

Par contre, le taux de polyploïdes des endémiques *s.l.* rares de Corse décroît légèrement (31,5 % *s.s.* et 42,6 % *s.l.*), malgré la plus forte proportion d'apoendémiques (Tableau 1 : 15 taxons menacés sur les 27 de cette classe, presque tous polyploïdes). Si on écarte cette catégorie, les autres endémiques rares ne comportent plus que 15 % *s.s.* (30 % *s.l.)* de polyploïdes. Ceci tendrait à prouver qu'à l'exception des polyploïdes les plus récents (apoendémiques en voie de différenciation) de la zone méditerranéenne, les autres se maintiennent bien et résistent beaucoup mieux que les diploïdes aux menaces actuelles.

Enfin, chez les endémiques corses stricts, le taux de polyploïdes chute de façon notable (21,6 % *s.s.* et 37,3 % *s.l.)*, sans doute en raison de la prédominance des schizo- et patroendémiques essentiellement diploïdes et montagnards. De plus, cette baisse paraît concorder avec la constatation de STRID (1993) au sujet de la relation positive «aire-polyploïdie». Les taxons largement répandus comprennent 39 à 50 % de polyploïdes *s.s.*, tandis que chez les endémiques ces pourcentages *(s.s.)* diminuent avec la superficie de leur territoire : Balkans environ 25 %, Grèce 20 % et aire restreinte 15 à 10 %.

Par ailleurs, il est tout à fait surprenant de constater que l'ensemble des endémiques corses compte à peine 12 % de monocarpiques (annuelles et bisannuelles), contre 43 % dans le reste de la flore indigène de l'île. Ce taux très bas, pour une région méditerranéenne, semble confirmer l'origine ancienne de cette flore. Si ces espèces à cycle de vie court sont à peu près proportionnellement réparties dans chaque classe, leurs autres caractéristiques diffèrent de celles des pérennes. En effet, les monocarpiques comprennent une faible quantité de polyploïdes (23,5 % *s.s.* et 29,4 % *s.l.*, contre 35,7 *s.s.* et 49,7 % *s.l.* chez les vivaces), d'orophytes et d'endémiques stricts (18 % maximum) ; de plus, presque la moitié d'entre elles s'avèrent menacées. Comme nous allons le voir, il existe sans doute un lien étroit entre leur raréfaction et leur forte répartition dans les étages méditerranéens inférieurs, mais aussi avec leur taux assez bas de polyploïdie.

Comparaison des taux d'endémiques

Les pourcentages trouvés diffèrent non seulement entre eux (Tableau 1), mais aussi avec ceux établis pour d'autres îles et massifs montagneux méditerranéens (Tableau 2 : d'après MONTMOLLIN, 1991). En effet, globalement la végétation de Corse se caractérise par le taux minimal de schizoendémiques (51 %) et par les maxima de patro- (14 %) et d'apoendémiques

Tableau 1
Nombres et pourcentages des différentes catégories d'endémiques en Corse
(* : *Hieracium* et *Taraxacum* exclus)

Corse	Nombre d'endémiques	Endémiques étudiés	Paléo-endémiques	Patro-endémiques	Schizo-endémiques	Apo-endémiques
Endém. *s.l.*	(296) 256*	165 : 65 %	29 : **18 %** **15% orophiles**	22 : **14 %** **67% orophiles**	82 : **51 %** **60% orophiles**	27 : **17 %** **25% orophiles**
Endém. *s.s.*	(132) 98* **2/3 orophiles**	52 : 53 %	2 : **4 %**	7 : **14 %**	36 : **70 %**	6 : **12 %**
Endém. *s.l.* rares	(130) 95* **1/4 orophiles**	57 : 60 %	13 : **23 %**	5 : **9 %**	23 : **41 %**	15 : **27 %**

Tableau 2
Comparaison de l'endémisme dans différentes régions (d'après MONTMOLLIN, 1991)

	Nombre d'endémiques	Endémiques étudiés	Paléo-endémiques	Patro-endémiques	Schizo-endémiques	Apo-endémiques
Crète (1)	166	92 : 55 %	13 : **14 %**	3 : **3 %**	72 : **79 %**	4 : **4 %**
Baléares (2)	156	97 : 62 %	20 : **21 %**	9 : **9 %**	58 : **60 %**	10 : **10 %**
Canaries (3)	470	41 : 8,7 %	11 : **27 %**	2 : **4 %**	24 : **59 %**	4 : **10 %**
Péloponnèse (4)	300	51 : 17 %	4 : **8 %**	0 : **0 %**	44 : **86 %**	3 : **6 %**
Atlas marocain (5)	166	92 : 55 %	12 : **13 %**	0 : **0 %**	76 : **83 %**	4 : **4 %**

(1) MONTMOLLIN, 1991 ; (2) CONTANDRIOPOULOS et CARDONA, 1984 ; (3) BORGEN, 1979 ; (4) IATROU, 1986 ; (5) GALLAND, 1988

(17 %). Les paléoendémiques atteignent un taux respectable de 18 %, intermédiaire entre ceux de la Crète (14 %) et des Baléares (21 %)(*). Toutefois, en Corse la composante conservatrice ou «endémisme passif» (paléo- et patro-endémiques) s'avère la plus forte de Méditerranée : 32 %. Ceci constitue la spécificité et la richesse du bloc corso-sarde : avoir pu préserver une flore ancienne, voire paléogène, tout en différenciant de nombreux taxons. Les raisons de ce phénomène résident peut-être dans la séparation plus précoce de ce bloc (la datation de son isolement total demeure une question toujours controversée), mais surtout dans l'histoire très perturbée et la forte diversité des habitats en Corse, par rapport aux autres îles (CONTANDRIOPOULOS, 1990 ; MONTMOLLIN, 1991 ; CONTANDRIOPOULOS et CARDONA, 1984). Ce petit territoire insulaire réunit donc les conditions optimales (KRUCKEBERG et RABINOWITZ, 1985) pour un endémisme fort et diversifié.

Par ailleurs, les divergences existant entre les trois listes de taxons corses (*s.l.*, *s.s.*, rares : Tableau 1) reflètent en premier lieu la répartition altitudinale distincte de chaque catégorie. En effet, au sein des endémiques *s.l.*, 85 % des paléo- et 75 % des apoendémiques se rencontrent dans les régions basses et se rattachent surtout aux éléments méditerranéens. A l'inverse, les schizo- et patroendémiques habitent en majorité dans les étages supérieurs (60 et 67 % respectivement) et appartiennent à des éléments biogéographiques variés. Une répartition assez analogue des races chromosomiques se retrouve d'ailleurs dans le Sud-Est de la France (VERLAQUE et CONTANDRIOPOULOS, 1990), avec les cytotypes plus ou moins relictuels en altitude et les néopolyploïdes de préférence en plaine.

(*) La comparaison avec la flore endémique des Canaries nous paraît un peu hasardeuse, compte tenu du faible pourcentage de taxons étudiés.

Par contre, les 98 endémiques stricts de Corse, étant constitués à plus des 2/3 d'orophytes, comprennent donc très peu de paléo- (4 %) et beaucoup plus de schizo- et patroendémiques (70 et 14 %). Toutefois, le taux non négligeable d'apoendémiques (12 %) reflète l'évolution caryologique active des taxons dans cette île. Les pourcentages de patro- et d'apoendémiques sont en fait sous-estimés, car ils ne tiennent pas compte d'une dizaine de «crypto-endémiques» (non encore nommés ou indiscernables morphologiquement) : espèces possèdant des cytotypes différents dans chaque île (comme *Thymus herba-barona, Carduus cephalanthus, Scrophularia trifoliata...*), ou en Corse et sur le continent (FAVARGER et CONTANDRIOPOULOS, 1961 ; CONTANDRIOPOULOS et FAVARGER, 1974 ; CONTANDRIOPOULOS, 1980).

Enfin, pour les 95 endémiques *s.l.* (dont 45 *s.s.*) rares en Corse, on constate un phénomène opposé (Tableau 1) avec une diminution des schizo- et patroendémiques (respectivement 41 et 9 %) contrebalancée par une augmentation des paléo- et apoendémiques (23 et 27 %). Globalement, la moitié de ces deux dernières classes, si intéressantes pour les botanistes, correspondrait à des taxons menacés ; ce qui est très préoccupant. Mais cela ne signifie pas que ces deux types d'endémiques soient par nature plus vulnérables et moins dynamiques que les deux autres, ce devrait même être plutôt l'inverse pour les races dérivées. En réalité, si l'ensemble des taxons rares comprend environ 75 % de plantes littorales et de basses altitudes, les apo- et paléoendémiques menacés en comptent plus de 90 %. Leur localisation dans cette zone méditerranéenne, où l'impact humain s'avère maximal, nous paraît être le facteur prépondérant de leur raréfaction. D'ailleurs presque tous les taxons disparus de Corse habitaient ce secteur très sensible, comme :

- *Romulea jordanii* Bég., endémique corse *s.s.* non revu depuis sa description,

- *Trisetum flavescens* (L.) Beauv. var. *burnoufii* (Parl.) Hackel, endémique corse *s.s.* non revu depuis sa description,

- *Cephalaria squamiflora* (Sieber) Greuter subsp. *mediterranea* (Viv.) Pignatti, paléoendémique cyrno-sarde,

- *Naufraga balearica* Constance & Cannon, relique paléoendémique (Corse, Baléares) conservée en Jardins botaniques (station détruite vers 1985 peu après sa découverte),

- *Rhamnus persicifolia* Moris, apoendémique de Corse (?) et de Sardaigne (2n=36 : nombre unique dans le genre), détruit lors d'un feu en 1980, etc.

Nombres chromosomiques rares

Ce survol caryologique des endémiques corses *s.l.* nous a permis de constater l'existence d'une trentaine de nombres chromosomiques uniques ou rarissimes (nombres de base et/ou niveaux de polyploïdie) dans les genres considérés (Tableau 3), sans compter les genres monospécifiques et les variétés. Or, une douzaine de ces taxons exceptionnels semblent en position précaire (nombre réduit de stations), la plupart d'entre eux sont protégés à l'échelon national et/ou en Corse (liste 3 «des plantes rares nécessitant une action prioritaire»). Il faudrait élargir ces listes de protection à d'autres taxons (comme *Colchicum alpinum* subsp. *parvulum*, *Thymelaea* x *conradiae*, *Viola corsica* subsp. *corsica...*), en tenant compte de leurs particularités caryologiques et phylogénétiques en plus de leur fréquence sur le terrain. Ces nombres rares appartiennent en majorité à des paléoendémiques (nombres relictuels, fins de phylums, ou maillons évolutifs) et à des apoendémiques (dérive et spéciation insulaire accélérée). A ce titre, on peut citer un cas très significatif, celui des *Violaceae* qui comptent en Corse deux endémiques :

- *Viola argenteria*, paléoendémique à nombre unique et un des plus faibles du genre : 2n=14 (KÜPFER, 1971) (Genre : 2n=10 à 128, avec 10 % de diploïdes),

- *V. corsica* subsp. *corsica*, apoendémique localisé à nombre rarissime et un des plus forts du genre : 2n=104 (MERXMULLER et LIPPERT, 1977).

DIFFERENTS ASPECTS DE LA SPECIATION INSULAIRE

En collaboration avec le Conservatoire Botanique National de Porquerolles et le Parc Naturel Régional de Corse, nous avons réalisé récemment l'examen caryologique d'une trentaine de taxons rares ou endémiques. Cette étude et l'analyse cytotaxonomique de la flore insulaire corse, nous ont conduites à nuancer certaines généralisations hâtives au sujet des quatre catégories d'endémiques. En effet, comme nous allons le voir avec quelques exemples, chacune d'elles comprend des taxons plus ou moins anciens, très localisés ou non, statiques ou dynamiques, diploïdes ou polyploïdes et appartenant à divers éléments biogéographiques. Globalement,

Tableau 3
Liste des endémiques corses *(s.l.)* ayant des nombres chromosomiques uniques ou rares

Nombres chromosomiques uniques ou rares (sans indication) comptés en Corse (sans signe), ou seulement en Sardaigne (*), aux Baléares (°), dans les Alpes (**).
Espèces paléoendémiques (Paléo.), patroendémiques (Patro.), schizoendémiques (Schizo.), et apoendémiques (Apo.)
Espèces rares (R) ou très rares (RR) ; Endémiques corses *s.s.* (Co) ;
Espèces protégées à l'échelon national (PN) et en Corse (PC) ;

Luzula spicata (L.) DC. subsp. *italica* (Parl.) Arcangeli	2n=36		Apo.			
Colchicum alpinum DC. subsp. *parvulum* (Ten.) Nyman	2n=120*		Apo.	R		
Scilla obtusifolia Poiret subsp. *intermedia* (Guss.) Bég.	2n=8*	unique	Paléo.	RR		
Trisetum conradiae Gamisans	2n=14		± Paléo.	RR	Co	PN, PC
Trisetum gracile (Moris) Boiss.	2n=14		Paléo.	RR	Co	PN, PC
Seseli djianeae Gamisans	2n=20		Apo.	RR		PN, PC
Aristolochia tyrrhena Nardi & Arrigoni	2n=26*	unique	Apo.	R		PC
Santolina corsica Jordan & Fourr.	2n=36		Apo.			
Brassica insularis Moris	2n=18, 27		Apo.	R		PN, PC
Cardamine chelidonia L.	2n=64		Paléo.	R		PN, PC
Borago pygmaea (DC.) Chater & Geuter	2n=32	unique	Paléo.			
Myosotis soleirolii Godron	2n=18		± Schizo.			PN
Arenaria balearica L.	2n=18	unique	Paléo.			
Sedum brevifolium DC.	2n=36		Patro.			
Bryonia marmorata Petit	2n=40	unique	Apo.			
Euphorbia hyberna L. subsp. *insularis* (Boiss.) Briq.	2n=36		Schizo. (?)			
Euphorbia pithyusa L. subsp. *cupanii* (Bertol.) Sm.	2n=36*		Schizo. (?)	R		PN, PC
Mentha requienii Bentham	2n=18	unique	Paléo.			
Stachys corsica Pers.	2n=18		Paléo.			
Thymus herba-barona Loisel.	2n=56 / 84* / 28°		Apo.			
Pinguicula corsica Bernard & Gren.	2n=16		Patro.		Co	
Potentilla crassinervia Viv.	2n=14		Schizo.			
Ruta corsica DC.	2n=18 unique / 36 *		Paléo.			
Cymbalaria aequitriloba (Viv.) Cheval.	2n=56		Apo.			
Cymbalaria hepaticifolia (Poiret) Wettst.	2n=56		Apo.		Co	
Scrophularia trifoliata L.	2n=84 / 58*		Apo.			
Thymelaea x *conradiae* Aboucaya & Médail	2n=27	unique	Apo.	RR	Co	
Viola argenteria Moraldo & Forneris	2n=14**	unique	± Paléo.			
Viola corsica Nyman subsp. *corsica*	2n=104		Apo.	R	Co	

on observe d'une classe à l'autre (des paléo-, patro-, schizo-, aux apoendémiques) une nette évolution, avec une augmentation du nombre de polyploïdes, de taxons polymorphes et de cas de sympatrie sur l'île entre taxons apparentés présentant toujours entre eux une différenciation marquée (caryologie, écologie, altitudinale, phénologie,...).

1. Endémisme passif

On assimile souvent «l'endémisme passif» à l'élément ancien de la flore, composé des paléo- et patroendémiques pour la plupart diploïdes. En fait, à côté de quelques reliques remarquables comme *Naufraga balearica,* il existe plusieurs paléoendémiques morphologiquement et écologiquement assez plastiques. Ces derniers ont parfois même donné naissance à des taxons rares propres aux montagnes corses. Parmi ces «séries écophylétiques» (GAMISANS et JEANMONOD, 1993), on peut citer :

- *Trisetum gracile* (Moris) Boiss. (corso-sarde) -> *T. conradiae* Gamisans (1973) : 2n=14 ;

- *Mentha requienii* Bentham var. *requienii* (Corse-Sardaigne-Montecristo) -> var. *obovata* (Gandoger) Litard. : 2n=18.

Cette menthe assez dynamique a d'ailleurs été introduite avec succès dans diverses régions d'Europe. En dépit de ses caractères morphologiques (section monotypique *Audibertia* (Bentham) Briq.) et caryologiques (nombre chromosomique unique, le plus bas du genre) très primitifs, elle a engendré deux variétés possédant des caryotypes différents (VERLAQUE *et al.*, 1993).

Sur les 29 paléoendémiques dénombrés, 4 des 5 polyploïdes *s.s.* recensés (diploïdes présents dans le genre) se maintiennent bien en Corse :

- *Helichrysum frigidum* (Labill.) Willd. 2n=28 (Corse-Sardaigne),

- *Ptilostemon casabonae* (L.) Greuter 2n=32 (Corse-Sardaigne-Elbe-Iles d'Hyères),

- *Alnus cordata* (Loisel.) Duby 2n=(28)42 (Corse-Calabre),

- *Borago pygmaea* (DC.) Chater & Greuter 2n=32 (Corse-Sardaigne-Capraia).

Seul *Cardamine chelidonia* L. à 2n=8X=64 (N. Corse, C. & S. Italie, N-E. Sicile, S. Croatie) paraît assez rare sur l'île. Cette espèce très marginale (section monotypique *Spirolobus* Schulz) mériterait une étude approfondie, en raison de sa variabilité morphologique, biologique (annuelle, bisannuelle à vivace) et caryologique à travers son aire : octoploïde en Corse (VERLAQUE *et al.*, 1993) et peut-être diploïde en Italie (jardin botanique de Naples : MANTON, 1932).

Il convient de signaler le cas très singulier du paléoendémique corso-sarde *Ruta corsica* DC. qui a conservé l'unique cytotype diploïde du genre (2n=18 : CONTANDRIOPOULOS, 1962), bien répandu dans les montagnes corses, et différencié en Sardaigne un tétraploïde localisé sur le Mont Gennargentu (2n=36 : HONSELL, 1957).

Enfin, au sujet des plantes rares d'indigénat douteux, on peut citer l'exemple du paléoendémique *Genista aetnensis* (Biv.) DC. Dans son aire originelle (Est-Sardaigne et flanc Est de l'Etna en Sicile), cette espèce arborescente (2 à 6 m) possède un nombre chromosomique unique dans le genre de 2n=52 (FORRISSIER, 1973) et colonise activement les formations arbustives de 100 à 2000 m. Par contre, en Corse elle se cantonne au Sud-Est de l'île à Solaro, dans la zone littorale (sable et maquis), et présente un nombre aneuploïde de 2n=54 (sur plantules) qui traduit la nette dérive de cette petite population isolée. Cependant, les perturbations observées durant la microsporogenèse (divisions inégales ; nombreux micropollens, quelques macropollens, mitoses polliniques à n=27 et parfois 26) montrent que ce phénomène n'est pas complètement stabilisé. L'aneuploïdie s'avère un processus de différenciation, et même de spéciation, très courant chez les *Genisteae* (VERLAQUE, 1992) ; de plus les variations chromosomiques à 2n=50, 52, 54 semblent caractériser les taxons plus ou moins archaïques de cette tribu (espèces marginales et surtout genres mono- ou bispécifiques).

Parmi les 22 patroendémiques, nous avons recensé 8 polyploïdes assez dynamiques et 7 cas de sympatrie avec un taxon dérivé souvent plus répandu, par exemple :

- *Scilla autumnalis* L. var. *corsica* (Boullu) Briq. 2n=14 (corso-sarde : floraison hivernale) -> var. *autumnalis* 2n=28 (floraison automnale) (CONTANDRIOPOULOS et ZEVACO-SCHMITZ, 1989),

- *Arrhenatherum elatius* (L.) Beauv. subsp. *sardoum* (Schmid) Gamisans 2n=14 (corso-sarde : alticole) -> subsp. *elatius* et *bulbosum* 2n=28 (méditerranéens, indigénat douteux sur l'île),

- *Carduus cephalanthus* Viv. 2n=22 (34 en Sardaigne) et *C. fasciculiflorus* Viv. 2n=22 (sténoméditerranéens) -> *C. pycnocephalus* L. 2n=(32) 54, 64 (80) (méditerranéo-touranien ; rudéral).

On peut souligner aussi le polymorphisme et parfois l'amplitude écologique en Corse d'espèces patroendémiques telles que *Pinguicula corsica* Bernard & Gren. (2n=16), *Genista salzmannii* DC. (2n=18) et *Galium corsicum* Sprengel (2n=22, 44 : EHRENDORFER, 1962). L'ensemble de ces remarques montre que l'élément ancien de la flore endémique n'est pas monolithique et statique, il existe toute une gradation depuis la relique figée jusqu'aux taxons bien adaptés et dynamiques.

2. Endémisme actif

En général, cette première composante dite «conservatrice» de la flore (paléo- et patroendémique) est opposée à «l'endémisme actif» qui regroupe les apo- et les schizoendémiques. En fait, cette dernière classe constitue une sorte de «fourre-tout» où voisinent sans doute des groupes d'origine et d'âge différents, comme le montre leurs divers rangs taxonomiques (espèce, subsp., var.) et la variabilité des aires des taxons apparentés. Même si ces schizoendémiques ont conservé un nombre chromosomique identique, ce ne sont pas forcément (comme l'impose la définition) de vrais endémovicariants issus de la différenciation graduelle d'une souche commune dans les diverses parties de son territoire. D'ailleurs, plus d'un quart d'entre eux appartiennent à des genres où les variations des nombres chromosomiques demeurent inconnues *(Pinus, Laserpitium, Ferula, Saponaria, Acinos, Armeria, Anarrhinum, Chaenorrhinum, Centranthus...)*, ou fort rares *(Serapias, Ligusticum, Peucedanum, Carlina, Erigeron, Berberis, Cerinthe, Scabiosa s.s., Fraxinus, Aquilegia, Linaria...)*. Dans certains cas, peut-

être pourrait-on faire intervenir, comme le suggèrent FAVARGER et SILJAK-YAKOVLEV (1986), les modifications du caryotype (mais cela nécessite des connaissances phylogénétiques approfondies sur chacun des genres étudiés) ou d'autres critères fiables. Enfin, soulignons qu'un tiers de ces schizoendémiques (28 sur 82) vivent en Corse avec le taxon correspondant, ce qui prouve la vitalité et la relative jeunesse du processus de spéciation sur l'île.

La dernière catégorie des apoendémiques (cytotypes dérivés) s'avère de loin la plus intéressante, mais aussi la plus préoccupante puisqu'elle compte 27 taxons dont 15 menacés. Il s'agit en majorité de plantes méditerranéennes de basse et moyenne altitudes ce qui explique en partie leur position précaire. La jeunesse caryologique de cette classe est confirmée par un nombre maximal de taxons polymorphes, de situation de sympatrie sur l'île (11 sur 27) et de différenciation intra- ou inter-insulaire :

- *Santolina corsica* Jordan & Fourr. 2n=36 (Corse, N. Sardaigne), et *S. insularis* (Fiori) Arrigoni 2n = 54 (C. & S. Sardaigne),
- *Brassica insularis* Moris 2n=18,27 en Corse, 18 en Sardaigne,
- *Spergularia macrorhiza* (Loisel.) Heynh. 2n=36,54 en Corse,
- *Thymus herba-barona* Loisel. 2n=28 aux Baléares, 56 en Corse, 84 en Sardaigne,
- *Scrophularia trifoliata* L. 2n=84 en Corse, 58 en Sardaigne,
- *Viola corsica* Nyman subsp. *corsica* 2n=104 en Corse, et 2n=52 chez les subsp. *ilvensis* (Elbe) et *limbarae* (Sardaigne).

Malheureusement, la proximité de l'endémique avec ses ascendants semble corrélée avec sa rareté, puisque 8 taxons sympatriques sur les 11 recensés sont menacés. Ceci pourrait être dû à la concurrence des parents et au manque de dynamisme ou de différenciation (phénomène récent) des cytotypes néoformés. Quoi qu'il en soit, par rapport aux groupes correspondants (allo- ou sympatriques), presque tous les apoendémiques présentent un spectre écologique plus vaste, notamment leur répartition altitudinale. Si dans cette classe les taxons les plus dynamiques habitent surtout en montagne et très loin de leurs parents (sans doute évincés de l'île), examinons la situation de quelques apoendémiques rares.

• Le complexe polymorphe continental (Sud-Europe et Afrique du Nord, 100-1500 m, floraison : Août-Septembre) de *Seseli montanum s.l.*, en majorité diploïde (2n=22), a engendré dans le centre de son aire une série d'endémiques assez particuliers, à aire, phénologie et écologie distinctes. Ce sont : *S. polyphyllum* Ten. (Capri, Sorrente ; 0-1200 m ; Juillet-Septembre), *S. bocconi* Guss. (N-E. Algérie, Lampedusa, N. Sicile et îlots voisins ; 0-600 m ; Septembre-Novembre), *S. praecox* Gamisans (Ouest Corse, Sardaigne ; 0-600 m ; Mai-Août) et *S. djianeae* Gamisans (N-O. Corse ; 1200-1700 m ; Juillet-Septembre). En fonction de leurs caractéristiques morphologiques et anatomiques (gaines, pétioles et limbes des feuilles basales, fruits : GAMISANS, 1972), phénologiques (floraison vernale, estivale ou automnale) et caryologiques, il semble que *S. djianeae* à 2n=20 (VERLAQUE *et al.*, 1992) corresponde à un taxon apoendémique (série écophylétique), dérivé du groupe *S. praecox-S. bocconi* à 2n=22 par dysploïdie (diminution du nombre de base consécutive à une restructuration chromosomique). Dans ce même complexe, un phénomène analogue a été observé en Espagne chez l'endémique très localisé *S. cantabricum* Lange à 2n=20. Ce processus évolutif fondamental des diploïdes caractérise en général des espèces jeunes situées sur le pourtour du bassin méditerranéen, en particulier dans les zones xériques ou écologiquement contrastées. Dans les études sur l'endémisme, la dysploïdie a longtemps été ignorée ou occultée, car elle n'affecte qu'un nombre limité de taxons (souvent classés à tort parmi les schizoendémiques).

• Avec le cas des *Brassica*, nous retrouvons les mécanismes évolutifs classiques de la polyploïdie. Le vaste complexe de *B. oleracea* comprend une dizaine d'espèces allogames (SNOGERUP *et al.*, 1990), toutes diploïdes (2n=18), essentiellement méditerranéennes et à écologie voisine (chasmophytes calcicoles de basse altitude). Cependant *B. insularis* Moris (Corse, Sardaigne, Pantelleria, N-E. Afrique du Nord) se distingue du groupe par sa plasticité altitudinale et édaphique maximale, son polymorphisme extrême (feuilles, couleur des fleurs...), sa floraison plus tardive et son caryotype très asymétrique. Cette différenciation a donné lieu à la description de 6 variétés, 5 présentes en Corse dont 4 endémiques *s.s.* :

- var. *insularis* : Sardaigne 0-300 m, sur calcaire, et Nord Corse, 300-750 m (Olcani, 80 individus sur schistes ; Teghime, 150 pieds sur cipolin ; Monti Rossi, 2 stations sur schistes avec 2000 et 200 individus ; Penta Frascaja, 150 pieds sur schistes),
- var. *latiloba* Schulz : Centre Corse, Caporalino (3000 individus), 300-700 m, sur calcaire,
- var. *ayliesii* Litard. & Simon : Centre-Nord Corse, près de Corte (300 individus), 850-

1200 m, sur schistes,

- var. *angustiloba* Widder & Bocquet : Centre-Est Corse, défilé de l'Inzecca (5000 individus), 200-500 m, sur serpentine,
- var. *aquellae* Widder & Bocquet : Sud-Est Corse, Punta di Calcina (60 individus), 300-400 m, sur calcaire,
- var. *atlantica* (Cosson) Bonn. & Bar. : Nord-Est de l'Afrique du Nord (Edough et Cap Bon), littoral calcaire, 50-600 m.

Quelle que soit la valeur taxonomique de ces variétés (non comptabilisées dans nos pourcentages), le polymorphisme de cette espèce en Corse correspond en fait à l'existence de 8 ou 9 populations tout à fait isolées, aux caractéristiques très particulières et subissant des pressions environnementales distinctes (pâturage, éboulement, compétition, escalade,..). Chez chacune d'elles, une importante dérive génétique a été mise en évidence (HURTREZ-BOUSSES, 1993), avec une différenciation génétique maximale dans les populations de taille moyenne et un début d'érosion chez les plus petites (Nord et Sud de l'île). Une première approche caryologique (VERLAQUE *et al.*, 1993 et recherches en cours) a révélé :

- de sensibles variations de caryotypes entre et dans les populations étudiées (notamment à Teghime et l'Inzecca),
- de graves perturbations méiotiques, avec la production de nombreux gamètes non réduits (Inzecca, Corte),
- et enfin, la présence d'individus triploïdes (2n=3X=27) à Teghime (var. *insularis*), Caporalino (var. *latiloba*) et Corte (var. *ayliesii*).

Ces triploïdes, au sein d'une large majorité de diploïdes, montrent que *B. insularis* s'est engagé en Corse sur la voie d'une polyploïdie naturelle. Cette phase initiale semble étroitement liée au phénomène de dérive qui peut permettre la formation de diplogamètes (en partie régie par des gènes récessifs : HERMSEN, 1984) dans de petites populations. Cette condition *sine qua non* de l'autopolyploïdie devrait conduire à une gestion séparée des diverses populations (en vue de leur conservation tant *ex situ* que *in situ*), pour ne pas nuire à leur évolution, car chacune d'elles constitue un potentiel important de ressources génétiques. Et ceci d'autant plus que dans le complexe *B. oleracea s.l.* les barrières de stérilité semblent souvent plus fortes entre les diverses populations d'un même taxon qu'entre les espèces (GUSTAFSSON *et al.*, 1976).

• *Spergularia macrorhiza* (Loisel.) Heynh. (N. Sardaigne, S. Corse), avec une quinzaine de stations sur le littoral corse, pourrait ne plus être considéré comme une espèce rare. Cependant il faut réexaminer son statut, car nous avons découvert deux valences différentes : des tétraploïdes à 2n=36 dans les îles Lavezzi (à fleurs blanches et bon taux de germination) et des hexaploïdes à 2n=54 dans le golfe de Valinco (pointe de Porto-Pollo : à fleurs roses et mauvaise germination). Une étude complémentaire s'impose donc pour définir l'aire de chaque cytotype, leur fréquence, leur biologie et leur morphologie, afin de reconnaître et protéger la race la plus vulnérable, ou les deux.

• Après ces deux cas probables d'autopolyploïdie, il faut signaler la présence en Corse d'endémiques *s.l.* allopolyploïdes et d'hybrides, assez récents et pour la plupart très rares, vivant à proximité de leurs parents, par exemple :

- *Asplenium balearicum* Shivas : 2n=144
  = *A. obovatum* 2n=72 x *A. onopteris* 2n=72 (NARDI, 1983),
- *Dryopteris tyrrhena* Fraser-Jenkins *et al.* (1975) : 2n=164
  = *D. oreades* 2n=82 x *D. pallida* 2n=82,
- *D.* x *sardoa* Fraser-Jenkins & Reichst. : 2n=123
  = *D. oreades* x *D. tyrrhena*,
- *Thymelaea* x *conradiae* (Médail & Aboucaya, 1993) : 2n=27, seul hybride du genre
  = *T. hirsuta* 2n=36 x *T. tartonraira* subsp. *tartonraira* 2n=18,
- *Sempervivum sp.* : 2n=53,85 (Monte Cardo : FAVARGER et WELTER, 1979)
  = *S. montanum* 2n=42 x *S. arachnoideum* 2n=64.

On peut s'interroger sur les raisons de la fréquence de ces nombreux croisements en milieux insulaires, par rapport à leur rareté sur le continent où les parents existent aussi. En fait, la flore de Corse comprend 82 hybrides naturels (*Hieracium, Taraxacum* et allopolyploïdes fertiles exclus) dont une douzaine d'endémiques (2 seulement mentionnés en tant que tels par GAMISANS et JEANMONOD, 1993). A quelques exceptions près, il s'agit de plantes rares situées dans les étages thermo- et mésoméditerranéen. Dans les actions de protection, il serait souhaitable d'entreprendre l'étude et le suivi de certains de ces hybrides (même stériles), car le doublement de leur stock chromosomique peut toujours intervenir et produire un nouveau taxon amphiploïde fertile. Comme cela a été souvent prouvé, l'allopolyploïdie s'avère un processus de spéciation fréquent, rapide et très puissant chez les végétaux (JEANMONOD, 1984).

CONCLUSION

Comme nous avons essayé de le montrer, l'étude cytotaxonomique et biogéographique de la végétation d'une région apporte des renseignements fondamentaux sur sa spécificité, son histoire et son dynamisme, mais aussi sur les risques qui la menacent. A l'instar des autres îles méditerranéennes (Baléares notamment), le bloc corso-sarde a joué un rôle de conservation tout à fait capital pour la flore paléogène. En outre, grâce à son isolement, son relief tourmenté, ses conditions climatiques, écologiques et édaphiques très diversifiées, la Corse a été le siège d'une différenciation remarquable. Ce processus semble se poursuivre de façon active sur l'île comme en témoigne son taux d'apoendémiques maximal en Méditerranée. Nous nous devons de préserver le mieux possible ce patrimoine unique au monde et la biodiversité qu'il représente.

Par rapport aux autres espèces, les endémiques paraissent beaucoup plus vulnérables, compte tenu de leur aire restreinte et de leur forte spécialisation écologique, souvent de leur ancienneté et de leur plus faible polymorphisme génétique (KRUCKEBERG et RABINOWITZ, 1985 ; SOLTIS et SOLTIS, 1991). Leur protection nécessite un recensement précis et un suivi des stations, ainsi qu'une bien meilleure connaissance biologique (reproduction, germination...), écologique et cytotaxonomique (nombres chromosomiques, comportement méiotique, caryotypes, morphotypes) de leurs diverses populations. Pour cela un énorme travail reste encore à faire et il convient de dégager des priorités en fonction des menaces actuelles (urbanisation, tourisme, incendie, pollution...). Ce choix, *a priori* si difficile, peut être guidé par l'importance «scientifique» des taxons. Les paléo- et apoendémiques (c'est-à-dire les plus vieux et les plus jeunes), mais aussi les annuelles, correspondent aux catégories les plus précaires, en raison et de leur localisation dans des biotopes particuliers et menacés (milieux littoraux, humides,...) de la zone basse anthropisée. La disparition d'éléments anciens (paléo- et patroendémiques) constituerait une perte irrémédiable, d'autant qu'ils renferment des groupes monospécifiques (fins de phylums, maillons évolutifs) et des cytotypes uniques ou rarissimes. Aucun taxon éteint n'a jamais pu être recréé, notamment les diploïdes. D'autre part, les apoendémiques (dysploïdes, aneuploïdes et polyploïdes) représentent l'évolution récente et en partie l'avenir ; c'est un «laboratoire vivant» dont l'étude pourrait servir de modèle dans les processus de spéciation, les effets de fondation et d'isolement insulaire.

La survie de la plupart de ces taxons (endémiques *s.l.* ou espèces rares) dépend avant tout de la bonne conservation des sites naturels. Cependant, pour les plus menacés une action immédiate de protection *in situ* et *ex situ* s'impose. Pour cela, il faudrait tenir compte de leurs caractéristiques fondamentales (type biologique, reproduction, caryologie, écologie...) et du maintien de leur diversité génétique, par une gestion séparée des diverses populations pourvues chacune d'un nombre suffisant d'individus.

BIBLIOGRAPHIE

BORGEN L. 1979. Karyology of the Canarian flora. *In* Bramwell D. éd., «Plants and Islands», p. 329-346. London.

CHAUVET M. & OLIVIER L. 1993. La biodiversité : enjeu planétaire. Sang de la Terre éd. Paris.

CONTANDRIOPOULOS J. 1962. Recherches sur la flore endémique de la Corse et sur ses origines. *Ann. Fac. Sc. Marseille* 32 : 354 p.

CONTANDRIOPOULOS J. 1980. Endémisme et origine de la flore de la Corse : mise au point des connaissances actuelles. *Boll. Soc. Sarda Sc. Nat.* 20 : 187-230.

CONTANDRIOPOULOS J. 1990. Spécificité de l'endémisme corse. *Accad. Naz. Lincei* 85 : 393-416.

CONTANDRIOPOULOS J. & CARDONA M.A. 1984. Caractère original de la flore endémique des Baléares. *Bot. Helv.* 94 : 101-131.

CONTANDRIOPOULOS J. & FAVARGER C. 1974. Problèmes posés par l'endémisme en Méditerranée. *Colloques internationaux du CNRS*. N° 235. «La flore du bassin méditerranéen. Essai de systématique synthétique». Montpellier 4-8 juin 1974.

CONTANDRIOPOULOS J. & ZEVACO-SCHMITZ C. 1989. A propos d'un endémique cyrno-sarde méconnu : *Scilla corsica* Boullu. *Candollea* 44 : 394-401.

EHRENDORFER F. 1962. Cytotaxonomische Beiträge zur Genese der Mitteleuropäischen Flora und Vegetation. *Ber. Deutsch. Bot. Gessell.* 75(5) : 137-152.

FAVARGER C. 1986. Endémisme, biosystématique et conservation du patrimoine génétique. *Atti Ist. Bot. e Lab. Critt.* (serie 7) 5 : 5-14.

FAVARGER C. 1991. Liens génétiques entre la flore orophile des Tatras et celles des Alpes à la lumière de quelques complexes polyploïdes. *Polish Bot. Stud.* 2 : 23-38.

FAVARGER C. & CONTANDRIOPOULOS J. 1961. Essai sur l'endémisme. *Ber. Schweiz. Bot. Ges.* 71 : 384-408.

FAVARGER C. & SILJAK-YAKOVLEV S. 1986. A propos de la classification des taxons endémiques basée sur la cytotaxonomie et la cytogénétique. *In* Colloque international de botanique pyrénéenne. La Cabanasse, juillet 1986 : 1-20.

FAVARGER C. & WELTER A. 1979. Sur la présence en Corse d'hybrides entre *Sempervivum montanum* L. et *S. arachnoideum* L. *Bull. Soc. bot. Fr., Lettres bot.* 126 : 103-109.

FORRISSIER R. 1973. Recherches cytotaxonomiques sur les genres : *Lembotropis, Cytisus, Chamaecytisus, Genista* et *Chamaespartium*. *Bull. Soc. Neuchâteloise Sc. Nat.* 96 : 51-65.

FRASER-JENKINS C.R., REICHSTEIN T. & VIDA G. 1975. *Dryopteris tyrrhena nom. nov.* a misunderstood western mediterranean species. *Fern Gaz.* 11 : 177-198.

GALLAND N. 1988. Recherches sur l'origine de la flore orophile du Maroc : Etude caryologique et cytogéographique. *Trav. Inst. Scientifique Rabat, Ser. Bot.* 35 : 1-168.

GAMISANS J. 1972. Contribution à l'étude de la flore de la Corse. III. *Candollea* 27 : 47-63.

GAMISANS J. 1973. Contribution à l'étude de la flore de la Corse. V. *Candollea* 28 : 39-82.

GAMISANS J. & JEANMONOD D. 1993. Catalogue des plantes vasculaires de la Corse (éd. 2). Conservatoire et Jardin botanique de la ville de Genève. 258 p.

GOLDBLATT P. 1980. Polyploidy in Angiosperms : Monocotyledons. *In* Lewis W.H. «Polyploidy : biological relevance», p. 219-239. Plenum Press, New York.

GRANT V. 1971. Plant speciation. Columbia Univ. Press, New York, 435 p.

GRANT V. 1982. Periodicities in the chromosome numbers of Angiosperms. *Bot. Gaz.* 143 : 379-389.

GUSTAFSSON M., BENTZER B., von BOTHMER R. & SNOGERUP S. 1976. Meiosis in Greek *Brassica* of the *oleracea* group. *Bot. Notiser* 129 : 73-84.

HERMSEN J.G. 1984. Mechanisms and genetic implication of 2n gamete formation. *Iowa State J. Res.* 58 : 421-434.

HODGSON J.C. 1987. Why do so few plant species exploit productive habitats ? An investigation into cytology, plant strategies and abundance within local flora. *Funct. Ecol.* 1 : 243-250.

HONSELL E. 1957. Ricerche cario-embriologiche in *Ruta corsica* DC. *Delpinoa n.s.* 10 : 141-153.

HURTREZ-BOUSSES S. 1993. Différenciation génétique chez le Chou sauvage de Corse, *Brassica insularis* Moris. *D.E.A. Evolution et Ecologie*, U.S.T.L. Montpellier II.

IATROU G. 1986. Simvoli sti meleti tou endemismou tis chloridas tis Peloponnissou. *Thèse*, Institut de Botanique de l'Université de Patras.

JEANMONOD D. 1984. La spéciation : aspects divers et modèles récents. *Candollea* 39 : 151-194.

KRUCKEBERG A.R. & D.RABINOWITZ 1985. Biological aspects of endemism in higher plants. *Ann. Rev. Ecol. Syst.*, 16 : 447-479.

KÜPFER P. 1971. Contribution à l'étude cytologique et phylogénétique de la section *Melanium* Ging. du genre *Viola* L. *C.R. Acad. Sc. Paris* 272 : 1085-1088.

KÜPFER P. 1974. Recherches sur les liens de parenté entre la flore orophile des Alpes et celle des Pyrénées. *Boissiera* 23 : 1-322.

LEWIS W.H. 1980. Polyploidy in Angiosperms : Dicotyledons. *In* Lewis W.H. «Polyploidy : biological relevance», p. 241-268. Plenum Press, New York.

LUMARET R. 1988a. Adaptative strategies and ploidy levels. *Acta Oecologica / Oecol. Plant.* 9 : 83-93.

LUMARET R. 1988b. Cytology, genetics, and evolution in the genus *Dactylis*. *Critical rev. Plant Sc.* 7 : 55-91.

MANTON I. 1932. Introduction to the general cytology of the Cruciferae. *Ann. Bot.* 46 : 509-556.

MEDAIL F. & ABOUCAYA A. 1993. *Thymelaea* x *conradiae* Aboucaya & Médail (=*T. hirsuta* (L.) Endl. x *T. tartonraira* (L.) All. subsp. *tartonraira*), hybride nouveau découvert en Corse. *Candollea* 48 : 576-582.

MERXMULLER H. & LIPPERT W. 1977. Veilchenstudien V-VII. *Mitt. Bot. München* 13 : 503-534.

MONTMOLLIN B. de 1991. Endémisme intra-crétois et trans-égéo-crétois. Origine et différenciation. *Bot. Chron.* 10 : 125-135.

NARDI E. 1983. Commentaria Pteridologica IV. *Asplenio balearico* Shivas in Italia reperto. *Webbia* 36 : 217-223.

PAWLOWSKI B. 1970. Remarques sur l'endémisme dans la flore des Alpes et des Carpates. *Vegetatio, Acta geobotanica* 21 : 181-243.

SNOGERUP S., GUSTAFSSON M. & von BOTHMER R. 1990. *Brassica* sect. *Brassica*. I : Taxonomy and variation. *Willdenowia* 19 : 271-365.

SOLTIS P.S. & SOLTIS D.E. 1991. Genetic variation in endemic and widespread plant species : examples from Saxifragaceae and *Polystichum* (Dryopteridaceae). *Aliso* 13 : 215-223.

STRID A. 1993. Phytogeographical aspects of the Greek mountain flora. *Fragm. Flor. Geobot.* suppl. 2 : 411-433.

TAL M. 1980. Physiology of polyploids. *In* Lewis W.H. «Polyploidy : biological relevance», p. 61-76. Plenum Press, New York.

THOMPSON J.D. & LUMARET R. 1992. The evolutive dynamics of polyploid plants : Origins, establishment and persistence. *Trends Ecol. Evol.* 7 : 302-307.

TUTIN T.G., HEYWOOD V.H., BURGES N.A., MOORE D.M., VALENTINE D.H., WALTERS S.M. & WEBB D.A. 1964-1980. *Flora europaea* : 5 volumes. Cambridge Univ. Press, London.

VERLAQUE R. 1988. Modalités de la spéciation chez les *Genisteae*. *Actes del simposi de Botanica Pius Font i Quer* 2. *Fanerogamia* : 49-68.

VERLAQUE R. & CONTANDRIOPOULOS J. 1990. Analyse des variations chromosomiques en région méditerranéenne : Polyploïdie, différenciation et adaptation. *Ecologia Mediterranea* 16 : 93-112.

VERLAQUE R., CONTANDRIOPOULOS J. & ABOUCAYA A. 1992. *In* IOPB chromosome data : 4. *Int. Org. Plant Biosyst., Newsletter* 18/19 : 9-10.

VERLAQUE R., CONTANDRIOPOULOS J. & ABOUCAYA A. 1993. Recherches cyto-biogéographiques sur quelques taxons rares ou endémiques de Corse : I. *Candollea* 48: 562-576.

VERLAQUE R. & FILOSA D. 1994. Caryologie et biogéographie des messicoles menacées du Sud-Est de la France (comparaison avec les autres mauvaises herbes). Colloque Juin 1993 «Les plantes messicoles : faut-il sauver les mauvaises herbes ?». Bureau des ressources génétiques éd. (sous-presse).

Gestion et conservation

ECOLOGIA MEDITERRANEA XXI (1/2) 1995 : 269-276

Quimiotaxonomía y conservación de la flora mediterránea

Itziar AGUINAGALDE*

RÉSUMÉ

L'approche traditionnelle de la caractérisation et de l'évolution génétique des populations végétales est effectuée au moyen d'évaluations morphologiques qui sont actuellement complétées par des données de biochimie moléculaire, utilisant des marqueurs biochimiques pour mettre en évidence des nouveaux caractères. Nous avons réalisé sur les plantes méditerranéennes des études qui font ressortir l'utilité concrète de quelques uns de ces marqueurs :

1) Les marqueurs appartenant au «Métabolisme secondaire», comme les flavonoïdes, ont montré leur utilité dans la clarification des relations phylogénétiques au sein des différents taxa méditerranéens.

2) Les protéines, y compris les protéines de réserve et les isoenzymes, sont les composés les plus utilisés dans les études chimiotaxonomiques de caractérisation. L'utilisation des isoenzymes présente également un grand intérêt pour caractériser la diversité génétique existant au sein des populations conservées dans les banques de gènes. Ces marqueurs génétiques se sont aussi révélés utiles pour détecter l'état de conservation des semences, quantifier la vigueur et exprimer leur tolérance au froid et à l'humidité, selon les différentes techniques utilisées pour leur conservation.

3) Mais c'est lors de l'étude des polymorphismes de l'ADN que les réponses les plus adéquates au problème de caractérisation nous sont offertes, étude qui peut se réaliser au moyen de l'analyse de la variation des fragments d'amplification de l'ADN obtenus au moyen de PCR en utilisant des dopeurs arbitraires (RAPDs). L'étude des polymorphismes de l'ADN au moyen des RAPDs offre une plus grande rapidité et se révèle plus économique. Son utilisation est de plus en plus répandue.

MOTS CLES : Chimiotaxonomie, conservation, systématique moléculaire, marqueur biochimique

SUMMARY

The traditional approach concerning characterization and genetic evolution of plant populations has been made with the help of morphological evaluations ; these evaluations are completed at present by molecular systematics which use biochemical markers to bring characters to the fore. Our studies on mediterranean plants show the concrete usefulness of some of these biochemical markers :

1) Those belonging to the denominated «Secondary Metabolism», like the flavonoids, have shown their usefulness by clarifying the phylogenetic relationships within different Mediterranean taxa.

2) Proteins, including reserve proteins and isoenzymes, are compounds which are most used in chemotaxonomic studies and characterization. The use of isoenzymes can also be of great interest to characterize genetic diversity within populations conserved in gene banks. These genetic markers have also revealed their usefulness to detect the state of seed conservation, to quantify vigour and express their tolerance to cold and humidity, according to the different techniques used for their conservation.

3) But the most appropriate answers to the problems of characterization were given while working on DNA polymorphisms ; this study can be achieved with the help of variation analysis of DNA amplification fragments, obtained by means of PCR (Polymerization Chain Reaction) using arbitrary primers (RAPDs). The study of DNA polymorphisms with the help of RAPDs offers much more rapidity and reveals itself more economical ; its use is extending quickly.

KEY WORDS : Chemotaxonomy, conservation, molecular systematics, biochemical marker

*Depto. Biología Vegetal. E.T.S.I. Agrónomos
Universidad Politécnica, Madrid, ESPAGNE

RESUMEN

Las estrategias de conservación de las plantas mediterráneas deben profundizar en la caracterización de esta peculiar flora, enriqueciendo no sólo los aspectos de la taxonomía tradicional basada en datos morfológicos, sino también la sistemática vegetal en su sentido más amplio. Esta moderna sistemática ofrece hoy en día distintos marcadores, como son : Compuestos químicos del Metabolismo secundario, Marcadores bioquímicos (isoenzimas) y Marcadores moleculares (RFLPs y RAPDs, basados en la detección de polimorfismos del ADN. Estas técnicas, de las que se ofrecen ejemplos concretos de aplicatión a plantas mediterráneas, permitirán avanzar en el conocimiento de las relaciones filogenéticas entre los distintos taxa, de la extructura genética de la poblaciones y de toda la información necesaria para una correcta planificatión de las estrategias de conservación.

PALABRAS-CLAVES : Quimiotaxonomía, conservaciónn, sistemática molecular, marcadores bioquímicos

INTRODUCCION

El área mediterránea es uno de los centros de origen y diversificación de plantas más ricos del planeta. De ahí nuestro compromiso a mantener en lo posible esa diversidad a través de estrategias de conservación «in-situ» y «ex-situ». Estas estrategias deben profundizar en el muy importante aspecto de la caracterización de esta peculiar y única flora.

Pero, mientras la caracterización de esta flora desde la taxonomía vegetal «sensu stricto» presenta un nivel relativamente aceptable, no ocurre lo mismo en lo referente a otros campos, como son : el conocimiento de las relaciones filogenéticas entre los distintos taxa ; la clarificacíon de las causas y procesos que gobiernan su evolución y, sobre todo, la disponibilidad de una consistente información sobre la estructura genética de estas especies, que es necesaria para tomar decisiones en orden a su conservación (ZOHARY, 1993).

El tema de la cuantificación de la **variabilidad genética** presente en una especie o en una población es una cuestión central de cara a su **conservación** (PEREZ DE LA VEGA, 1993). La medida de esa diversidad, el conocer cuánto de ella debe ser conservado o cuánta es en sí misma relevante, se convierte en un problema especialmente acuciante cuando se trata de especies raras, endémicas o amenazadas, como es el caso que nos ocupa.

Un mayor conocimiento de la diversidad genética de las distintas especies que constituyen la flora mediterránea nos va a permitir, así mismo, establecer relaciones filogenéticas entre los diferentes taxa y determinar su grado de adaptación evolutiva.

Todos estos aspectos que conforman, junto con otros, actividades esenciales de la moderna taxonomía o «Sistematica vegetal», en su sentido más amplio (HEGNAUER, 1985), pueden ser enormemente clarificados desde los datos que nos ofrece hoy día la quimiotaxonomía, cuyo espectacular desarrollo en las últimas décadas ha sido posible gracias al no menos espectacular desarrollo tecnológico.

A las tradicionales limitaciones de la caracterización vegetal realizada con marcadores morfológicos, se le han abierto nuevas perspectivas con las distintas clases de **marcadores** que utiliza la moderna quimiotaxonomía, que se pueden agrupar en tres grandes apartados :

1. Compuestos químicos del llamado «**Metabolismo Secundario**», que incluye polifenoles (fundamentalmente flavonoides), alcaloides, terpenoides y otros.

2. Marcadores bioquímicos, fundamentalmente isoenzimas y en menor medida proteínas de reserva.

3. Marcadores moleculares :

a) **RFLPs :** fragmentos de longitud variable obtenidos usualmente por digestión del ADN de cloroplastos con distintos enzimas de restricción.

b) **RAPDs :** polimorfismos del ADN puestos de manifiesto mediante amplificaciones con **PCR** («Reacción en Cadena de la Polimerasa»), utilizando cebadores arbitrarios.

La figura 1 representa una revisión bibliográfica hecha por nosotros en 3 Bases de Datos (BIOSIS ; CAB Internacional y AGRICOLA) sobre el porcentage de utilización de estas técnicas en trabajos de caracterización de plantas circummediterráneas : *Allium sativum ; Apium graveolens ; Avena sativa* y distintos taxa de la tribu Brassiceae, publicados entre 1988-1993. Se pone de manifiesto el impresionante incremento en el uso de los marcadores moleculares, cuya utilización ha alcanzado al más tradicional empleo de los isoenzimas. Su

incremento es además exponencial : el 77% de las referencias consideradas son publicaciones de los 2 últimos años. La utilización considerable de marcadores químicos del Metabolismo Secundario (17%) tiene su explicación en el uso frecuente de los glucosinolatos como elementos específicos en la caracterización de la familia Brassicaceae.

El espectacular desarrollo de estas técnicas no encuentra, sin embargo un paralelismo en los métodos que se utilizan en los laboratorios de la ISTA (International Seed Testing Association), como se deduce de la revisión debida a VAN DER BURG and VAN ZWOL, 1991. Las técnicas para identificar especies y/o variedades son las mismas que se utilizan desde hace décadas. Los autores reconocen que en esa revisión ningún laboratorio nombra esas nuevas técnicas, cuyo desarrollo es sorprendente en otros centros.

LOS ISOENZIMAS COMO MARCADORES GENETICOS

Una investigación realizada por nosotros (AGUINAGALDE, LLORENTE and BENITO, 1995) con una especie circummediterránea

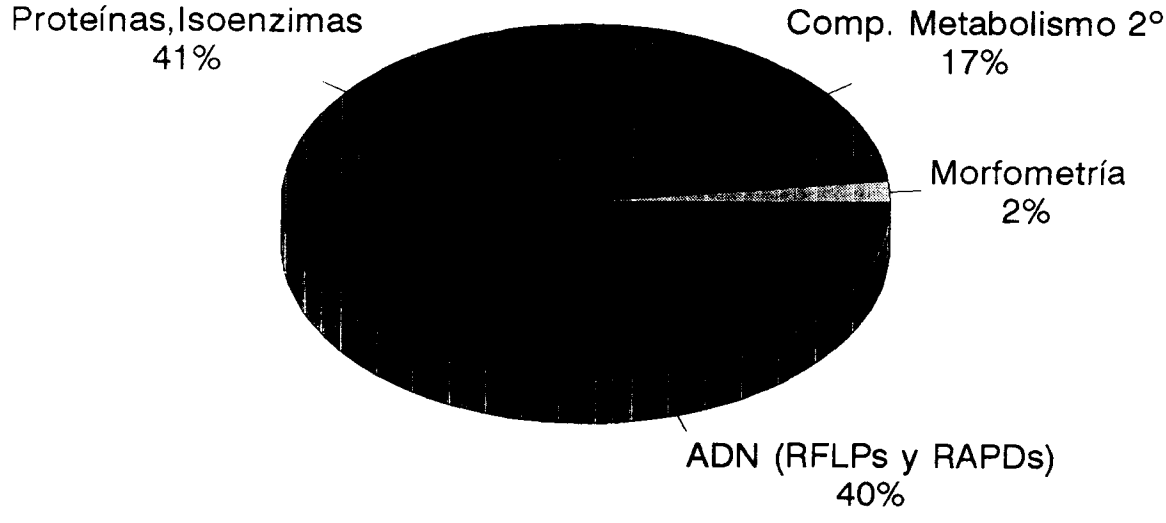
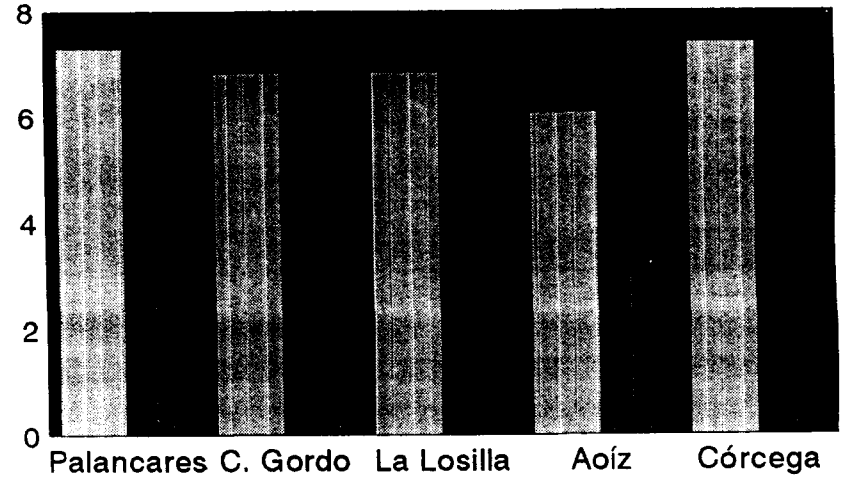


Figura 1.- Técnicas más usuales empleadas en caracterización vegetal. Revision bibliografica



	Palancares	C. Gordo	La Losilla	Aoíz	Córcega
Largo (mm)	7,301^{a}	6,837^{b}	6,85^{b}	6,08^{c}	7,412^{a}
Ancho (mm)	3,699^{a,b}	3,574^{b}	3,552^{b}	3,577^{b}	3,869^{a}
P.(g) 10 s. s.	0,228^{a,b}	0,194^{b}	0,197^{b}	0,181^{b}	0,309^{a}

Figura 2.- Analisis morfométrico de semillas *(Pinus nigra)*

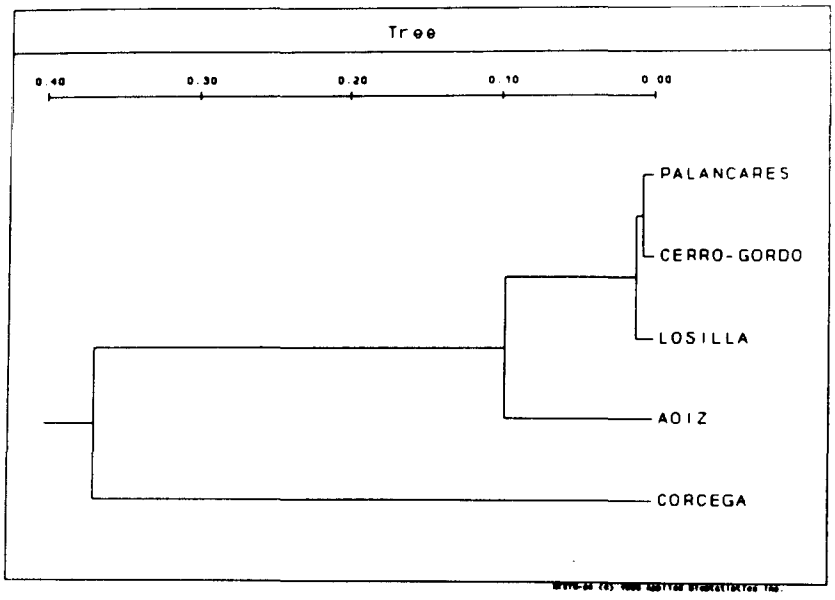


Figura 3.- Diagrama arborescente mostrando el grado de similitud de cinco poblaciones de *Pinus nigra*, basado en sus frecuencias alélicas para 8 sistemas enzimáticos

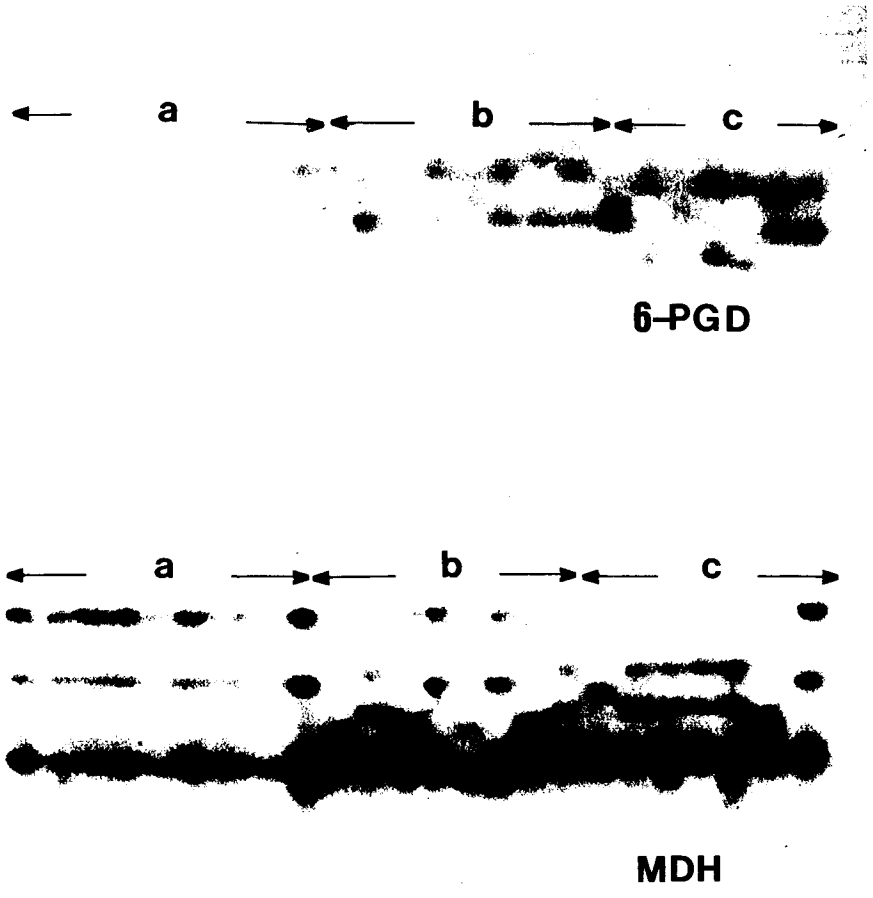


Figura 4.- Zimograma de los sistemas enzimáticos MDH y 6-PGD en semillas de *Pinus nigra* (a) población de Córcega, (b) población La Losilla de Cuenca, (c) población Cerro Gordo de Cuenca

forestal : *Pinus nigra,* destinada a buscar marcadores genéticos de identificación de poblaciones, nos permite ver, una vez más, la complementariedad de las distintas técnicas. El análisis morfométrico de las semillas (figura 2), si bien pone de manifiesto diferencias significativas para las variables estudiadas (largo, ancho y peso/10 semillas) entre 5 poblaciones pertenecientes a 3 subespecies *(P. nigra* subsp. *nigra* (Aoiz; Navarra); *P. nigra* subsp. *salzmanii* (Los Palancares, Cerro Gordo y La Losilla ; Cuenca), *P. nigra* subsp. *laricio* (Bergeries de Ditalza, Córcega), es el polimorfismo enzimático de los 8 sistemas isoenzimáticos empleados, el que señala la existencia de una mayor identidad genética entre las 4 poblaciones españolas (figura 3) y pone de manifiesto la alta estabilidad de la población de Córcega, con un polimorfismo interno casi nulo, como se refleja en los zimogramas de los sistemas Malato deshidrogenasa (MDH ; figura 4) y 6-Fosfogluconato deshidrogenasa (6-PGD ; figura 4) y su gran distancia de las 4 poblaciones españolas, lo que se explica por el efecto «insularidad» de esta población.

LOS MARCADORES BIOQUIMICOS Y LA CONSERVACION «EX-SITU»

El polimorfismo enzimático ofrece una gran oportunidad a la caracterización de poblaciones naturales a través de la estimación de su diversidad alélica. El estudio de las frecuencias alélicas, además, nos permite conocer la magnitud de la **heterocigosidad** de un locus como medida de su variación genética. Pero también aparece como una herramienta muy adecuada para los Bancos de Germoplasma, ya que posibilita el evaluar la diversidad genética encerrada en sus muestras conservadas «ex-situ» y conocer cuánto de la diversidad natural ha sido salvado en esas colecciones.

En un trabajo realizado por nosotros (RAMIRO, PEREZ-GARCIA y AGUINAGALDE, 1993) con semillas de *Brassica oleracea* y especies silvestres relacionadas, que llevan conservadas en el Banco de Germoplasma de la ETSIA (GOMEZ-CAMPO, 1990) entre 5 y 22 años, en condiciones de conservación activa (5º C; 8% humedad) o a largo plazo (-10º C; 3% humedad) hemos comenzado a medir la diversidad de estas poblaciones y a compararlas con la de las poblaciones naturales de procedencia, que estamos colectando actualmente. Pero, además, las medidas isoenzimáticas están permitiendo detectar el estado de conservación de las accesiones, manifestando su grado de tolerancia al frío y a la humedad. Los resultados obtenidos indican que para las especies estudiadas no hay diferencias en el porcentage de semillas que muestran una actividad isoenzimática normal para los sistemas ACO, IDH, MDH, ME, PGI, PGM y 6-PGD, bajo condiciones de conservación activa o a largo plazo, en las muestras que llevan un máximo de 10 años el Banco. En *B. oleracea* y para muestras que llevan periodos superiores en el Banco (hasta 22 años), el porcentage de semillas con actividad normal es muy alto para la conservación a largo plazo y es significativamente mayor que el obtenido para la conservación activa (figura 5). Estos resultados ponen de manifiesto algo muy importante : la pérdidad de viabilidad de las semillas en condiciones «ex-situ» se convierte «ipso-facto» en selección, lo que enfatiza la necesidad de regenerar las muestras en conservación activa, cuando la viabilidad de la muestra es todavía alta. Para las especies de *Brassica* el periodo crítico es 10 años, según estos resultados.

Otros isoenzimas aparecen como marcadores genéticos especialmente interesantes : ADH se activa en las muestras con alto índice de deterioro, mientras MDH (figura 5) podría considerarse como un indicador genético del estado saludable de las semillas, ya que muestra actividad en el 100% de los casos estudiados conservados a largo plazo, y sólo en el 40% de las semillas conservadas a corto plazo (conservatión activa). Este estudio permite también especular sobre las posibles relaciones entre la pérdida de vigor de las semillas y la disminución en la actividad de determinados enzimas.

LOS MARCADORES MOLECULARES Y LA CONGRUENCIA TAXONOMICA

Este repentino incremento en la utilización de nuevos marcadores está precipitando el debate : marcador molecular frente a morfológico. Debemos resaltar el hecho de que la congruencia es muy fuerte y que el conflicto indica, más bien, problemas teóricos o de procedimiento por alguna de las partes, o bien que son necesarios datos adicionales. Queremos recoger algunos resultados en esta línea que estamos obteniendo con el uso de marcadores moleculares en la caracterización de plantas mediterráneas. Los RFLPs vienen siendo usados en estudios filogenéticos del género *Brassica* y afines desde 1983 (PALMER *et al.*; SONG *et al.*, 1988; WARWICK and BLACK, 1991) obteniendo ciertos niveles de incongruencia entre los patrones obtenidos con el ADN mitocondrial y de cloroplastos y las clasificaciones taxonómicas existentes. Igualmente en un estudio realizado

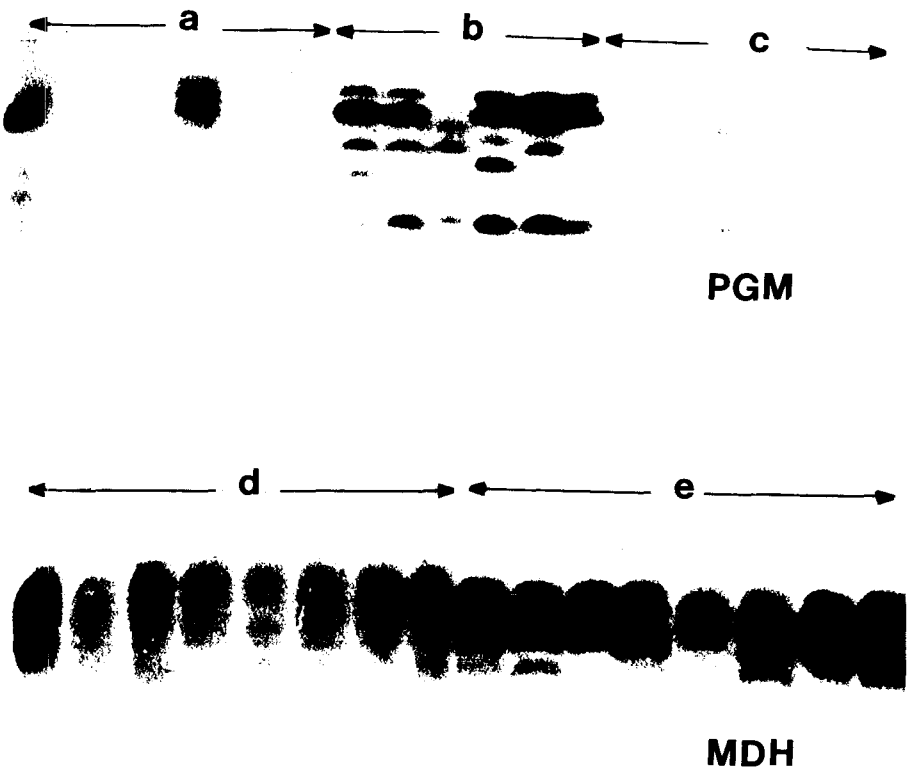


Figura 5.- Zimograma de los sistemas enzimáticos PGM y MDH en semillas de *Brassica oleracea:* (a, c, d) mantenidas bajo condiciones de conservación a corto plazo ; (d, e) mantenidas bajo condiciones de conservación a largo plazo

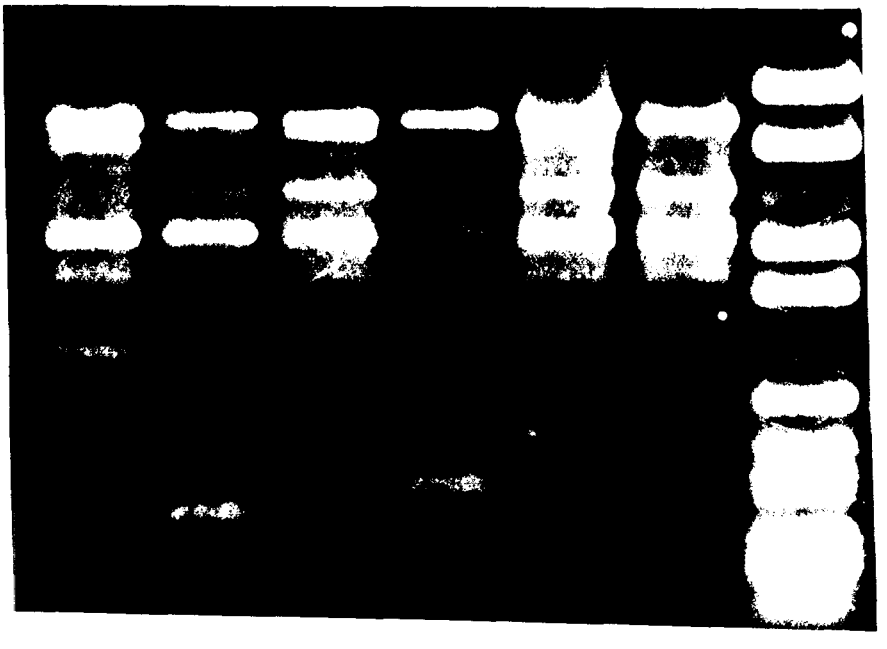


Figura 6.- Perfiles RAPDs obtenidos para seis especies de *Brassica* con un cebador arbitrario

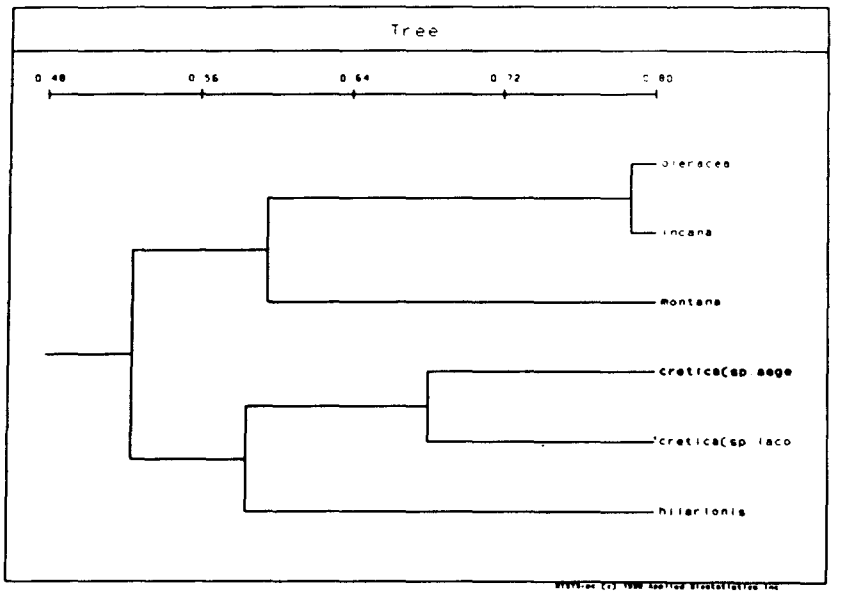


Figura 7.- Diagrama arborescente para seis especies de *Brassica* basado en el polimorfismo de los fragmentos de ADN generados por 4 cebadores y amplificados mediante PCR

por nosotros destinado a clarificar las relaciones filogenéticas del género *Diplotaxis* mediante RFLPs (WARWICK, BLACK and AGUINAGALDE, 1992), los resultados no fueron totalmente congruentes con revisiones botánicas recientes (MARTINEZ, 1990), aunque sí lo fueron con los previamente reconocidos citodemos y la distribución geográfica de sus taxa. Se ha citado, en cambio, una total congruencia entre los resultados obtenidos por HAVEY (1992) utilizando marcadores RFLPs de ADN ribosomal y de cloroplastos, con 6 especies cultivadas de *Allium*, cuyas relaciones filogenéticas no son claras, y la clasificación botánica de TRAUB (1968) que distribuye estas especies en diferentes secciones.

Frente a la técnica anterior, la utilización de los RAPDs, (WILLIAMS *et al.*, 1990) cuyo uso se está extendiendo rapidamente, ofrece mayor rapidez y economía, así como una implementación mucho más sencilla. Uno de los primeros resultados obtenidos con esta técnica en la resolución de problemas de caracterización con plantas mediterráneas se debió a HU and QUIROS (1991), los marcadores RAPDs se mostraron como marcadores genéticos idóneos para la identificación varietal de *B. oleracea.* Nuestro estudio con estos marcadores en el grupo de *B. oleracea* y especies relacionadas (n=9) pretende completar resultados anteriores (SNOGERUP *et al.*, AGUINAGALDE, SANCHEZ YELAMO and GOMEZ-CAMPO, 1992). Nos ha mostrado, hasta ahora la gran distancia entre las especies, puesta de manifiesto para un gran número de cebadores arbitrarios (figura 6), lo que permitirá avanzar en el complicado campo de las relaciones filogenéticas entre estas especies. La figura 7 muestra el diagrama arborescente obtenido para las seis especies estudiadas en base al polimorfismo de los fragmentos de ADN generados con cuatro cebadores arbitrarios. (LAZARO *et al.*).

CONCLUSION

Las nuevas herramientas que ofrece hoy la quimiotaxonomía aparecen como muy indicadas para avanzar en el conocimiento y en la caracterización de la flora mediterránea, aspectos que son fundamentales para su conservación.

REFERENCIAS

AGUINAGALDE, I., SANCHEZ-YELAMO, M.D. and GOMEZ-CAMPO, C., 1992. A chemosystematic survey on wild relatives of *Brassica oleracea* L. Bot. J. Linn. Soc., 109 : 57-67.

AGUINAGALDE, I., LLORENTE, F. and BENITO, M.C. 1994. Isoenzymatic and morphometric study of five populations of *Pinus nigra*. Arn. Silvae Genetica. Enviado para publicación.

GOMEZ-CAMPO, C., 1980. A germ plasma collection fo Crucifers. 1990. Catálogos I.N.I.A. n° 22.

HAVEY, M.J., 1992. Restriction enzyme analysis of the nuclear 45s ribosomal DNA of six cultivated Alliums *(Alliaceae)*. Plant Syst. Evol. 181 : 45-55.

HEGNAUER, R., 1985. Phytochemistry and plant taxonomy - An essay on the chemotaxonomy of higher plants. Phytochemistry, 7 : 1519-1535.

HU, J. and QUIROS, C.F., 1991. Identification of broccolo and cauliflowers cultivars with RAPD markers. Plant Cell Report, 10 : 505-511.

LAZARO, A., GONZALEZ, B. y AGUINAGALDE, I. 1994. Molecular caracterization of *Brassica oleracea* and wild relatives (n=9) using RAPDs. Abstracts of the ISHS Symposium on Brassicas . Ninth Crucifer Genetics Workshop. Lisabon.

MARTINEZ-LABORDE, J.B., 1990. Estudios sistemático del género *Diplotaxis* (Cruciferae, Brassiceae) Tesis Doctoral E.T.S.I.A. Univ. Politécnica. Madrid.

PALMER, J.D., SHIELDS, C.R., COHEN, D.B. and ORTON, T.J., 1983. Chloroplast DNA evolution and the origin of amphidiploid *Brassica* species. T.A.G. 65 : 181-189.

PEREZ DE LA VEGA, M., 1993. Techniques for genetic diversity evaluation. En : Lecture course on conservation and use of genetic resources. Instituto Juan March de estudios e Investigación, 11 : 15-16. Madrid

RAMIRO, M.C., PEREZ-GARCIA, F. and AGUINAGALDE, I. 1994. Effect of different seed bank storage conditions on germination and isozyme activity in *Brassica* accessions. Annals of Botany. Enviado para publicación.

SNOGERUP, S., GUSTAFSSON, M. and BOTHMER, R. von. 1990. *Brassica* sect. *Brassica* (Brassicaceae). I. Taxonomy and variation. Willdenowia. 19 :271-365.

SONG, K., OSBORN, T.C. and WILLIAMS, P.H., 1988. *Brassica* taxonomy based on nuclear restriction fragment lengh polymorphisms (RFLPs). I. Genome evolution of diploid and amphidiploid species. T.A.G., 75 : 784-794.

TRAUB, H., 1968. The subgenera, sections and subsections of *Allium* L. Pl. Life 24 : 147-163.

VAN DER BURG, W.J. and VAN ZWOL, R.A., 1991. Rapid identification techniques used in laboratories of the International seed testing association : a survey. Seed Sci. & Technol. 19 : 687-700.

WARWICK, S. and BLACK, L., 1991. Molecular systematics of *Brassica* and allied genera (subtribe Brassicinae, Brassiceae) -chloroplast genome and cytodeme congruence. T.A.G., 82 : 81-92.

WARWICK, S., BLACK, L. and AGUINAGALDE, I., 1992. Molecular systematics of *Brassica* and allied genera (subtribe Brassicinae, Brassiceae) -chloroplast DNA variation in the Diplotaxis. T.A.G., 83 : 839-850.

WILLIAMS, J.G., KUBELIK, A.E., LIVAK, K.J., RAFALSKI, J.A. and TINGEY, S.V. 1990. DA polymorphism amplified by arbitrar primers are useful as genetic markers. Nucleic Acid Research, 18 : 6531-6535.

ZOHARI, D., 1993. Wild genetic resources of cultivated plants in the Mediterranean Basin and the possible strategies for their *in situ* conservation. En : Lecture course on conservation and use of genetic resources. Instituto Juan March de Estudios e Investigación. 11 : 29. Madrid.

ECOLOGIA MEDITERRANEA XXI (1/2) 1995 : 277-286

Tendances évolutives socio-économiques des îles de la Méditerranée

François BOILLOT*

RÉSUMÉ

L'objectif de cette communication est d'apporter un éclairage prospectif dans le domaine socio-économique pour les îles de la Méditerranée. Après une définition statistique d'une île et de la prospective, les étapes de l'approche prospective sont expliquées. Il est en effet nécessaire d'établir un état des lieux au niveau démographique (évolution de la population, densité...) et économique (examen de l'évolution des trois secteurs classiques de l'économie) avant de dresser des scénarios prospectifs parmi lesquels on peut distinguer deux extrêmes : le scénario tendanciel et le scénario alternatif. La réalité future se trouve, quant à elle, entre ces deux extrêmes.

MOTS-CLES : Ile, Méditerranée, conservation, biodiversité, sociologie, économie, prospective

SUMMARY

The aim of this paper is to look at Mediterranean islands' socio-economy in a prospective way. After giving a definition of the prospective approach and of a «statistical» island, the different steps of the prospective approach are explained. Indeed, it is necessary to make a demographic (population, density,...) and an economical assessment before drawing up prospective scenarii. Two extremes are possible : a tendancial scenario and an alternative scenario. Future reality is, of course, between these two scenarii.

KEY WORDS : Island, sociology, Mediterranean sea, conservation, biodiversity, economy, prospective

Les problèmes de conservation de la biodiversité, qu'il s'agisse de faune, de flore ou d'habitats sont étroitement conditionnés par les facteurs socio-économiques.

L'objet de ma communication est d'apporter un éclairage prospectif dans le domaine socio-économique pour les îles de la Méditerranée.

En effet, si la compréhension des phénomènes actuels est fondamentale il peut être intéressant de s'interroger sur le devenir des systèmes que nous avons sous les yeux. La prospective peut nous aider dans cette réflexion. Il est nécessaire de partir de quelques définitions. Tout d'abord, qu'est-ce que la prospective ?

*Centre d'Activités régionales du Plan Bleu pour la Méditerranée
Place Sophie Laffitte
Sophia Antipolis
06560 Valbonne

Il est possible d'en donner une définition négative ; dire ce qu'elle n'est pas :

- la prospective n'est pas un système de prévisions comparable aux prévisions météorologiques dont on s'accorde d'ailleurs à dire qu'elles ne sont pas toujours très exactes.

D'une manière plus positive, on peut dire que la prospective est une démarche intellectuelle visant à apporter aux décideurs des éclairages contrastés sur les futurs possibles ; éclairages présentés notamment sous forme de scénarios.

Cette mise en place de scénarios se fait en deux temps, tout d'abord l'analyse des tendances actuelles ensuite leurs projections dans le futur avec différentes variations clés des paramètres clés. La deuxième définition concerne la notion d'île. Pour tout un chacun une île

est simplement une terre entourée d'eau. Les statisticiens ont considéré que cette définition était trop simple voire simpliste. EUROSTAT, organisme fédérant les systèmes statistiques nationaux dans la Communauté Européenne, donne la définition suivante d'une île «statisticienne» :

- surface supérieure à 1 km^2, population supérieure à 50 habitants, éloignement du continent supérieur à 1 km et situation périphérique par rapport à l'état dont elle dépend.

Cette dernière condition s'applique uniquement au Danemark dont la capitale Copenhague se trouve sur une île.

Le programme MAB de l'Unesco pour sa part fixe une limite supérieure pour ses travaux sur les îles : 10 000 km^2. Au-delà commencent les «grandes terres insulaires» où les phénomènes insulaires s'estompent progressivement.

PREMIERE ETAPE DE L'APPROCHE PROSPECTIVE

L'état des lieux

Le premier facteur à examiner est la démographie et cela pour deux raisons principales : il est riche d'enseignement et il est très bien documenté sur une longue période de temps.

Si on prend les îles Méditerranéennes dans leur ensemble, la population est en augmentation. Cependant, comme toute approche globale celle-ci recouvre de fortes disparités (figure 1).

Les grandes îles (Corse, Sardaigne, Sicile, Crète, Chypre, Baléares) ont une population en augmentation ; les petites îles, au contraire, voient leur population diminuer parfois dans des proportions importantes à l'exception de celles qui ont un fort secteur touristique.

Le deuxième paramètre démographique à examiner après l'évolution du chiffre total de la population est la densité de population. Ici aussi la moyenne de 100 hab/km^2 en 1986, cache des situations très différentes : 1080 hab/km^2/Malte ce qui en fait le troisième état le plus peuplé au monde ; 28 hab/km^2 en Corse.

Les démographes considèrent que lorsque la densité tombe en-dessous de 20 hab/km^2 la vacuité de l'espace se fait sentir. A l'inverse, une densité supérieure à 300 hab/km^2 fait apparaître certains phénomènes propres à la surpopulation.

La mise en valeur économique d'un territoire insulaire nécessite selon ces sources une densité de 50 hab/km^2 utile.

La densité est calculée par rapport à la surface totale de l'île ce qui, dans les cas des îles de grande taille, peut ne pas donner une image de la réalité sur le terrain. C'est pourquoi il est important de considérer un troisième paramètre démographique qui est la répartition de la population dans l'espace (figure 2).

Nous voyons sur cette figure que la population tend à se concentrer sur le littoral au fil des années.

Cette littoralisation nous amène à aborder un deuxième élément important dans l'analyse de l'état initial : l'occupation de l'espace et son évolution.

La figure 2 montre clairement les trois phases de cette occupation de l'espace depuis la période «classique», basée sur la recherche d'un certain degré d'autarcie, jusqu'à la période «moderne» caractérisée par une littoralisation de plus en plus accentuée et un abandon des espaces intérieurs des îles.

Examinons maintenant les données économiques.

Secteur primaire

L'évolution de l'agriculture insulaire se caractérise par un abandon des pratiques et des cultures traditionnelles, ce qui se traduit, tant au niveau des espèces que des variétés cultivées, par un appauvrissement génétique considérable (figures 3 et 4).

Comme cela a déjà été signalé, les plantes sauvages messicoles sont également sévèrement affectées par ces modifications.

Parallèlement, on assiste au développement ponctuel de cultures intensives très spécialisées comme par exemple les primeurs sous plastique en Crète et à Chypre qui posent d'autres problèmes d'environnement ; utilisation accrue d'intrants agricoles, résidus de plastiques de protection répandus dans le milieu naturel, utilisation massive d'eau pour l'irrigation, ...

Secteur secondaire

L'industrie reste une donnée économique assez marginale dans les îles. Elle n'a jamais été très développée et semble devoir le rester, abstraction faite du secteur bâtiment et travaux publics.

Secteur tertiaire

C'est probablement le domaine dans lequel les changements les plus radicaux se sont produits au cours des vingt dernières années. Le tourisme est la partie du secteur tertiaire la plus significative si on souhaite analyser les changements et les tendances lourdes (figure 5A).

Le développement du tourisme dans les îles se caractérise par un essor rapide et brutal. Deux chiffres permettent de bien mesurer le phénomène. En 1962, les îles méditerranéennes accueillaient 2 millions de touristes par an. En 1990, ce chiffre est passé à 12 millions et la tendance se maintient à la hausse.

Le fléchissement observé en 1990 aux Baléares n'a été que temporaire et la croissance du nombre des touristes a repris depuis pour atteindre un chiffre supérieur au point d'inflection.

Le «rendement financier» par touriste est en baisse constante (figure 5B). Cette baisse alimente la fuite en avant des promoteurs touristiques qui doivent augmenter le nombre de touristes pour maintenir leur rentrée de devises puisque chaque touriste dépense de moins en moins.

Ce bref survol permet de caractériser en quelques mots l'état et les tendances actuelles ; abandon agricole des terres centrales avec hyperspécialisation, littoralisation à outrance des établissements humains et explosion de la fréquentation touristique.

Il convient d'examiner maintenant deux scénarios choisis volontairement chacun à une extrémité de la chaîne des futurs possibles.

LE SCENARIO TENDANCIEL (figure 6)

Il correspond dans ces grandes lignes au prolongement aggravé des tendances actuelles.

Il peut se caractériser par deux mots clés :

- déséquilibres et spécialisation.

Tant sur le plan démographique que sur le plan socio-économique les déséquilibres s'aggravent, favorisés par une faible croissance économique.

Les îles mineures les plus éloignées des centres de décision sont les plus touchées.

La littoralisation caractérise le déséquilibre de l'occupation de l'espace insulaire.

La spécialisation porte aussi bien sur les structures agricoles (cultures sous serre pour l'exportation) que sur le développement (tourisme à outrance).

La prise de conscience d'une demande touristique sur les espaces naturels conduit à la mise en place d'espaces protégés alibis déconnectés de la réalité biologique de l'île.

Ce scénario conduit à des ruptures mettant en cause la perennité du processus de développement.

La figure 7 illustre un type de rupture lié à l'eau.

Le déséquilibre entre l'offre et la demande lié à l'afflux touristique durant la période sèche provoque une importation massive d'eau depuis le continent. L'aggravation de la tendance conduit à un point où la rentabilité économique de l'opération, devenant aléatoire, peut entraîner l'effondrement du système.

LE SCENARIO ALTERNATIF (figure 8)

A l'opposé de cette image de cauchemar se trouve le scénario alternatif «idyllique». Les mots clés de ce scénario sont : développement durable et solidarité.

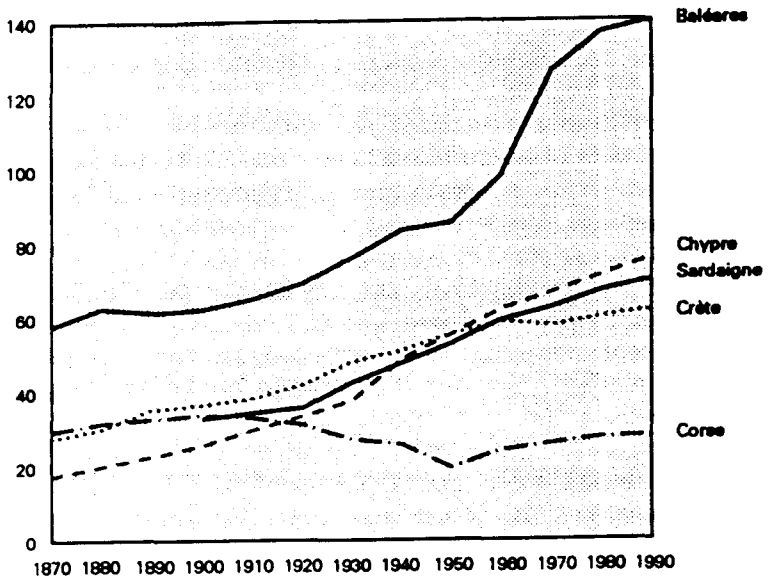
Le scénario s'appuie sur un modèle de développement durable bénéficiant à toutes les îles. Les ressources locales sont prises en compte et largement valorisées. L'environnement est géré dans une perspective à long terme et en parallèle avec des modes de mise en valeur de l'espace respectueux des milieux naturels et des paysages.

Les échanges entre les îles se développent et une «région insulaire» se met en place. Les relations avec le continent se fondent sur des équilibres plus justes et plus harmonieux.

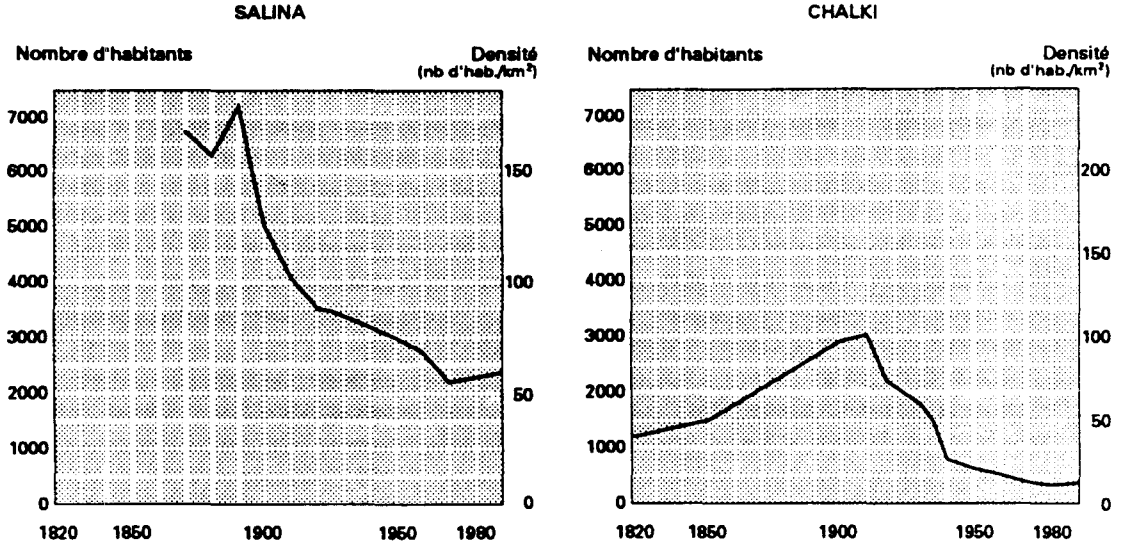
Il s'agit d'une option très volontariste nécessitant un engagement des différents partenaires sur le long terme.

CONCLUSIONS

On peut considérer raisonnablement qu'aucun de ces scénarios ne représente à lui seul le futur tel qu'il se produira. Ce futur réel se situe



Source : BADIM.



Source : UNESCO (Vernicos, 1986)

Figure 1.- A. Evolution des densités de population dans quelques grandes îles
B. Le déclin démographique dans deux petites îles : le cas de Salina (Italie) et de Chalki (Grèce)

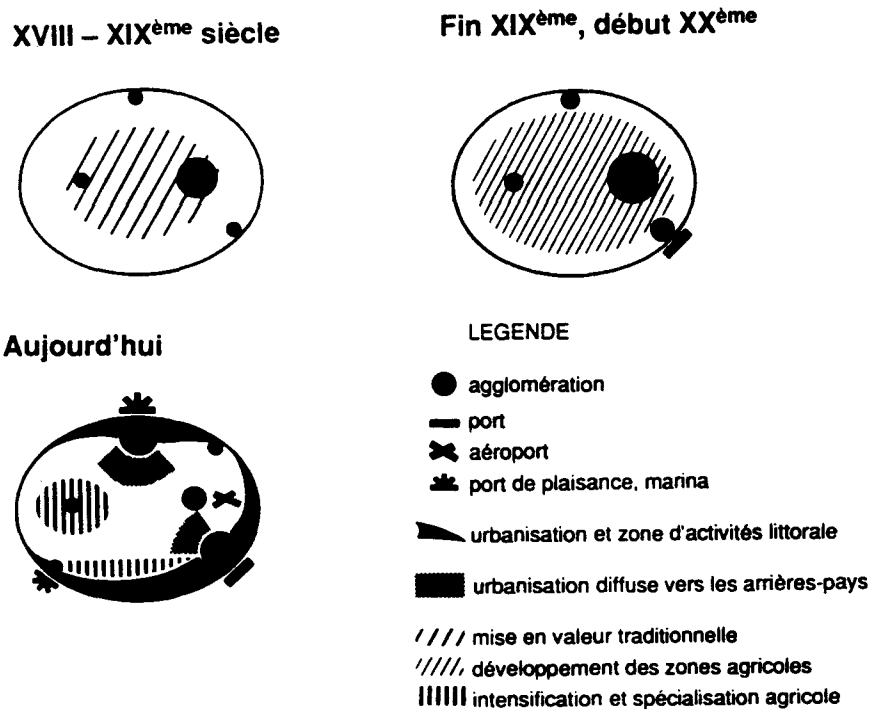


Figure 2.- Présentation, sur un mode volontairement simplifié, des évolutions de l'usage des sols et de l'espace sur les îles les plus touristiques. La baisse démographique des secteurs intérieurs s'accompagne du déclin des zones agricoles et consacre le développement et la concentration des hommes et des activités sur le littoral. Une urbanisation diffuse peut s'observer dans les arrières pays en raison d'une saturation de l'espace littoral.

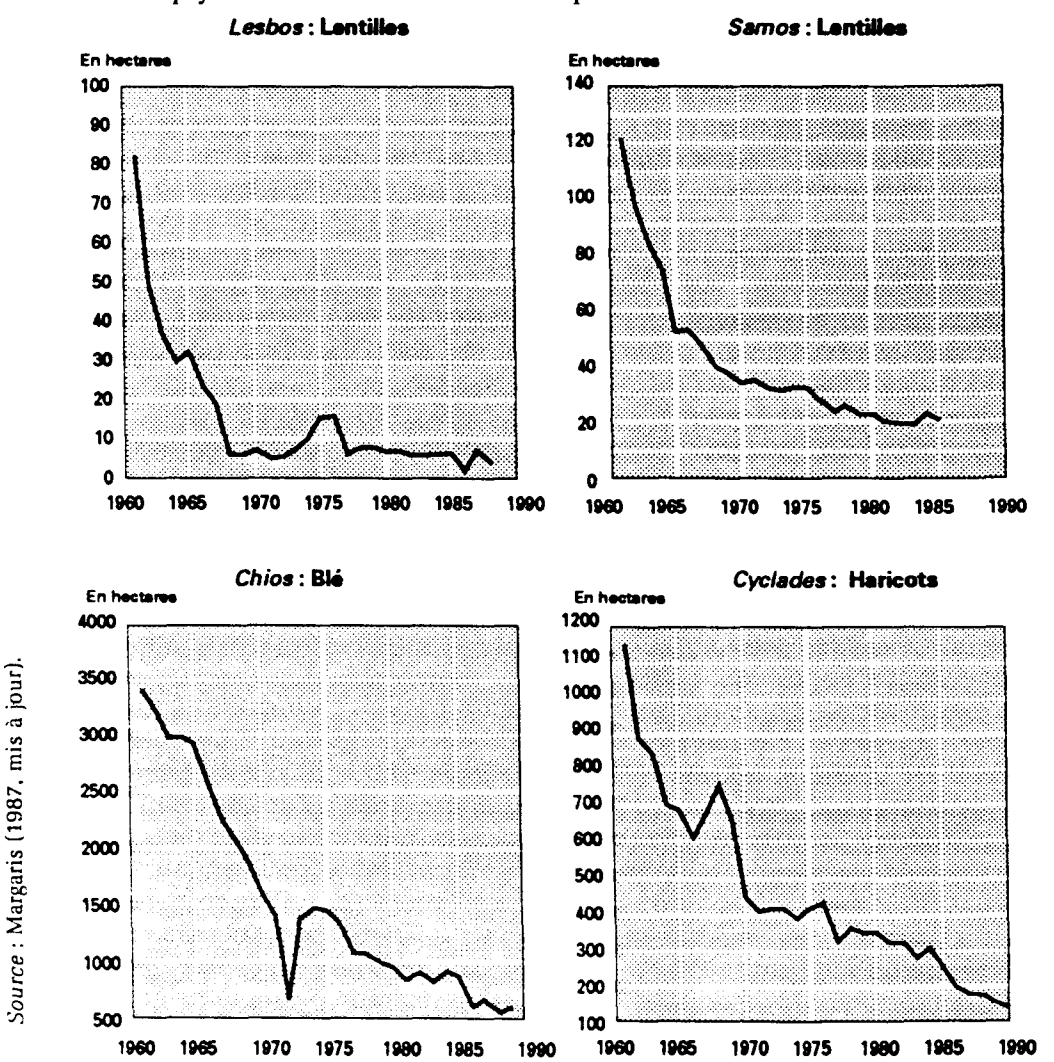


Figure 3.- Evolution de la superficie de quelques plantes cultivées dans l'archipel égéen

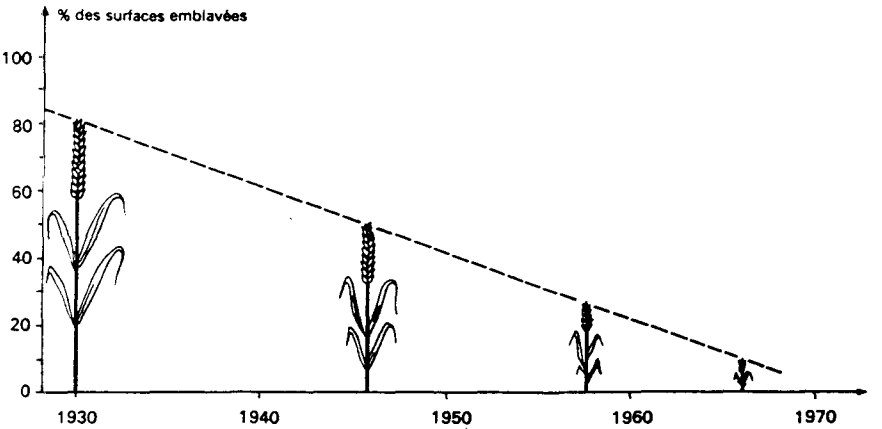


Figure 4.- Diminution des surfaces emblavées en variétés traditionnelles en Grèce, 1930-1970. Source : FAO (Frankel O.H.) 1973. En Grèce, les variétés traditionnelles endémiques dont l'utilisation prédominait encore en 1930 ont virtuellement disparu sauf dans des régions montagneuses reculées.

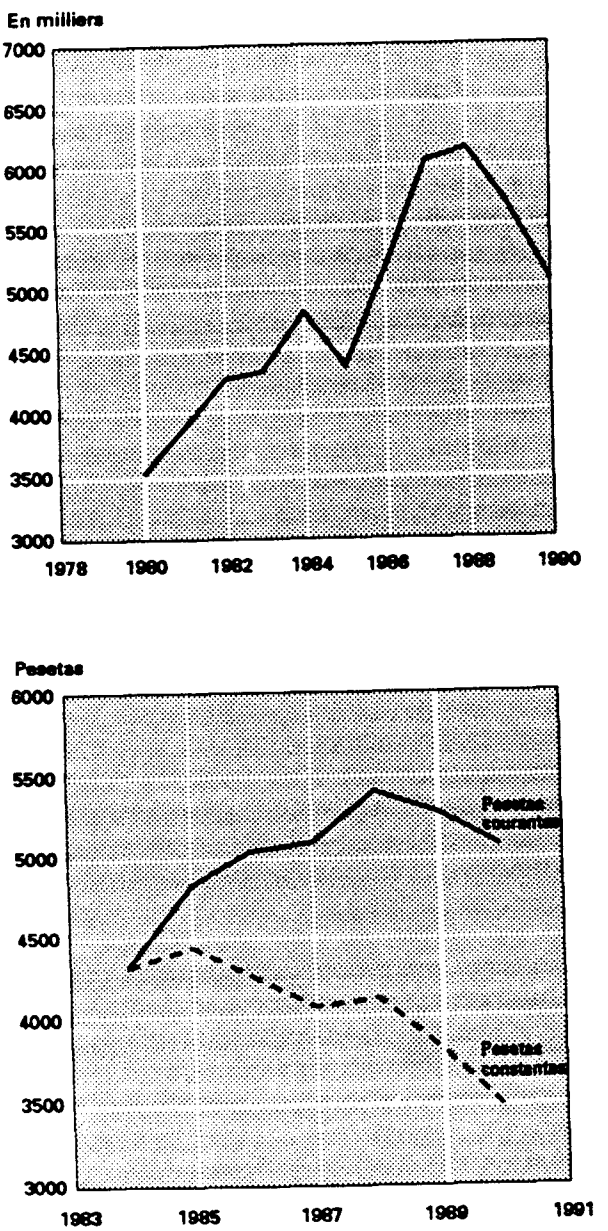


Figure 5. - A. Evolution du nombre de touristes aux Baléares B. Dépense journalière par touriste
Source : Gouvernement des Baléares

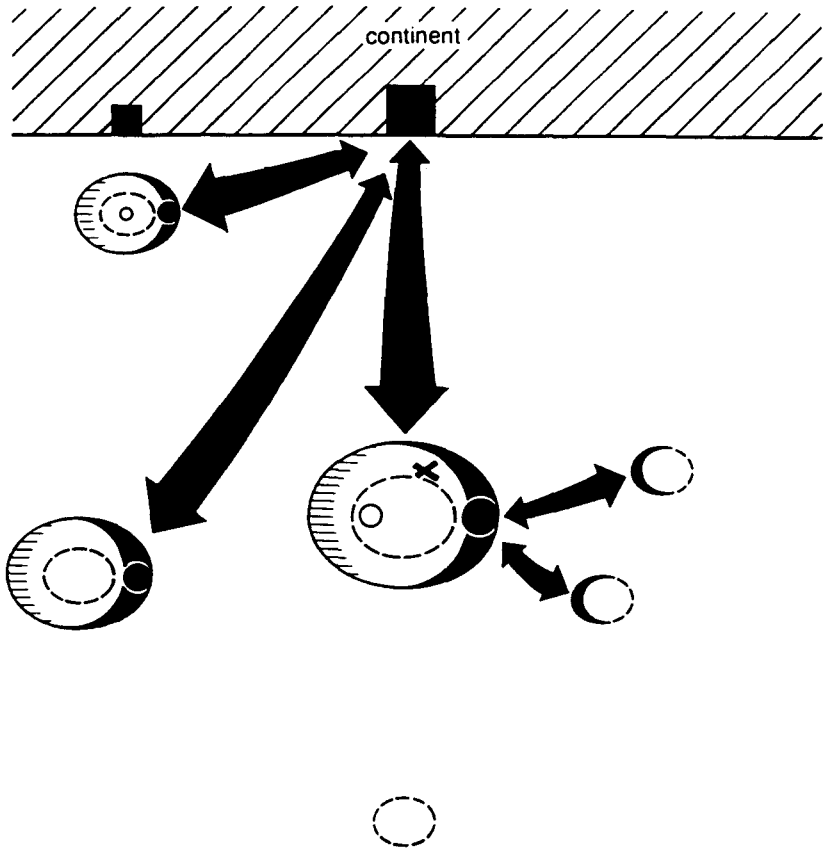
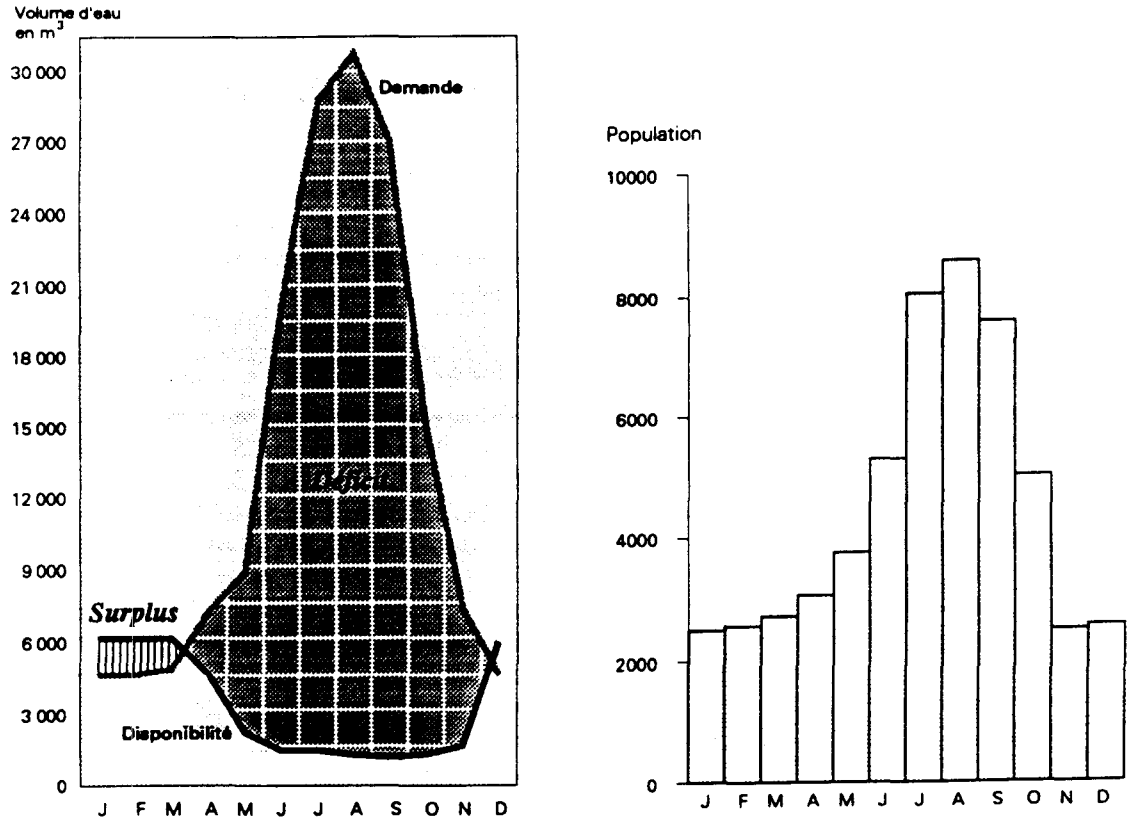


Figure 6. - Scénario T2 : Schéma de synthèse. Le scénario correspond dans ses grandes lignes au prolongement aggravé des tendances actuelles. Il favorise une montée des déséquilibres, sur le plan démographique et socio-économique, encouragés par une faible croissance économique et un développement difficile. Les îles mineures les plus éloignées des centres de décision sont les plus touchées et restent très à l'écart du développement. Les relations de dépendance vis-à-vis du continent proche s'accélèrent tandis que les liaisons entre les îles demeurent très embryonnaires. Les mesures de protection sont limitées à quelques secteurs des îles les plus touristiques.



Source : Vitoriou-Georgouli, 1987.

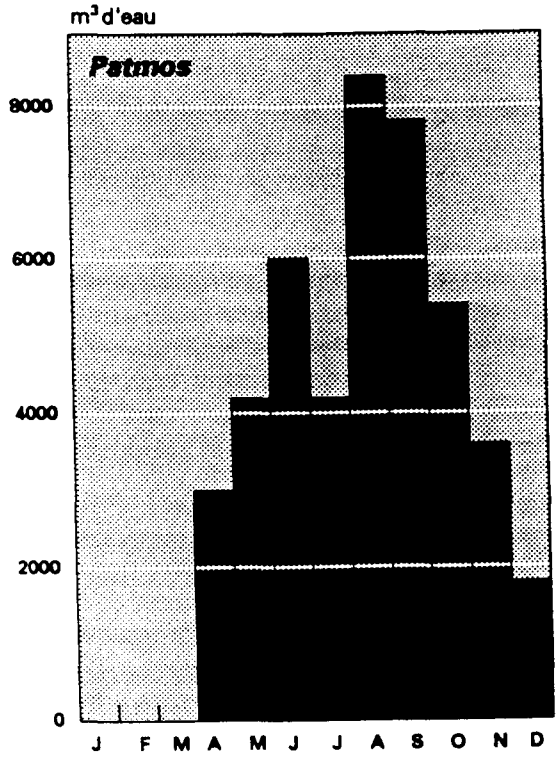


Figure 7. - A. Demande mensuelle en eau et disponibilité dans l'île de Patmos
B. Fluctuation mensuelle de la population de Patmos
C. Quantités d'eau transportées par bateau en 1985

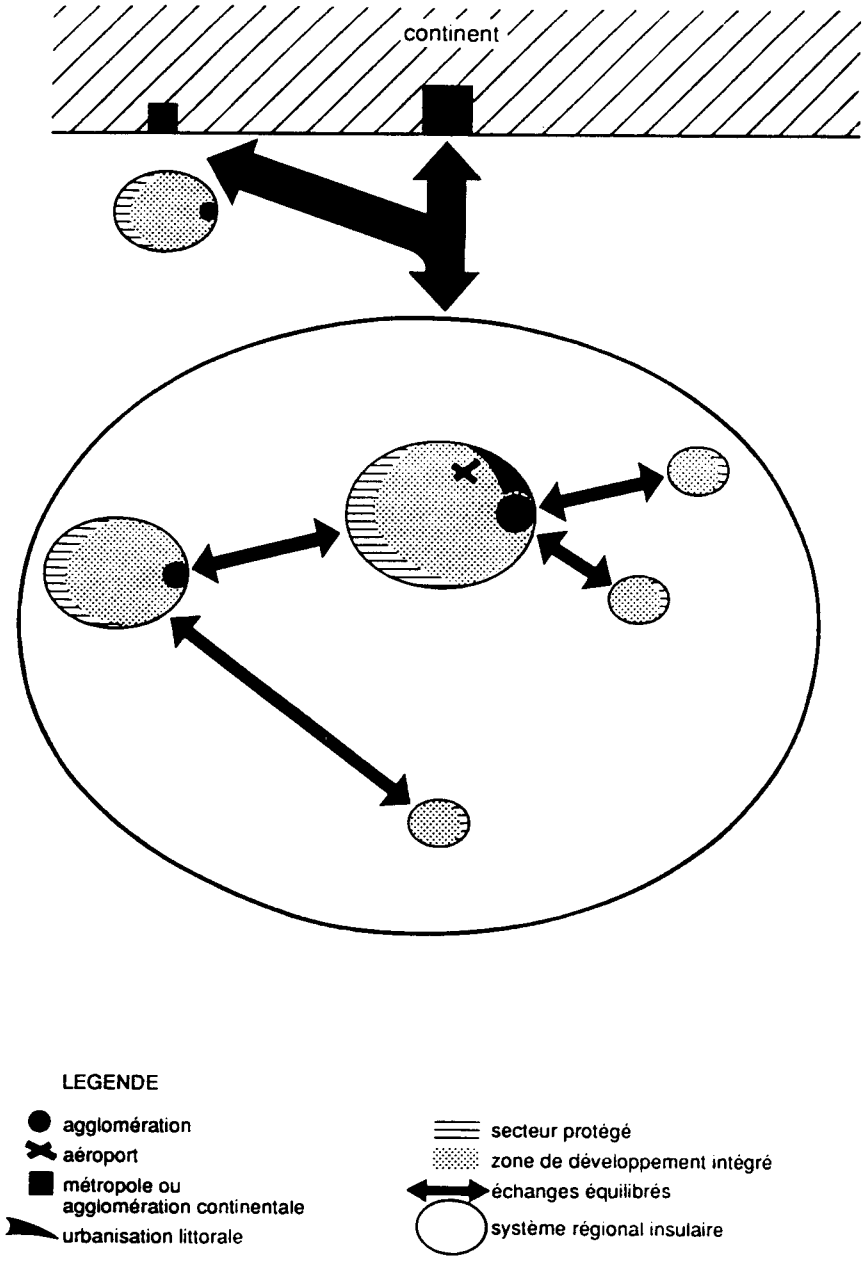


Figure 8. - Les scénarios alternatifs : schéma de synthèse
Les scénarios alternatifs s'appuient sur des modèles de développement durable qui bénéficient à toutes les îles. Les modèles économiques favorisent la prise en compte des ressources locales qui sont largement valorisées. L'environnement est géré dans une perspective à long terme et en parallèle avec des modes de mise en valeur de l'espace, respectueux des milieux naturels et des paysages. Les échanges entre les îles se multiplient et engendrent des solidarités étendues débouchant sur la mise en place de véritables régions insulaires. Les relations avec le continent se fondent sur des équilibres plus justes et plus harmonieux.

quelque part entre les deux et le rôle des acteurs de la conservation de la nature est de faire qu'il soit plus proche du deuxième que du premier.

BIBLIOGRAPHIE

BELLER W., AYALA (d') P.G., HEIN P., 1990.- Sustainable development and environmental management of small islands. Man and Biosphere Series, Parthenon Press/Unesco - Vol. 5, 419 p.

BRIGAND L., 1991.- Les îles méditerranéennes. Les fascicules du Plan Bleu n° 5, Economica Paris, 98 p.

CROSSET P., 1987.- Les îles de la Méditerranée de A Z. Les dossiers d'économie corse : 82-84.

CRUSOL J., HEIN P., VELLAS F., 1988.- L'enjeu des petites économies insulaires. Economica, Paris, 297 p.

GRENON M., BATISSE M., 1989.- Le Plan Bleu. Avenirs du Bassin Méditerranéen, Economica, Paris, 442 p.

LOZATO, GIOTARD J.P., 1989.- Méditerranée et Tourisme, Masson, Paris, 216 p.

MARGAT J., 1991.- L'eau dans le Bassin Méditerranéen. Les fascicules du Plan Bleu n°6, Economica, Paris, 196 p.

ECOLOGIA MEDITERRANEA XXI (1/2) 1995 : 287-290

Living collections and the role of botanical gardens

David BRAMWELL*

RÉSUMÉ

Près de 1500 jardins botaniques dans le monde consacrent leurs collections vivantes d'espèces végétales à la recherche botanique et à l'information du public. Les jardins botaniques apparaissent en effet comme «la vitrine de la biodiversité» afin de sensibiliser le public à la nécessité de la conservation de la biodiversité. A travers une grande diversité des moyens et des collections vivantes, avec le temps et l'expérience accumulés pour la conservation des plantes, les jardins botaniques offrent l'opportunité d'une recomposition de la diversité génétique : en assurant la réintroduction des plantes menacées d'extinction dans leur milieu naturel avec le recours possible à la culture in vitro, en assurant la collecte et la conservation des graines et en tirant parti de la richesse d'information réelle des herbiers. Ces moyens d'information classiques sur la biodiversité que sont les collections vivantes d'espèces végétales et les collections d'herbiers devraient être privilégiés par rapport à des méthodes modernes plus coûteuses.

MOTS-CLES : Jardin botanique, conservation, biodiversité, collection vivante, herbier, diversité génétique

SUMMARY

Around 1500 botanical gardens around the world have in common living collections that traditionnally provide botanical research and public education. In order to direct the public towards the different aspects of biodiversity's conservation, botanical gardens appear to be the «shop window of biodiversity». Through a large diversity of means and types of living collections, with time and experience accumulated to ensure plant conservation, botanical gardens offer the opportunity to rebuild genetic diversity : by reintroducing endangered plants in their natural habitat with the potential use of in vitro culture, by collecting and storing seeds and by taking advantage of the real value of the herbaria collections. These major sources of biodiversity's information should be given priority over more expensive ways.

KEY WORDS : Botanical garden, conservation, biodiversity, living collection, herbarium, genetic diversity

The world's botanical gardens have, historically and traditionally, made a major contribution to the exploration, discovery and description of plant diversity on the planet Earth. There are, at a recent count, about 1500 such institutions worldwide and they provide a potentially extremely important network for plant conservation, botanical and horticultural research and for environmental education.

Obviously within this global figure of 1500 there are very diverse establishments ranging from the imperialist giants like Kew, Berlin, Missouri or New York to the small 2 or 3 hectare garden which is simply an organized, labelled, small, probably municipal or university administered, collection of exotic plants situated on a prime development site close to a city centre. If properly focussed and managed, however, each of the various types of botanical garden and, indeed, each individual garden whether large or small, national or local, can have a rôle to play in conservation of Biodiversity.

If we accept that the principal asset of botanical gardens is the living material they hold, then any garden rôle in conservation must be built on the basis of these collections. The traditional uses of living collections, display and

* Jardín Botánico «Viera y Clavijo»
Aptdo. 14, Tafira Alta, Las Palmas de Gran Canaria,
Canary Islands

education, botanical and horticultural research, seed exchange and so on are all activities which, with a modern philosophy and a change in focus rather than any major fundamental alteration in basic concepts, can be adapted and modified to give the botanical garden a conservation purpose. For example education and public display policies can be very easily adapted to give them an impressive conservation content and message for the public.

The living collections, though they may be extremely diverse in origin, in the level and quality of curation etc. serve as the basis for the botanical garden rô le in conservation. Some gardens concentrate almost entirely on plants of ornamental or horticultural value, the RHS garden at Wisley for example, others have world-wide collections with a bias towards economic plants, for example the Royal Botanic Gardens Kew, and yet others concentrate on regional or local floras such as the National Botanical Gardens of South Africa or the Jardin Botánico Viera y Clavijo in the Canary Islands. Many of these gardens hold specialist scientific or research collections, the *ALOE* research collection at kew or the collection of Canarian and African Sempervivoideae at Las Palmas. These different types of collection all, in one way or another, demonstrate plant diversity and all can have an important public education value. They can be used to fullfil one of the major botanical garden areas for action in conservation, educating the public about the loss of potential natural resources and of biodiversity. Whether gardens do this successfully or not depends perhaps not so much on what plants are shown to the public but on the story told around them and how the information is presented. Botanical gardens are literally the shop-window for biodiversity and for plant conservation.

Apart, however from public education, botanical gardens living collections serve a number of other purposes such as the provision of material for research and teaching of biology and as a reserve of material for reintroduction into natural habitats.

Botanical gardens, more than any other institutions, have traditionally cultivated and maintained collections of curious and unusual plants from different parts of the world - how many gardens do not have and *Alluaudia* from Madagascar or a *Ginkgo* tree (incidentally an excellent example of an almost extinct species, genus, family etc. being saved by cultivation in gardens) or have not tried to grow *Welwitchia* or *Victoria amazonica* - botanical gardens have long experience in the cultivation of rare and difficult plants from all over the world and under-used and under-valued skill and experience can be of great value then we go outside the botanical garden and try to manage and «cultivate» (because that is very often what is needed) rare and endangered plants in nature reserves and protected areas, in their so-called natural habitat. Apart from this accumulated experience a large number of botanical gardens have their own active, specific conservation and biodiversity orientated research groups with programmes on taxonomy, horticulture, plant conservation biology etc. and many other gardens have at least the potential to move in this direction in the future.

One particular field of research which can be carried out in botanical gardens is into the effects on genetic diversity of drastic reductions in population size. The effects on, for example, island floras of Man-induced changes to the habitat of species with naturally very small populations can be very drastic indeed and can lead to genetic changes which render populations inviable over a relatively short term. Where better to study the effects on genetic diversity of population reduction and generations of isolation that in botanical gardens where generations of gardeners have almost deliberately created ready-made situations to investigate ? They have done this by growing for display only two or three specimens of each species, collecting seed from these specimens for renewing the display and repeating the process almost *ad infinitum* over very long periods of time and, fortunately, often keeping meticulous garden records of the whole history of each individual. By going back into the field and comparing the garden plants with natural populations using techniques such as isozyme analysis a great deal can be learned about the potential effects of reduction of population size, about the behaviour of minimal-sized populations, of isolation and drift etc. on the basis of this, appropriate models for the management of the genetic diversity of declining field populations in nature reserves and protected areas can be created.

This leads on to possibilities of further research and action : in cases, for example, of natural populations on the verge of extinction, botanical garden experience and knowledge can be called upon to help in the rapid increase of population size in cultivation. This can save potentially disastrous situations. The additional potential uses of *in vitro* culture now available in many botanical gardens, and of somaclonal mutations in culture to help rebuild genetic variability and diversity now provide us with facilities for the management of endangered species which were almost unthinkable only a decade ago.

I would, briefly like to mention a couple of examples: *Pericallis hadrosoma* is an endangered species endemic to small area in the central region of the island of Gran Canaria and was reduced by the mid-1970s' to a fragmented population of about 12 plants with low seed production and fertility problems which were further enhanced by seed parasites. This species was taken into *«in vitro»* culture using a range of ex plants from the remaining population and after a couple of generations in culture new plants show a considerable increase in seed fertility and the species has been the subject of reintroduction programmes both by garden staff and by local ecology and mountaineering groups.

Reintroduced plants have survived for 5 seasons and we are now looking for signs of natural regeneration.

Lotus berthelotii, a widely known species recently introduced to European horticulture as a patio ornamental, is reduced to one very small population of two plants in its wild habitat on pine forest cliffs on Tenerife. It is strongly self-incompatible and is normally propagated from cuttings. Most plants in cultivation seem to have originated from material held over a long period of time by the Jardin de Aclimatación de Plantas de La Orotava on Tenerife and represent a single clone. We have recently started an experimental *in vitro* programme to see if we can either break down the self-incompatibility system or produce a second clone sufficiently genetically distinct through somoclonal mutation for it to be compatible and produce fertile seed when crossed with the original. In this way it may at least be possible to rebuild some of the genetic diversity of this valuable ornamental diversity of this valuable ornamental species.

The living collections held in botanical gardens are also a potentially valuable source of material for reintroduction and restitution of vegetation and plant communities and there are already a number of cases of species considered to be extinct in the wild being reintroduced into their natural habitat thanks to specimens held in botanical gardens. There are good examples from the islands of Reunion and Mauritius and, indeed, from the Canary Islands.

Limonium tuberculatum was once frequent on the margins of a saline tidal lagoon at Maspalomas its only locality on Gran Canaria. A second population, more extensive in numbers of individuals but also very restricted in distribution, occurs on the small island of Lobos, situated between Fuerteventura and Lanzarote.

The Maspalomas population became extinct in the early 1970s' due to ecological changes caused by tourist development and pressure on the surrounding area. In 1972, however, Eric Sventenius, then director of the Gran Canaria botanical garden collected seed from the last few remaining individuals and established the plant in the garden's living collections where the only available material of Maspalomas origin still survives. This has been not only a source of living specimens for reintroduction but also is currently being used to compare the genetic composition and variability of the Maspalomas population with the more extensive Lobos populations to see if the reproductive bottleneck experienced by the former has caused any notable erosion of genetic diversity.

These few examples demonstrate that the living collection housed in botanical gardens and the staff who look after them and work with them can contribute considerably both to our knowledge of biodiversity and to its conservation.

In addition to their living collections botanical gardens generally, have a very long tradition of collecting and storing seed as part of the international seed-exchange index seminum network. The seed management experience and the storage facilities available in many gardens to cater for this traditional annual activity can easily be adapted and put to good use in the creation of germ-plasm banks or long-term seed banks. Many botanical gardens, (particularly for example in Spain) have already changed over to using their facilities for conservation purposes (about 150 botanical gardens now claim to have a conservation-orientated seed bank and these will eventually be able to provide a world-wide facility for the long-term storage of wild plant germ-plasm as a contribution to biodiversity conservation.

Another major area common to many, but not all, botanical gardens, is that of the reference collection of dried plants known as the herbarium. Molecular biologists, geneticists, plant breeders etc. should be made aware of the herbarium as an important tool for biodiversity study and conservation.

How many species of plants that we need to know about are not in cultivation? are not conveniently available from seed- lists or directly from the wild? do not figure in a modern revision, monograph or flora? How many are only available as herbarium sheets? I would venture to say a very large number indeed and anyone wishing to know about plant diversity cannot do without the world's herbaria. Vast numbers of tropical taxa

and species from the remoter parts of the world are only known from a few herbarium specimens, some from only a single collection, a type specimen and a few short words of diagnosis in the original latin description. When we need to estimate the extent of biodiversity over huge areas of the planet this is often the only information available to us. The herbarium reference collection is a major, invaluable store-house and contributor of information about plant diversity - a major biodiversity data-base. There is no doubt in my mind that for a long, long time to come when we want to know about, describe or use biodiversity we are going to have to rely considerably on our reference collections be they herbaria or living collections in botanical gardens. Izoenzymes, molecular taxonomy and even cladistics will only give us a little bit more information about a very small number of the individual components of biodiversity and that litle bit more information will cost us a great deal more money than we will need to spend on maintaining and using our major biodiversity information bases.

BIODIVERSITY has suddenly, recently become an important «buzz-word»- of course it has always been an important but under-appreciated subject. Now, however, we have an international biodiversity convention to which many governments are now committed - committed at least on paper to the conservation of and research on biodiversity within their own boundaries and to help other countries do the same. We have, recently, perhaps become over-preoccupied with tropical forests and tended to forget about the vast ammount of biodiversity which covers the rest of the surface of our planet and which needs to be considered and conserved.

BIBLIOGRAPHY

BRAMWELL D. (1990). Conserving biodiversity in the Canary Islands. Ann. Missouri Bot. Gard. 77 : 28-37.

BRAMWELL D., HAMANN O., HEYWOOD V.H. & SYNGE H. eds (1987). Botanical gardens and the world conservation strategy. Academic Press, London 367p.

HERNANDEZ BERMEJO J.E., CLEMENTE M. & HEYWOOD V.H. (1990). Conservation techniques in botanic gardens. Koeltz scientific books, Koenigstein. 205 p.

HEYWOOD V.H. & WYSE JACKSON P. (1991). Tropical botanic gardens. Their role in conservation and development. Academic press, London & San Diego. 375 p.

ECOLOGIA MEDITERRANEA XXI (1/2) 1995 : 291-297

Micropropagation of endangered plant species

Micropropagation des espèces végétales en danger

Margarita CLEMENTE MUÑOZ*

ABSTRACT

In vitro techniques can be used in the propagation and conservation of endangered species either for new plants or for intermediate or long term storage systems. Nevertheless, it is crucial to apply methods which maintain genetic integrity and avoid methods likely induce somatoclonal variation. These procedures are an alternative to traditional techniques and, in certain cases, the only way of conserving or propagating. However, the type of species to which it is going to be applied, must be carefully analyzed beforehand.

The advantages and disadvantages of applying *in vitro* techniques to species threatened are analyzed. At the same time, several examples developed by teams who work in the south of Europe, mainly from the Mediterranean area, are pointed out.

KEY WORDS : conservation, micropropagation, endangered species, *in vitro* culture

RÉSUMÉ

Les techniques de culture *in vitro* peuvent être utilisées pour la conservation et la propagation d'espèces en danger, et permettent aussi bien de produire de nouvelles plantes que de mettre en place des systèmes de stockages à moyen ou long terme. Il est cependant crucial d'appliquer des méthodes qui maintiennent l'intégrité génétique et d'écarter les méthodes qui induisent des variations somatoclonales. Ces procédures constituent une alternative aux techniques traditionnelles et, dans certains cas, la seule façon de conserver ou de propager une espèce. Cependant, le type d'espèces relevant de ces méthodes doit faire l'objet d'une analyse préalable.

Les avantages et les désavantages de l'application de ces techniques de culture *in vitro* aux espèces menacées sont analysés. Plusieurs exemples développés par des équipes travaillant dans le Sud de l'Europe, principalement en région méditerranéenne, sont présentés.

MOTS CLES : conservation, micropropagation, espèces en danger, culture *in vitro*

INTRODUCTION

Micropropagation is the true-to-type of a selected genotype using *in vitro* culture techniques and most often micropropagation is also associated with mass production at a competitive price (DEBERGH *et al.*, 1991).

The principles of *in vitro* culture have been developed for micropropagation of horticultural and agricultural crops. But, in general terms, they can be applied to plant conservation, with some modifications where necessary. The five stages critical to successful micropropagation can be summarized :

1. Stage O or the preparative stage of mother plants.

It was introduced as a remedy for contamination problems. Indeed, growing mother plants under more hygienic conditions, it is possible to reduce contaminations - especially those related to fungi-. Moreover, it is possible to change the physiological status of the stock plant by manipulation of parameters such as light, tempera-

*Jardín Botánico - Universidad de Córdoba
Avda de Linneo s/n
14004 CORDOBA (España)

ture and growth regulators. So, explants which are more suitable as starting material can be obtained.

2. Stage 1 : Initiation of Culture.

The main purpose is to get axenic cultures. For most propagation work the chosen explants are apical or axillary buds, although other explants can be used sometimes, such as leaf pieces. However, it is better to avoid the latter because the risk of obtaining off-type plants is higher.

3. Stage 2 : Multiplication.

Here the culture is able to supply shoots for subsequent propagation, as well as supplying material necessary to maintain the stock.

4. Stage 3 : Elongation and Root Induction and finally

5. Stage 4 : Transfer to greenhouses conditions

In vitro techniques can be used in the propagation and conservation of endangered species either for new plants or for intermediate or long-term storage systems. It is of course, crucial to apply methods which maintain genetic integrity in tissue culture and to avoid methods likely induce somatoclonal variation. These procedures are an alternative to traditional techniques and, in certain cases, the only way of conserving or propagating, such as recalcitrant species ; species producing no or very low amounts of fertile seeds or pollen ; highly heterozygotic clones ; perennial species with prolonged biological cycles or species with very depleted natural populations, where the simple collection of the seeds can affect survival.

The number of wild plant species threatened with extinction currently being spoken of, ranges between 18,000 and 25,000. It is estimated that by the middle of the Twenty-first Century 60,000 plant species will be extinct or almost extinct. The threat, or percentage of plant species threatened with extinction, markedly varies from one area to another. This threat basically depends on three factors : plant diversity, degree of stenochoria in the taxa and as well as human impact. So, it is most prominent in tropical countries and in the Mediterranean region. And consequently, the floras of small islands are more vulnerable than those of continental lands due to their relatively high levels of endemic plants and their susceptibility to face habitat modifications or the introduction of exotic aggressive species of animals or plants. For example, DAVIS *et al.* (1986) report very high levels of threat for some island floras such as the Canary Islands with 67% of endemic species.

Moreover, the phytogenetic resources are limited natural resources of incalculable value capable of providing the genes for new and improved plant cultivars. Many endangered species have a current or potential economic value *per se* or as donors of genes. Mankind depends on barely a dozen edible species and the number of the most widely cropped ones does not reach two hundred. This decline in diversity is quite dangerous.

In situ or *ex situ* conservation are not alternative terms but complementary ones. The survival of the endangered wild species is going to depend on a combined action in both directions and in this sense the use of tissue culture techniques in their propagation is a powerful tool.

MATERIALS AND METHODS

In vitro techniques have been extensively used in the conservation of phytogenetic resources from cultivated plants like the potato, cassava, sweet potato or different fruit species. More recently, different research teams have begun to apply these techniques to endangered species.

Unlike field collections, *in vitro* collections impede loss from attacks by pests and pathogens, harsh climatic conditions and natural disasters, etc. It is also possible to obtain, by this form, a large number of specimens in short periods of time and in reduced spaces, thus facilitating the exchange and distribution of pathogen-free material. Notwithstanding, these techniques can be expensive and give rise to a series of technical problems in which it is especially important to maintain the genetic stability and regenerative potential of the plant.

There are three types of *in vitro* collections :

1.- Continuous growth under «normal» conditions, by which is meant, through standard *in vitro* culture methods, such as those mentioned at the beginning.

In this way, a collection of clones of *Artemisia granatensis*, endangered species from Sierra Nevada (Granada), is maintained in The Cordova Botanic Garden through one recuperation programme funding by Environmental Agency of Andalusia (AMA) (CONTRERAS *et al.*, 1992).

2.- Limited growth through the retardation

of the culture. This can be achieved by reducing temperature and/or lighting, inducing osmotic stress, desiccation, reducing the essential growth nutrients in the medium, or incorporating sub-lethal levels of growth retardants.

IRIONDO *et al.*, (1991) have obtained good results working with three endangered species *(Coronopus navasii, Lavatera oblongifolia and Centaurium rigualii)* from the South-East of Spain. So, explants from them have survived with success, without subculture for six months, using «slow growth» (storage at 5 degrees above zero).

3.- Cryopreservation by suppression of growth and metabolic activity through the use of very low temperatures. But, not all organs of the plant can be frozen, hence it is necessary to conduct preliminary tests for each given species.

GONZALEZ-BENITO *et al.*, (1992) have worked with embryonic shoots of *Quercus faginae* and *Corylus avellana*. Desiccated explants were subjected to fast immersion in liquid nitrogen and although they lost some viability regarding the control, the desiccation allowed a better survival after freezing. They have also tested the effects of the cryopreservation in the germination of six different leguminous taxa, showing that for the majority of them there were no appreciable significant changes in their germination after freezing. Currently, the team is carrying out experiments regarding the survival of the nodal explants of *Centaurium rigualii* and the cryopreservation of meristematic tips of *Populus nigra* and *Fraxinus angustifolia.*

The use of cryobiological methods for *in vitro* conservation of germplasm is a relatively new field. Nevertheless, considerable breakthroughs, which have recently been made, may lead to the successful use of this method in the conservation of such valuable germplasm.

In short, the pros and cons of applying *in vitro* techniques to species threatened with extinction can be summarized by what different authors have pointed out.

On the one hand :

- A vast number of specimens is obtained in small spaces and in a short period of time.
- They are especially appropriate for species with recalcitrant seeds and for vegetative reproduction.
- The exchange and distribution between institutions is much easier as the material is free of disease.
- Cold storage inhibits growth naturally, reducing the number of subcultures to 1 or 2 a year and thus, the probability of mutations.

And on the other hand :

- In most cases it is necessary to initiate beforehand, relative species to try and determine optimal culturing conditions as there are usually no previous data found in the literature.
- Material to be used as explants is scarce and often in places difficult to reach.
- In most cases, it is difficult to establish stage 0 of mother plants with suitable phytosanitary conditions. Consequently, failure through contamination in the initiation phase of the culture is quite commonplace.
- The procedure is expensive and gives rise to numerous technical problems.
- It is absolutely essential to maintain the genetic stability and regeneration potential of the plant.

Indubitably, the use of this technique and the type of species to which it is going to be applied, must be carefully analyzed beforehand. Nonetheless, it should not be rejected or considered complicated *a priori*.

International organizations and botanical gardens involved in conservation have made repeated calls on the importance of stimulating the artificial propagation of endangered species. Thus, it is possible to see how the recommendations set forth in different international meetings conclude that it is necessary to be more effective in the distribution of cultivated species ; only to exhibit in botanic gardens, species which have been artificially propagated, reserving plants extracted from Nature for scientific ends ; and to promote artificial pro-pagation as far as possible.

Hence, the micropropagation of endangered species can comprise the following three aims : a) to supply botanical gardens and other similar institutions (Natural, National Parks, etc.) with material for exhibition ; b) to cultivate them for commercial purposes and c) to conserve genetic diversity. With the first two goals, it is possible to mitigate or completely eliminate extraction from natural habitats and obtain economic profits.

However, the last one is much more complex. It is not enough to clone a few speci-mens as it is essential to try and conserve infraspecific diversity. Different studies related to the plant must be carefully conducted prior to the *in vitro* propagation in itself, including taxonomic ones which characterize diversity through bioche-

mical, morphometric, etc. techniques; corological ones ; analyses of the dynamics of the population, physiological studies on reproduction, estimation of the number of clonal lines necessary for the population to be perfectly represented, etc. Once the micropropagation process is over, it will be essential to conduct comparative studies on the effects of the *in vitro* culture on the genetic integrity of the species being conserved.

But, when the species is so endangered that there are only a few specimens left, it will be impossible to conduct such complex studies, as they require large amounts of material. Furthermore, BRAMWELL (1990) and other authors (JACOBSEN *et al.*, 1990) have suggested using of somatoclonal variation when the size of the population has reached a genetically critical situation as a method of generating new vigor into populations.

The question now is, which species to choose. Obviously, it is impossible to work with all of them at the same time, hence there is no other alternative but to decide which to work with. However, this decision should not be left to Fate and a list of priorities must be set up. *In vitro* culture units located in countries with a high degree of biodiversity and a notable loss of species should obviously feel compelled to work with these species. Institutions from these areas should be actively involved in the propagation of the species of the most endangered species in their territories. There are numerous species included in international treaties like C.I.T.E.S, the Bern Convention, and so on. Hence, these should be placed at the top of the priority list (VAN VLIET, 1991).

Undoubtedly, *in vitro* tissue culture units can also micropropagate other autochthonous species with potential economic interest, even though they do not present high risks of extinction. At times, national interests urge the development of programmes which include this type of species (for example, taxa which may be of interest to wood, medicinal or perfume industries). As these programmes are usually very well funded, they make institutions focus their attention on these «profitable» species and forget about those which need to be conserved but are apparently useless . Therefore, it is necessary to prompt *in vitro* culture units to work with endangered species by demonstrating the enormous loss that these would entail if they do not. Notwithstanding, it is also necessary to make national and international organizations aware of the need of providing funds aimed at carrying out recuperation programmes of endangered species included in international lists.

Once priorities have been determined, it is essential to establish coordination and cooperation at an international and national level if duplication of work is to be avoided. If this is not done, the race against time aimed at conserving as many species as possible is useless. Coordination may be divided into the following steps :

1. An overall synchronization of the *in vitro* culture units working with endangered species.

Agreements which avoid unnecessary duplications, repetitive extractions of scarce material and negative effects on the population should be signed. There are so many species to conserve that any dispersion of efforts is always welcomed.

2. Integration of the *in vitro* culture units with conservation programmes being carried out *in situ*.

Obviously in the micropropagation of wild plants, the ecology, corology, dynamics of the population, physiology, natural multiplication strategy, etc. of the plant has to be determined. This can only be achieved by closely cooperating with researchers working in the field. As an example can be pointed out the *in vitro* culture unit of the Cordova Botanic Garden, which is working on endangered species from Sierra Nevada (Granada). In this instance, personnel from the Environmental Agency of Andalusia in charge of the Natural Park -where the plots are located *in situ*- are in close cooperation with the unit, as obviously it would be useless to try to acclimatize mountain species in Cordova. Significantly, this type of cooperation leads to a better understanding between institutions as everyone feels participant in the work being carried out.

3. Coordination of the *in vitro* culture unit with Seed Banks.

Too often the lack of available material is a limiting factor for micropropagation, hence, a close cooperation with Seed Banks conserving this material *ex situ* is also desirable. It is not always necessary to continuously deplete natural populations if the material can be found elsewhere.

4. Coordination of the *in vitro* culture unit with the other conservation units in the botanical garden itself.

This section is specifically applicable to Botanical Gardens, where experience shows that there is a distinct dissociation from the research

being carried out in the *in vitro* culture unit and other research units in the garden (Seed Bank, teams directly working in the field, etc.). This circumstance is unfortunate and gives rise to the dispersion of an incredible amount of effort.

Finally it is necessary that the researchers involved in the conservation of biodiversity, through biotechnological programmes which include the transference of plant material, be aware of the inevitable responsibility of knowing and respecting all the international ethical norms established, through international agreements and conventions, on the use and management of phytogenetic resources.

SOME RESULTS FROM THE SOUTH OF EUROPE

Currently there are several teams, in the South of Europe-mainly in the Mediterranean Area-, carrying out successful methods to propagate endangered species through *in vitro* culture techniques.

So, the team of the Botanic Garden of Porquerolles in France has been propagating European orchids such as *Dactylorhiza maculata, Gymnadenia conopsea, Orchis apifera, Platanthera bifolia. Ruizia cordata, Croton mauritianus,* from The Reunion Island. *Limonium dendroides* from The Canary Islands. *Centranthus trinervis* and *Ipomea sagittata* from Corsica (OLIVIER, pers. comm., 1993).

The team from the Department of Plant Biology at the Polytechnic University in Madrid has been working since 1987 on the micropropagation of several Spanish endemic endangered species such as : *Coronopus navasii* ; *Lavatera oblongifolia* ; *Centaurium rigualii* ; *Erodium paularense* ; *Centaurea lainzii* ; *Limonium stevei* and several species more of this genus such as : *L. dufourei, L. calaminare, L. gibertii, L. dichotomum* and *L. catalaunicum* (IRIONDO *et al.*, 1990a, 1990b ; MARTIN *et al.*, 1992).

It is possible to find excellent examples of the rescue of extremely endangered flora from The Canary Islands, with the developed work by the *in vitro* culture Unit of The Canary Botanic Garden of Gran Canaria Island. So, *Senecio hadrosomus* listed as probably extinct by 1977, is now growing healthy in its habitat. It has been possible for reintroductions to the wild of specimens obtained through tissue culture. The team has also worked with other Canarian endemic plants such as *Atractylis arbuscula* var. *schizogynophylla, Euphorbia handiensis, Lotus berthelotii, Lotus kunkelii, Senecio hermosae, Globularia ascanii* (ORTEGA, 1984 ; ORTEGA *et al.*, 1986 ; BRAMWELL, 1990).

The team from the Department of Plant Biology at the University of Valencia has established *in vitro* several species of the genus *Limonium* such as *L. dufourii, L. parvibracteatum, L. rigualii, L. santapolense, L. furfuraceum, L. thiniense* and has started to work with *Salvia blancoana* subsp. *mariolensis, Vella lucentina, Populus euphratica* and *Salix tarraconensis* (LLEDO *et al.*, 1992 ; LLEDO *et al.*, 1993 ; CIVERA *et al.*, 1993).

The *in vitro* culture Unit in The Cordova Botanic Garden was set up in 1988. It is located in a small building near the nurseries, and is made up of a laboratory, a transfer room with two laminar flow cabinets, several germination cabinets and a culture chamber with controlled temperature and photoperiods and high precision filters. The Cordova Botanic Garden signed a Cooperation Agreement with the Environmental Agency of Andalusia in 1988 that has been developed through eight specific agreements up to now. Some of them have promoted and contemplated artificial propagation of Andalusian threatened species, through conventional and *in vitro* culture techniques.

The team has micropropagated *Artemisia granatensis, Iberis nazarita, Aquilegia cazorlensis, Centaurea carratracensis, Staehelina baetica,* and several species of *Narcissus* such as *N. longispathus, N. nevadensis, N. tortifolius* and *N. bugei.* All of them are endemic taxa from Andalusia.

Currently, the main focus of the efforts are : 1) to get the higher number of clones of *Artemisia granatensis* as many as possible and simultaneously to obtain its complete acclimatization in The *in situ* Garden « La Cortijuela» located in Sierra Nevada at a lower altitudinal level than its natural habitat ; 2) to maintain explants of *Narcissus* spp. and *Artemisia granatensis* without subculture using «slow growth» *in vitro* storage techniques and 3) to micropropagate *Betula pendula* subsp. *fontqueri, Taxus baccata, Buxus balearica, Euonymus latifolius* and *Rosmarinus tomentosus* (CLEMENTE 1990 ; CLEMENTE *et al.*, 1991 ; CLEMENTE 1991 ; FAY *et al.*, 1992 ; CONTRERAS *et al.*, 1992 ; GARCIA *et al.*, 1992).

CONCLUSIONS

In situ or *ex situ* conservation are not alternative terms but complementary ones. The survival of the endangered wild species is going to depend on a combined action in both directions and, in this sense, the use of tissue culture techniques in their propagation is a powerful tool.

It would be of vital importance to establish a network of *in vitro* culture units working in a coordinated way in the conservation of the more endangered species, given that the level of endemicity and vulnerability of the South-European flora is very high, especially in its island regions.

It would be necessary to encourage the existing units and promote the creation of new ones in Mediterranean countries that do not have this kind of facilities yet.

The cooperation and coordination on the works to be carried out by this future network of *in vitro* culture units is essential and must be especially emphasized in order to : avoid duplication of efforts ; achieve a correct application of the funding ; and maximize the number of endangered species subjected to micropropagation.

It is necessary to establish priorities at the time of choosing the endangered species which to work with. In this sense, special attention should be paid to those species already included in international treaties or conventions.

The researchers involved in the conservation of biodiversity, through biotechnological programmes, should be aware of the responsibility of knowing and respecting all the international ethical norms established on the use and management of phytogenetic resources.

REFERENCES

BRAMWELL, D. (1990). The role of *in vitro* cultivation in the conservation of endangered species, 3-15, *in* Conservation techniques in botanic gardens. HERNANDEZ-BERMEJO, J.E. ; M. C & V.H. HEYWOOD (eds.). Koeltz Scientific Books. Germany.

CIVERA, F. *et al.*, (1993). Iniciación de cultivos *in vitro* de la salvia de Mariola. X Reunión Nacional de la S.E.F.V. III Congreso Hispano-Portugués de Fisiología Vegetal. Libro de Resúmenes : 203. Pamplona. España.

CLEMENTE, M. (1990). La técnica de cultivo de tejidos vegetales aplicada a especies silvestres. Ponencia. V Congreso Latinoamericano de Botánica. La Habana. Cuba.

CLEMENTE, M. *et al.*, (1991). Micropropagation of *Artemisia granatensis* Boiss. **HortScience** 26 : 420.

CLEMENTE, M. (1991). The micropropagation Unit at the Córdoba Botanic Garden, Spain. **Bot. Gard. Micropropagation News.** 1 :30-31.

CONTRERAS, P. *et al.*, (1992). Propagación de *Artemisia granatensis* Boiss. Congreso Internacional ETNOBOTANICA'92. Córdoba. España. Libro de Resúmenes : 392. Jardín Botánico de Córdoba (ed.). España.

DAVIS, S.D. *et al.*, (1986). Plants in danger. What do we know? International Union for Conservation of Nature and Natural Resources. Gland & Cambridge.

DEBERGH, P.C. & READ, P.E. (1991). Micropropagation, 1-13, *in* Micropropagation : technology and application, DEBERGH, P.C. & R.H. ZIMMERMAN (eds.). Kluwer Academic Publishers. The Netherlands.

FAY, M. & CLEMENTE, M.(1992). The use of tissue culture techniques in the propagation of endangered species. Congreso Internacional ETNOBOTANICA'92. Córdoba. España. Libro de Resúmenes : 358. Jardín Botánico de Córdoba (ed.). España.

GARCIA *et al.*, (1992) Propagación de *Narcissus* sp. Congreso Internacional ETNOBOTANICA'92. Córdoba. España. Libro de Resúmenes : 393. Jardín Botánico de Córdoba (ed.). España.

GONZALEZ-BENITO, M.E. y PEREZ, C.(1992). Crioconservación de ejes embrionarios de *Quercus faginea* Lam. y *Corylus avellana* L. Congreso Internacional ETNOBOTANICA'92. Córdoba. España. Libro de Resúmenes : 412. Jardín Botánico de Córdoba (ed.). España.

IRIONDO, J.M. & PEREZ, C. (1990)a. Micropropagation of an endangered plant species : *Coronopus navassi (Brassicaceae).* **Plant Cell Reports** 8 : 745-748.

IRIONDO, J.M. & PEREZ, C. (1990)b. Application of *in vitro* culture techniques to the conservation of Iberian endemic plant species. **Bot. Gard. Micropropagation News** 1 : 4-6.

IRIONDO, J.M. & PEREZ, C. (1991). *In vitro* storage of three endangered species from S.E. Spain. **Bot. Gard. Micropropagation News** 1 : 46-48.

JACOBSEN, H.J. & DOHMEN, G. (1990). Modern plant biotechnology as a tool for the reestablishment of genetic variability in *Sophora toromiro*.**Cour. Forschungs Inst. Sencken**.125 : 233-237.

LLEDO, M.D. y AMO-MARCO, J.B. (1993). Efecto de las citoquininas sobre la tasa de multiplicación *in vitro* de dos especies de *Limonium (Plumbaginaceae)* endémicas de la comunidad valenciana. X Reunión Nacional de la S.E.F.V. III Congreso Hispano-Portugués de Fisiología Vegetal. Libro de Resúmenes : 202. Pamplona. España.

LLEDO, M.D. (1993). Preliminary remarks on micropropagation of threatened *Limonium* species *(Plumbaginaceae)*. **Bot.Gard. Micropropagation News** 1 : 72-74.

MARTIN, C. & PEREZ, C. (1992). Multiplication *in vitro* of *Limonium estevei* Fdez.Casas. **Annals of Botany** 70 : 165-167.

OLIVIER, L. (1993) Reports on several micropropagated. Botanic Garden Porquerolles (pers. comm.).

ORTEGA, C. (1984) Micropropagación de *Lotus berthelotii* Masf. *(Leguminosae)* un endemismo canario en peligro de extinción. **Bot. Macar.** 10 : 19-26.

ORTEGA, C. y GONZALEZ, C. (1986) Contribución a la conservación *ex situ* de especies canarias en peligro : propagación *in vitro* de *Senecio hermosae* Pitard. **Bot. Macar.** 14 : 59-72.

VAN VLIET, G. (1991). The role of botanic gardens. Curso Internacional para postgraduados «Técnicas de conservación en los jardines botánicos : Aplicación al área latinoamericana y del Caribe» La Habana. Cuba.

ECOLOGIA MEDITERRANEA XXI (1/2) 1995 : 299-304

L'appauvrissement de la flore et de la végétation des îles grecques, conséquence des activités humaines

The impoverishment of the Greek islands' flora and vegetation caused by human activities

Eva ECONOMIDOU*

RÉSUMÉ

La flore et la végétation des îles grecques, surtout celles de la Crète et des îles Egéennes, sont influencées depuis des siècles par les activités humaines. Cependant ces activités sont actuellement si intenses qu'elles modifient de manière dramatique la flore et la végétation de ces îles. La végétation et la flore des prairies humides et des sansouires sur les îles Egéennes et la Crète ont en effet subi de fortes dégradations : certains éléments sont aujourd'hui menacés d'extinction en raison de la petite étendue de certains biotopes sur les îles et de la tendance actuelle à modifier et à exploiter ces zones.

La flore et la végétation psammophiles subissent également une forte régression. Les îles de Skiathos, de Tinos et de Crète sont étudiées à titre d'exemple, mais d'autres îles et îlots sont menacés par ces activités humaines et offrent des cas similaires. Pour la sauvegarde de la flore et de la végétation des îles grecques, une planification intégrée et un aménagement régional soucieux des équilibres écologiques sont indispensables.

MOTS-CLES : îles grecques, flore, végétation, activités humaines, tourisme

ABSTRACT

The flora and vegetation of the greek islands, especially for Crete and the Aegean Islands, are affected throughout centuries by human activities. Nevertheless the present activities are so strong that they do modify dramatically the insular flora and vegetation. The wet meadows and salt marshes of the Aegean Islands and Crete have a sensitive flora and vegetation which have suffered an important regression : some elements are now threatened with extinction because of the small area of such biotopes and the present tendency to modify and exploit these zones.

The psammophilous flora and vegetation suffer also an important regression. The islands of Skiathos, Tinos and Crete are studied as examples. Other islands and islets are also threatened with human activities and offer exemplary cases. An integrated planning and a regional development aware of the balances of nature are essential for the conservation of the greek islands' flora and vegetation.

KEY WORDS : greek islands, flora, vegetation, human activities, tourism

INTRODUCTION

La flore et la végétation des îles grecques, surtout celles de la Crète et des îles Egéennes, sont influencées depuis des siècles par l'activité humaine. La présence de l'homme dans ces régions date -au moins- du paléolithique moyen, mais le grand développement de son activité a commencé pendant le cinquième et le sixième millénaire avant Jésus Christ. En Crète et dans les Cyclades, la civilisation était déjà très avancée au troisième millénaire. Les grandes villes de la civilisation créto-minoenne, Knossos, Phaestos et Malia, datent de 1900 avant J.C., tandis que l'âge d'or de cette civilisation se situe entre 1700 et 1450 avant J.C. (EKDOTIKI, 1970). Pendant la période hellénistique, l'île de Crète

* Musée Goulandris d'Histoire Naturelle
13, Levidou, 14562 Kifissia, Grèce

avait plus de cent villes-états. En passant les siècles, la végétation a été influencée selon les besoins des sociétés humaines (cultures, pâturage, coupe du bois pour la construction, les bateaux ou le chauffage, incendies, etc.).

Les activités humaines actuelles sont plus intenses et modifient de manière dramatique la flore et la végétation des îles : presque tous les types de végétation sont influencés par les incendies, le pâturage, les cultures, les carrières, la construction de routes et de bâtiments, l'urbanisation, etc. Plus particulièrement, la végétation et la flore des plages sableuses, des sansouires et des prairies humides ont subi une forte dégradation. Certains éléments sont menacés d'extinction à cause de la petite étendue de ces biotopes sur les îles ainsi que la tendance actuelle à modifier et à exploiter ces zones. C'est pourquoi nous nous focalisons, en les illustrant par quelques exemples, sur les modifications et la dégradation de ces biotopes pour montrer l'appauvrissement de leur flore et de leur végétation.

METHODES UTILISEES

Pour l'étude de l'appauvrissement de la flore et de la végétation des îles grecques, des relevés sur Skiathos, sur la Crète et les îlots crétois ont été faits d'après les méthodes sigmatistes (BRAUN-BLANQUET, 1951) ; pour les autres îles, des observations floristiques personnelles et des travaux publiés ont fourni des données utiles ; enfin des observations concernant les impacts humains sur le terrain et sur la flore et la végétation disparues ont été utilisées pour comparer la flore et la végétation d'autrefois à celles d'aujourd'hui.

RESULTATS

Nous donnons ci-dessous les résultats de l'étude de quelques îles que nous avons choisi à titre d'exemples. A Skiathos, une île des Sporades du Nord, l'influence du tourisme était faible jusqu'aux années 1970. Les impacts anthropogènes consistaient surtout en quelques incendies de maquis et de forêt, en pâturage exercé dans quelques lieux et en quelques cultures sur les petites plaines de l'île. Il y avait donc une grande diversité d'écosystèmes : des plages sableuses et des dunes aux prairies humides et aux sansouires, en passant par les forêts à Pin d'Alep, les hauts maquis et les garrigues à chêne vert. Dans la partie méridionale de l'île, de petites zones humides (lagunes et marais salants) ainsi que les sansouires, les prairies humides qui les entourent et quelques petits groupements à *Alnus glutinosa* et *Ulmus procera* présentaient une diversité particulière (ECONOMIDOU, 1969). Les lidos étroits situés entre les zones humides côtières et la mer étaient constitués de plages sableuses et de dunes avec une diversité de communautés : ***Ammophiletum arundinaceae, Agropyretum mediterraneum***, un groupement à *Sporobolus pungens*, etc. (ECONOMIDOU, 1969, GEHU, 1986). Sur la plage de Koukounariès, devant le lac de Strophilia en particulier, un bois à Pin pignon s'est maintenu jusqu'à ce jour. Aujourd'hui, au contraire, la communauté ***Ammophiletum arundinaceae***, très développée autrefois sur toutes les plages méridionales de l'île mais surtout à Koukounariès et Mandraki, est dégradée à cause de la fréquentation intensive des plages pendant la saison touristique. Les plantes psammophiles -*Calystegia sepium, Pancratium maritimum* et *Pseudorlaya pumila*- sont maintenant rares ou leurs populations très dispersées.

Dans les zones humides de l'île, plusieurs communautés halophiles s'étaient développées, comme ***Arthrocnemetum perennis, A. fruticosi, Salicornietum europaeae, Juncetum maritimi***, des bosquets à *Tamarix hampeana* et *T. parviflora* ainsi que des roselières à *Phragmites australis* (ECONOMIDOU, 1969, GEHU, 1986). Les prairies humides avaient une végétation très particulière ; nous avons distingué divers groupements végétaux : groupement à *Carex vulpina* et *Narcissus tazetta*, groupement à *Ranunculus marginatus* et *Rumex conglomeratus*, groupement à *Leucoium aestivum*, groupement à *Ranunculus velutinus*. Dans les stations plus sèches et influencées autrefois par des cultures, les prairies étaient envahies par *Inula viscosa* (ECONOMIDOU, 1969, 1972).

Pendant la décennie de 1970, des travaux d'aménagement ont été engagés pour répondre au développement touristique de l'île. La première victime de ce développement a été la lagune de Strophilia, avec ses sansouires et prairies humides, victime d'un surcreusement et d'un essai de transformation en marina. Les rives de la lagune ont été détruites et les groupements halophiles et les roselières sont maintenant limités à une zone très étroite. A la place des prairies humides il y a maintenant des surfaces plantées d'espèces exotiques après remblayage, et ceci afin d'aménager des terrains de golf. Les prairies humides de cette région ont disparu (ECONOMIDOU, 1982).

La deuxième victime du développement touristique a été une autre zone humide impor-

tante, la lagune de Skiathos, près de la ville, où il y avait une pêcherie traditionnelle. Des sansouires entouraient cette lagune ainsi que des prairies humides surtout représentées par un groupement de *Leucoium aestivum* (ECONOMIDOU, 1969). L'aéroport de Skiathos a été installé dans cette zone ; les sansouires et les prairies ont disparu (ECONOMIDOU, 1982). Entre-temps, les autres zones humides, plus petites, ont été limitées ou ont disparu. A leur place, de grands, voire d'énormes hôtels ou groupes touristiques (bungalows) ont été construits (ECONOMIDOU, 1982).

La disparition ou la dégradation des groupements de sansouire, des roselières et surtout des prairies humides a eu pour conséquence l'extinction ou la raréfaction de nombreuses espèces végétales. Ainsi dans les prairies humides, plus de 100 espèces qui y poussaient sont maintenant pour la plupart très rares ou même ont disparu, en particulier : *Leucoium aestivum, Narcissus tazetta, Orchis laxiflora, Trifolium patens, Microcala filiformis, Serapias lingua, Galium constrictum,* etc.

On constate qu'à Skiathos les prairies humides, les sansouires et les roselières ont subi une réduction de plus de 80%. Dans les Cyclades, les plages sableuses, les zones humides côtières et les ripisylves subissent des pressions similaires à celles de Skiathos, surtout à cause du développement touristique, de l'urbanisation, de la construction des routes et des résidences secondaires. A titre d'exemple, nous présentons l'île de Tinos en se basant sur les travaux de KYRTATOS (1988, 1989). Le type le plus commun de plages sableuses de l'île était caractérisé autrefois, en partant de la mer, par une ceinture sableuse bordée vers l'intérieur par un ***Agropyretum mediterraneum*** ; ensuite venaient des dunes hautes à sable mobile avec l'***Ammophiletum arundinaceae,*** et enfin un ***Juncetum maritimi-acuti,*** en milieu saumâtre, entre les dunes et en arrière de celles-ci.

La végétation naturelle a été éradiquée sur la côte et remplacée par des rangées denses de Tamarix. Les *Ammophila* et le sable ont disparu, et on trouve à leur place des pierres et des roches ou bien un sol de terre compactée (KYRTATOS, 1988).

Les marais saumâtres littoraux sont également maintenant très limités et dégradés. Les roselières à *Phragmites australis* occupent les endroits humides en eau douce ou légèrement saumâtre et se trouvent principalement en trois points de l'île. Leur composition végétale est relativement réduite et contiennent surtout *Phragmites australis* et *Typha latifolia.*

On observe aussi des formations à *Arundo donax* cultivées depuis longtemps et installées depuis quelques années dans plusieurs marais occupés autrefois par *Phragmites australis* ou *Juncus acutus*. Le groupement côtier de marais largement prédominant dans les Cyclades et surtout à Tinos est celui à *Juncus acutus* qui est sous l'influence de l'eau saumâtre. Mais cette communauté est aussi très limitée à cause de la rareté des plaines dans les Cyclades. Elle devient encore plus rare sous la pression du tourisme et de l'expansion urbaine. Aujourd'hui on trouve à Tinos divers stades de dégradation comme de denses groupements à *Juncus acutus* envahis par *Inula viscosa* ou une mosaïque de groupements à *Juncus acutus, Phragmites australis* et *Foeniculum vulgare* (KYRTATOS, 1989). A Tinos, on observe aussi des prairies humides très restreintes à *Schoenus nigricans* à la limite des marais et des cours d'eau.

Tous les groupements décrits ci-dessus présentent un grand recouvrement d'*Oxalis pes-caprae* et d'autres espèces hygro-nitrophiles.

La dégradation de la flore et de la végétation hygrophiles à Tinos et en général dans toutes les Cyclades est surtout due à l'assèchement pour la construction des résidences et des hôtels et à l'abaissement du niveau de l'eau souterraine en conséquence. La destruction de la végétation naturelle a été suivi par l'implantation de plantes adventives comme *Arundo donax, Oxalis pes-caprae,* des espèces de *Tamarix,* etc. (KYRTATOS, 1989).

La dégradation de la ripisylve tout le long des cours d'eau, que ceux-ci soient temporaires ou permanents, provient surtout de leur transformation en routes et en dépôts d'ordures. A Tinos, cette végétation comprenait un groupement à *Platanus orientalis* et *Salix alba* et un autre groupement à *Nerium oleander* et *Vitex agnus-castus* (KYRTATOS, 1988).

A Milos, une autre île des Cyclades, la végétation des plages est très dégradée alors que la végétation halophile des sansouires, restreinte à trois endroits, est aussi en voie de dégradation. Mais le grand problème pour la végétation est le développement énorme des carrières et des mines ainsi que l'exploitation de l'énergie géothermique. A Naxos le nouvel aéroport a été créé, il y a deux ans, sur une étendue de sansouires et de dunes près de la ville de Naxos. Dans la partie méridionale de l'île, de grands ensembles touristiques sont installés dans des zones sableuses à *Juniperus phoenicea.*

A Rhodes, dans le Dodécanèse, en plus de la dégradation littorale, la végétation et la flore unique d'une zone salée de l'intérieur de l'île ont disparu sans avoir été étudiées (CARLSTRØM, 1987).

Un autre exemple de l'occupation des zones humides côtières par les résidences principales et secondaires est fourni par l'île de Salamis près d'Athènes, en face du port du Pirée. La végétation des sansouires, autrefois très répandue dans le golfe de Salamis et aussi au nord-ouest de l'île, a maintenant disparu ou est en voie de disparition lorsqu'elle se trouve sur des terrains privés voués à la construction de résidences dans un avenir proche. Les groupements très particuliers à *Cardopathium corymbosum*, jusqu'à maintenant assez répandus sur le littoral de l'île, sont menacés des mêmes dangers. Les halophytes *Arthrocnemum glaucum, A. fruticosum, Suaeda vera, S. fruticosa* sont en voie de disparition (ECONOMIDOU, 1991).

En Crète, de grands problèmes apparaissent dans la zone littorale où il y a une dégradation générale de la végétation.

A Georgioupolis, sur le littoral septentrional, GRANDSTEIN & SMITTENBERG (1977) ont observé les associations suivantes :

a) ***Scirpetum maritimi*** et ***litoralis*** (var. ***inops***),
b) ***Juncetum subulato-maritimi***,
c) groupement à *Cyperus distachyus* et *Apium nodiflorum*,
d) groupement à *Schoenus nigricans* et *Centaurium pulchellum*,
e) groupement à *Festuca arundinacea* et *Elytrygia elongata*.

Aujourd'hui, seul le ***Scirpetum maritimi*** et ***littoralis*** est assez développé. Le ***Juncetum subulato-maritimi*** comprenant les marais salés est très limité et fragmentaire. Les trois derniers groupements sont très dégradés et aussi fragmentaires ; de plus ils sont en voie de disparition. L'***Ammophiletum arundinaceae*** installé sur les microdunes caractéristiques de la plage de Georgioupolis est également assez dégradé (ECONOMIDOU *et al.*, 1988a, 1989c).

La dégradation de la végétation est encore la conséquence de la construction des résidences secondaires et des petits hôtels sur les dunes et les zones humides (ECONOMIDOU *et al.*, 1990).

Le lac Kournas, le seul lac en Crète situé près de Georgioupolis, possédait une ripisylve à *Vitex agnus-castus -Nerium oleander -Rubus sanctus* (ECONOMIDOU *et al.*, 1988a, 1989c), maintenant presque détruite par les propriétaires des champs voisins. La ripisylve est aussi menacée par la baisse du niveau des eaux à cause du pompage excessif (ECONOMIDOU *et al.*, 1990).

Aujourd'hui il y a danger de dégradation même pour la plage sableuse de Geropotamos (Tymbaki), sur le littoral méridional de l'île, puisque des projets de création d'un aéroport et d'exploitation touristique de cette plage étendue modifieront tout le milieu (ECONOMIDOU *et al.*, 1990). Sur cette plage un ***Agropyretum mediterraneum*** (ou ***Eryngio maritimi-Elymetum farcti*** selon GEHU, 1987) se développe sur une ceinture de 7 km de long et de 100 à 500 m de large. Dans quelques endroits de cet ***Agropyretum*** poussent des espèces très intéressantes comme *Centaurea pumilio, Brassica tournefortii* et *Muscari spreizenhoferi* (ECONOMIDOU *et al.*, 1988a, 1989a).

Toutefois dans la région de Tymbaki les dégradations les plus graves concernent la ripisylve ainsi que les prairies humides. Cela est dû au puisage excessif des eaux de la rivière Geropotamos à partir de ses sources. Ce puisage est si intense que durant la période estivale jusqu'aux premières pluies le lit de la rivière est totalement à sec de ses sources jusqu'à la mer. La ripisylve est totalement détruite.

Dans quelques endroits on observe encore une ceinture très étroite de *Platanus orientalis, Salix alba* et *Ulmus procera*. Les berges sont occupées par des ordures, des rejets d'abattoirs et des débris de matériel de construction. Par ailleurs, l'eau reçoit les rejets des pressoirs à olives, et les formations végétales sont destructurées, hydrophiles et nitrophiles se mêlent (ECONOMIDOU *et al.*, 1988a, 1989a).

Les prairies humides sont maintenant totalement anthropogènes avec comme espèces dominantes *Oxalis pes-caprae, Inula viscosa* et une espèce étrangère de *Sorghum*. *Phragmites australis* pénètre partout. Il est fréquemment très bas et peu dense alors que quelques espèces nettement hygrophiles continuent tout de même à pousser : *Carex hispida, Ranunculus sardous, Equisetum ramosissimum, Erianthus ravennae, Dorycnium rectum, Althaea officinalis*.

Les étendues de roselières claires et de prairies humides étaient autrefois inondées par l'eau de la rivière ; ainsi les prairies étaient plus humides, les roselières et la ripisylve plus étendues.

La plage sableuse de Hierapetra, sur le littoral sud-oriental, constitue un biotope parti-

culier où pousse l'espèce nord-africaine *Lygeum spartum*. Aujourd'hui cette végétation est fortement dégradée à cause de la route littorale. De plus la plage est très fréquentée durant la saison touristique.

Mais des dangers menacent aussi la végétation et la flore de petites îles, comme par exemple Elaphonisos, Dionysades et Paximadia au sud-ouest, au nord et au sud de la Crète, Yioura et Kyra Panagia des Sporades du Nord. A Yioura, Kira Panagia et Dionysades, il y a beaucoup d'espèces chasmophytes intéressantes du point de vue phytogéographique, et quelques autres endémiques (SNOGERUP, 1991, CHRISTODOULAKIS *et al.*, 1988, 1990).

La flore et la végétation courent aussi des risques par suite du pâturage par les chèvres sauvages (Yioura et Kira Panagia) ou par les chèvres et moutons apportés sur les îles (Paximadia, Dionysades). Par ailleurs le séjour et les visites fréquentes, surtout des chasseurs (Dionysades, Sporades du Nord), provoquent des modifications de la flore et de la végétation (SNOGERUP, 1991, CHRISTODOULAKIS *et al.*, 1990, ECONOMIDOU *et al.*, 1988a, 1988b, 1990). Des essais de culture en quelques endroits dégradent la végétation (Dionysades).

Enfin, le tourisme peut provoquer des modifications dans des îles peu élevées qui présentent des superficies importantes de dunes, comme Elaphonisos en Crète. Sa végétation psammophile apparaît dans le relevé suivant :

Surface (m²)	100
Distance de la mer (m)	30
Exposition	S
Recouvrement (%)	25
Hauteur des dunes (m)	2
Ammophila arenaria subsp. *arundinacea*	3.3
Elymus farctus	2.2
Centaurea pumilio	2.1
Pancratium maritimum	1.1
Otanthus maritimus	1.2
Silene succulenta subsp. *succulenta*	1.2
Euphorbia paralias	1.1
Euphorbia peplis	+
Crithmum maritimum	+
Catapodium rigidum	+
Anthyllis hermaniae	+
Medicago marina	+
Juniperus oxycedrus subsp. *oxycedrus*	+

Des tentatives répétées pour l'utilisation touristique ont été faites pour Elaphonisos avec hôtels, terrains de sports, etc. Heureusement, ces plans n'ont pas abouti jusqu'à ce jour (ECONOMIDOU *et al.*, 1989a, 1990).

CONCLUSIONS

Le développement principalement touristique des îles grecques, mais aussi des autres activités comme l'agriculture, le pâturage, les carrières, la construction des routes et des bâtiments, etc., attaquent la végétation et la flore de ces îles, surtout dans leurs parties plates et littorales, qui présentent des groupements halophiles et psammophiles. Ces groupements végétaux ne sont pas très communs dans les îles et occupent fréquemment de très petites surfaces. En conséquence, chaque modification de leur environnement provoque souvent leur disparition dans l'aire insulaire. Les îles grecques risquent de perdre leur diversité à cause de l'extinction de la flore et de la végétation littorales.

Une planification intégrée et un aménagement régional en équilibre avec les écosystèmes et surtout avec la végétation sont indispensables. La gestion du milieu doit être écologique afin de conserver tous les types de végétation des îles ainsi que la flore endémique, et spécialement la végétation et les espèces hygrophiles, halophiles et psammophiles, qui deviennent très rares dans les îles grecques.

BIBLIOGRAPHIE

BRAUN-BLANQUET J., 1951. Pflanzensoziologie (2te Auflage). Springer Verlag. Wien.

CARLSTRØM A., 1987. A Survey of the Flora and Phytogeography of Rhodos, Simi, Tilos and the Marmaris Peninsula (SE. Greece, SW. Turkey). University of Lund.

CHRISTODOULAKIS D., *et al.* 1988. Chlorida, fitogeografia kai oikologiki simasia ton nision Dionysadon (N. Aigaio) (Flore, phytogéographie et importance écologique des îles Dionysades, Egée septen.). Praktika 11 Epistimonikou Synedriou E.E.B.E. (en grec).

-1990. Flora und Vegetation der Dionysaden-Inseln (Südägäis, Griechenland). Willdenowia, 19 : 425-443.

ECONOMIDOU, E. 1969. Geobotaniki Erevna Nisou Skiathou (Recherche Géobotanique de l'île de Skiathos). Filekpedeftiki Athinon. Thèse Université d'Athènes (en grec).

-1972. Application de l'analyse factorielle

des correspondances à l'étude phytosociologique des prairies humides des Sporades du Nord (Grèce). Dea : 45-65. Univ. Sciences et Techniques du Languedoc. Montpellier.

-1982. I Periferiaki Anaptixi ton Nisiotikon Systimaton se schesi me tin idiaiteri oikologia tous. Periptosi Borion Sporadon (Le développement régional des systèmes insulaires et ses rapports avec leur écologie particulière). Thèse Pantion Université d'Athènes (en grec).

-1991. Flore et Végétation de l'île de Salamina. In : Epsilon, 1991. Environmental Protection of Salamina Island. Coasts and Long Range Operational Needs. Medspa. EEC.

-*et al.* 1988a, 1990. Entopismos kai meleti ton igrobiotopon kai allon simantikon gia tin ornithopanida biotopon tis Kritis (Localisation et étude des lieux humides et d'autres biotopes importants pour l'avifaune en Crète). Vol. I et II. Université de Patras et Ministère de l'Environnement. Patras (en grec).

-*et al.* 1988b. Ecologie et végétation de quelques îlots au voisinage de la Crète. Rapp. Comm. int. Mer Medit. 31, 2 : 127.

-*et al.* 1989a. I oikologiki katastasi tou Delta tou Geropotamou, (Messara Kritis) (La situation écologique du Delta de Geropotamos, Messara de Crète). Praktika 11 Epistimonikou Synedriou E.E.B.E. (en grec).

-*et al.* 1989b. Elaphonisos (Chania) : ena idiaitero nisiotiko oikosystima kai i prostasia tou (Elaphonisos : un écosystème insulaire particulier et sa protection, Chania). Ibidem (en grec).

-*et al.* 1989c. I oikologiki simasia tis periochis Kourna-Georgioupolis (Dyt. Kriti) (L'importance écologique de la région de Kourna-Georgioupolis, Crète occidentale). Ibidem (en grec).

EKDOTIKI, 1970. Istoria tou Ellinikou Ethnous (Histoire de la Nation Hellénique). Vol. A. Proistoria kai Protoistoria. Ekdotiki Athinon, Athinai (en grec).

GEHU, J.M. *et al.*, 1986. Données synsystématiques et synchorologiques sur la végétation du littoral sédimentaire de la Grèce continentale. Documents phytosociologiques 10 : 43-92.

-*et al.* 1987. Données sur la végétation littorale de la Crète (Grèce). Ecologia Mediterranea 13 : 93-105.

GRANDSTEIN, S.R. & SMITTENBERG, J.H. 1977. The hydrophilous vegetation of Western Crete. Vegetatio 34 : 65-86.

KYRTATOS, N. 1988. Destruction de quelques biotopes côtiers menacés en Grèce. Rapp. Comm. int. Mer Medit., 31, 2 : 135.

-1989. Biotopes de l'île de Tinos (Cyclades, Mer Egée centrale) et leur destruction : Milieux humides sous l'influence de l'eau douce et saumâtre (dactylographié).

SNOGERUP, S. 1991. Endemism and disjunct populations on Yioura and Kira Panagia-an urgent case for conservation. Bot. Chron. 10 : 293-297.

ECOLOGIA MEDITERRANEA XXI (1/2) 1995 : 305-307

Vers un réseau de banques de graines en Méditerrannée

César GOMEZ CAMPO*

RÉSUMÉ

La création d'un réseau de banques de semences, permettant la conservation d'espèces végétales *"ex situ"*, devient petit à petit une réalité dans le bassin méditerranéen.

Après une présentation des différentes banques et une comparaison des techniques de conservation utilisées, l'auteur envisage la création de banques en Afrique du Nord, permettant la réalisation d'un réseau circumméditerranéen. Des doubles des échantillons existant devraient être réalisés afin de permettre leur conservation dans deux ou trois banques du réseau.

MOTS CLES : banque de semences, bassin méditerranéen, conservation, techniques de conservation

SUMMARY

The creation of a net of seed banks allowing plant species conservation *"ex situ"*, slowly becomes a reality in the Mediterranean basin.

After the presentation of the different existing seed banks and the comparaison of different conservation techniques today in use, the author views the creation of such banks in North Africa, permitting the realisation of a circummediterranean network. Copies of the existing samples should be done to permit their conservation in 2 or 3 banks of the network.

KEY WORDS : seed bank, mediterranean basin, conservation, conservation techniques

Il existe maintenant une nouvelle génération de banques de semences pour la conservation *ex situ* des espèces végétales, qui s'est surtout développée en région méditerranéenne occidentale. Cet ancien souhait - souvent exposé dans le cadre de réunions périodiques d'OPTIMA (Organisation pour l'Investigation Phytotaxonomique de l'Aire Méditerranéenne) depuis 1975 - est devenu une brillante réalité dans les premières années de notre décade.

A l'inverse des grandes banques de graines destinées aux plantes cultivées, ces banques sont petites. Elles sont, presque exclusivement, vouées aux espèces sauvages et sont, en général, dépendantes de jardins ou d'institutions botaniques.

Elles possèdent une autre caractéristique notable : les techniques qu'elles utilisent pour la conservation des graines comptent parmi les plus fidèles de celles aujourd'hui disponibles. Ceci est une heureuse constatation, car dans ces banques, sont souvent conservés de nombreux échantillons correspondants à des espèces endémiques et menacées, les plus rares et les plus précieuses.

La banque de Sóller, à Mallorca (1), est la dernière créée (1990), mais elle a réussi à atteindre un bon niveau de développement et, aujourd'hui déjà, elle garde 300 échantillons, presque tous constitués par différentes populations d'espèces endémiques des Iles Baléares. Les tubes à essais sont fermés à la flamme et contiennent du gel de silice.

La banque de Blanes, à Gerone (2), est également très récente (1989) et elle conserve

*Depto. Biología Vegetal. Escuela T.S. Ing. Agrónomos - Universidad Politécnica. 28040 - Madrid, Espagne

200 échantillons spécialisés en quelques genres (*Allium, Androcymbium, Antirrhinum, Lithodora,* etc.) et d'endémiques du NE de l'Espagne. Les tubes sont fermés avec un couvercle à vis en plastique avec du parafilm.

La banque de Cordoue (3) a été fondée en 1982 presqu'en même temps que le Jardin lui - même. Elle entretient 3000 échantillons provenant de divers programmes valorisant les taxons de l'Andalousie. Comme dans les cas précédents, les tubes contiennent du gel de silice. Ils sont fermés avec une pellicule de paraffine. Les tubes sont alors groupés et gardés à l'intérieur de pots type confiture.

La banque de Las Palmas (Iles Canaries) (4) existe depuis 1984. Elle conserve aujourd'hui près de 1000 échantillons d'espèces endémiques des Iles Canaries. La fermeture des tubes n'est assurée que par un bouchon de liège, mais, ceux-ci sont placés dans des pots du type de ceux indiqués pour la banque de Cordoue.

Le Jardin Botanique de Madrid existe depuis le XVIIIe siècle, mais il ne possède de banque de semences (5) que depuis 1987. Les récipients sont en plastique avec une fermeture en plastique. Avec environ 2000 échantillons de plantes en général spontanées, la banque est indépendante de la collection active d'échange du Jardin.

Notre banque de l'Université Polytechnique de Madrid (UPM) (6) est la plus ancienne (1966) et la méthode qu'elle utilise est exactement la même que celle décrite pour Sóller, c'est-à-dire, des tubes fermés à la flamme contenant du gel de silice. Après quelques essais de germination faits avec des graines qui avaient été conservées pendant 25 années, cette méthode a montré une haute efficacité (ELLIS *& al.* 1993). Nous avons environ 9000 échantillons dans la collection générale, mais seulement la moitié, à peu près, est conservée en chambre froide suivant cette méthode (une collection de crucifères, une autre espèce d'endémiques et une troisième de mauvaises herbes).

Il existe aussi une banque à Lisbonne (7), très importante parce qu'elle complète au Portugal le réseau déjà établi dans toute la Péninsule Ibérique. La méthode n'est pas très différente de celle utilisée dans les banques déjà décrites. Elle est spécialisée dans la flore portugaise.

La banque de Porquerolles (8), en France méditerranéenne, inclut elle aussi différents programmes et a joué un rôle très important dans le programme MEDSPA sur la Corse. Elle utilise au moins trois méthodes différentes pour la conservation, dont la plus parfaite est celle des tubes en verre avec du gel de silice et des couvercles à vis.

En Italie (Palermo, Sicile) et en Grèce (Patras), il existe des projets pour l'installation prochaine de deux banques supplémentaires. Quand ils seront réalisés, le réseau méditerranéen de banques de graines deviendra une réalité.

Il est évident qu'une stimulation pour l'établissement d'installations de ce type dans les pays de la côte Nord de l'Afrique sera un objectif prioritaire dans les prochaines années. C'est seulement quand l'Afrique du Nord comptera deux ou trois banques de graines pour les espèces rares et menacées de cette riche région que l'on pourra parler d'un vrai réseau circumméditerranéen.

On peut observer que dans toutes les banques existantes, on utilise du gel de silice à l'intérieur des tubes ou des pots qui contiennent les graines. Cette méthode fut utilisée pour la première fois dans notre banque de Madrid en 1966. Toutes les banques fonctionnent à des températures basses de conservation, entre -5°C et -20°C. Elles utilisent, presque toutes, le verre comme matériel pour les récipients.

Les plus grandes différences résident dans la méthode de fermeture des récipients contenant les graines. A notre avis, la fermeture à la flamme est la plus hermétique et la plus fidèle, mais il serait trés intéressant dans le futur, d'établir des comparaisons sur la fiabilité relative de différents procédés.

Ces dernières années, il est devenu évident que d'autres méthodes, telles que le complexe thermo-soudable de plastique et d'aluminium, ou les pots de confiture en verre fermés par des vis - souvent très utilisés dans les banques de graines de plantes cultivées - sont très loin d'être satisfaisants. Le plastique n'est pas aussi durable qu'on le pensait et, quand les graines sont aristées ou ont des rugosités, l'aluminium lui-même peut se crevasser. Pour les pots à vis, nous avons une expérience directe pour notre collection de mauvaises herbes : tous les cinq ans, il faut déshydrater et réaménager une grande partie des échantillons.

Maintenant que l'idée d'un réseau s'est déjà matérialisée dans les banques de graines de Méditerranée, l'échange de doubles d'échantillons conservés est fondamental (GOMEZ-CAMPO 1991). Il faut prévenir les risques et mettre en pratique la philosophie exprimée dans

l'expression espagnole «ne pas mettre tous les oeufs dans le même panier», une philosophie qui est inhérente à la conservation elle-même. Il faut agir de telle façon que chaque échantillon ait une réplique, dans au moins deux ou trois banques du réseau. Ces échanges ont déjà commencé entre les banques de Madrid (UPM), Cordoue et Las Palmas, et il serait souhaitable que cette pratique soit étendue jusqu'à ce qu'elle devienne une façon normale d'agir pour toutes les banques faisant partie de ce réseau.

Pour toute information complémentaire, nous fournissons les adresses des jardins ou des institutions où les banques précédentes sont situées.

(1) Jardín Botánico de Sóller, Ctra. Palma - Port de Sóller, Km. 30, Aptdo.55, 07100 Sóller, Mallorca, Baleares, España.

(2) Jardín Botánico Marimurtra, Paseo Carl Faust 10, Aptdo. 112, 17300 - Blanes, Girona, España.

(3) Jardín Botánico de Córdoba, Avda. de Linneo s/n., Aptdo. 3848, 14004-Córdoba, España.

(4) Jardín Botánico Canario «Viera y Clavijo», Excmo. Cabildo Insular de Gran Canaria, Aptdo. 14 de Tarifa Alta, 35017-Las Palmas de Gran Canaria. España.

(5) Real Jardín Botánico de Madrid, Plaza de Murillo 2, 28014 - Madrid, España.

(6) Departemento de Biología Vegetal. Escuela T.S. de Ingenieros Agrónomos. Universidad Politécnica de Madrid, Ciudad Universitaria, 28040-Madrid España.

(7) Departemento de Botanica. Instituto Superior de Agronomía, Tapada da Ajuda, 1399 - Lisboa, Portugal.

(8) Banque de Semences du Conservatoire Botanique National de Porquerolles. Parc National de Port-Cros. Le Castel Sainte-Claire, 83400 - Hyères, France.

Les banques espagnoles et la banque portugaise éditent ensemble un catalogue de graines sous le patronage le l'Asociacíon Ibero-Macaronésica de Jardines Botánicos (Anonyme, 1993), mais les semences offertes sont, de préférence, des semences conservées à court terme dans les collections actives.

Remerciements

L'auteur remercie les directeurs et/ou les conservateurs des banques de graines mentionnées pour les informations qu'ils ont apportées et qui ont été résumées ici. Il remercie également Mlle BALLESTEROS pour la mise au point de ce texte.

REFERENCES

Anonyme (1993) «Indices Seminum» Asociacíon Ibero - Macaronésica de Jardínes Botánicos.

ELLIS, R.H., HONG, T.D., MARTIN, M.C., PEREZ-GARCIA, F. and GOMEZ-CAMPO, C. (1993) .The long-term storage of seeds of seventeen crucifers at very low moisture contents. Plant Varieties and Seed, 6, 75-81.

GOMEZ-CAMPO, C. (1991). Conservación de la diversidad biológica fuera de su ambiente natural. En : Diversidad Biológica/Biological Diversity. Fundación R. Areces, 255-258. Madrid.

ECOLOGIA MEDITERRANEA XXI (1/2) 1995 : 309-311

Etudier ou conserver ? De la biologie des populations à la biologie de la conservation

Pierre-Henri GOUYON*

RÉSUMÉ

A l'urgence d'une réaction des scientifiques face à la diminution de la biodiversité répond d'une part le souci de la connaissance (description et inventaire) et d'autre part la nécessité de l'action raisonnée (questions appliquées, hypothèses). Pour répondre à cet enjeu, la biologie des populations, convergence de champs disciplinaires divers, doit rencontrer avec pertinence les structures chargées de la conservation (parcs et conservatoires), alliant ainsi la conservation à la problématique biodiversité. L'auteur, pour illustrer son propos, donne trois exemples : chez le thym *(Thymus vulgaris* L.), les chardons à petits capitules *(Carduus tenuiflorus* et *Carduus pycnocephalus)* et le blé *(Triticum aestivum).*

MOTS-CLES : Biodiversité, conservation, biologie des populations

SUMMARY

Facing biodiversity's diminution, two different scientific attitudes prevail : knowledge (inventory, description) and reasoned action (applied questions, hypotheses). As a response to this, population biology, a 20 years old discipline which combines several subjects around the concept of population, should meet fruitfully the institutions for conservation (nature reserves, botanical gardens) in order to put together conservation and the problematics of biodiversity. Three examples are given by the author to illustrate his mind : concerning thyme *(Thymus vulgaris* L.), thistle *(Carduus tenuiflorus* and *Carduus pycnocephalus)* and wheat *(Triticum aestivum).*

KEYWORDS : Biodiversity, conservation, population biology

Laissez-moi commencer cette intervention par une fable.

Il était une fois une petite planète qui hébergeait une société très évoluée. Cette société avait, à un haut point, développé le **goût du savoir** et de la philosophie. Elle était gérée par des sages. Soudain, ces **sages** se rendirent compte que des incendies s'allumaient un peu partout sur leur planète. Grâce à leurs connaissances immenses, ils détectèrent ces incendies très rapidement. Ils poussèrent un **cri d'alarme.** Ils se dépêchèrent d'aller **étudier** ce phénomène, soutenus par une opinion publique de plus en plus inquiète. Ils décidèrent qu'il était urgent de faire **l'inventaire** de tout ce qui pouvait brûler. Ils constatèrent ensuite que les flammes pouvaient prendre diverses **formes** qu'il convenait de décrire. La **nomenclature** des différentes formes de combustibles et de flammes devint une activité fertile qui occasionna maints **débats** et dépensa beaucoup **d'énergie** et .... de **temps.** Les citoyens finirent par douter de l'efficacité des sages qui allaient bientôt finir leur travail quand la dernière flamme consuma le dernier combustible laissant la planète dans un état de totale désolation. On peut imaginer une autre planète aux habitants beaucoup plus frustes. Ceux-ci auraient mis beaucoup **plus de temps** à repérer le phénomène. Les incendies ne leur inspirant qu'un réflexe de combat, ils essaieraient toutes sortes **d'actions.** On peut les imaginer jetant contre le feu toutes sortes de **projectiles** : du pétrole, de l'eau, de l'huile, du sable, du bois..... Ils constateraient alors que certaines actions sont **efficaces** alors que d'autres sont catastrophiques. Ils apprendraient comment agir et, s'ils le faisaient suffisamment vite, peut-être leurs ennuis seraient

*Université Paris Sud -Laboratoire d'évolution et de systématique végétale- Bât.362, 91405 ORSAY Cedex

plus que compensés par leur réussite. Ils auraient **appris à agir** au prix d'immenses erreurs que les sages précédents auraient pu aider à éviter.

Mes chers collègues, mon but ici est de vous dire à quel point les deux approches caricaturées ci-dessus ont besoin l'une de l'autre. Les **botanistes**, les **naturalistes**, ont attiré l'attention des habitants de notre planète sur les problèmes que pose à notre société la diminution de la **biodiversité**. Cet appel commence à être entendu. Des parcs, des conservatoires, diverses **structures** ont été mises en place. Que va-t-on y faire ? Allons-nous, comme les sages précédents, y réaliser des **inventaires** qui nous permettront de constater les dégâts ? Allons-nous comme les autres, agir au hasard jusqu'à ce que le jeu des essais-erreurs nous apprenne ce qu'il fallait faire ? J'espère que nous saurons éviter ces différents écueils.

La **connaissance et l'action** sont bien connues pour constituer des activités aussi complémentaires dans l'abstrait qu'antinomiques dans les faits. Il est de notre devoir de les allier dans la problématique biodiversité.

En effet, «**il y a le feu**» à la biodiversité. Nous devons apprendre à le contrôler, voire l'éteindre et ce, dans un délai raisonnable. Nous ne pouvons pas nous permettre de prétendre que nous saurons proposer des solutions après, quand nous saurons... Pour cela, la connaissance doit s'allier à l'expérimentation et à la théorie. Le **milieu académique** subodore cette nécessité. Le C. N. R. S. en France a produit une commission (la 30) dont cette intégration constitue la mission. Mais ce n'est pas, à mon avis, de ce milieu que viendra l'impulsion la plus profonde. Nous, universitaires et chercheurs, nous sommes coincés dans un jeu où nous sommes obligés d'être aussi forts que possible dans notre propre domaine et même, de défendre ce domaine, éventuellement **contre** d'autres. En fait, rien n'oblige le scientifique à sortir de son champ disciplinaire. Au contraire, tout le pousse à défendre son propre carré d'herbe. Parmi les rares ressorts qui aident la science à sortir de ses ornières, se trouvent les **questions appliquées**. J'y suis particulièrement sensible en tant que généticien. Vous le savez, la génétique est une production des horticulteurs et agronomes qui, particulièrement en France, ont eu bien du mal à faire admettre leurs découvertes par l'établissement universitaire.

Dès l'ouverture de ce colloque, le Directeur Régional de l'Environnement a défini l'objectif des études de conservation : «**Que faut-il protéger, pourquoi, comment** ?» Il est hors de question d'attendre les réponses aux premières questions avant de s'attaquer à la **dernière**. Or celle-ci demande des compétences en biogéographie, en génétique, en démographie, en écologie et en évolution. Elle demande la **convergence** d'approches incluant l'observation, l'expérimentation et la modélisation. Dans ce domaine, une discipline a émergé au cours des 20 dernières années. Il s'agit de la **biologie des populations**. Il s'agit d'allier toutes les approches tournant autour du concept de population (génétique et démographie d'abord mais aussi écophysiologie, morphologie etc...) pour tenter de connaître et de modéliser les **forces** qui agissent sur la taille des populations (croissance-envahisseurs, décroissance-extinction, stabilité) et sur leur composition génétique, le tout en relation avec leur environnement.

Je voudrais maintenant vous donner trois exemples :

Chez le thym (*Thymus vulgaris* L.)

L'étude de la **chimiotaxonomie** de l'espèce entreprise par J. PASSET (1) de l'Université de Pharmacie de Montpellier nous a conduit (2,3) à étudier d'une part le déterminisme génétique des variations et leur distribution spatiale (4,5). Ceci nous a amené d'une part à montrer qu'il s'agissait d'une différence **génétique simple** ne pouvant pas donner lieu à la création de *taxa* de quelque nature que ce soit, d'autre part, nous avons vu que la **migration très faible** des graines et du pollen dans cette espèce entraînait une différenciation sur quelques mètres et que, de ce fait, l'ensemble de la variabilité de l'espèce pouvait être trouvée sur des surfaces réduites (6). En fait, comme l'a dit le **Professeur Greuter** l'introduction dans une station, de graines allochtones n'a aucun effet étant donné la quantité **de graines locales** produites par les populations **sauf...** quand il n'y a plus de populations en place, après une **perturbation** par le feu ou la culture par exemple. Les populations de thym sont donc isolées tant qu'elles existent mais connectées entre-elles au moment de la fondation. Un tel ensemble de population, qui ne doit sa dynamique qu'aux perturbations suivies de recolonisations est appelé une métapopulation.

Nous avons pu montrer que cette structure en métapopulation, alliée à des mécanismes génétiques complexes impliquant des gènes mitochondriaux et nucléaires était responsable de l'existence d'une reproduction particulière, impliquant des plantes hermaphrodites et femelles (ou mâle-stérile) en proportion variant de 5 à 95 % avec une moyenne autour de 60 % de femelles (7, 8, 9), situation déjà remarquée par

Darwin (10). La diversité des systèmes de reproduction du thym est donc une conséquence de la dynamique de ses populations (11).

Chez les chardons à petits capitules (*Carduus tenuiflorus* et *Carduus pycnocephalus*)

Cette étude nous a montré que le même fonctionnement en métapopulations, mais avec des taux de perturbations beaucoup plus élevés amenait au contraire à une grande homogénéité entre sites. En revanche, chez ces espèces, la dynamique de la métapopulation nous a permis d'approcher la question de la sélection sur la migration elle-même. L'existence, dans chaque capitule, de deux types de graines, les unes dispersées, les autres non, permet d'étudier la façon dont les taux de dispersion évoluent. La modélisation du processus a permis de mettre en évidence deux aspects (12, 13) :

Pour un paysage (taux de perturbation, vitesse de recolonisation) donné, un certain taux de dispersion est maintenu par l'équilibre de deux forces antagonistes. Dans chaque population, les graines dispersées disparaissent et donc la **sélection** favorise les génotypes **les moins dispersants**. Mais la colonisation de nouveaux sites est réalisée par des graines migrantes de sorte que chaque population «démarre» avec une forte proportion de génotypes **dispersants**.

Toujours pour un paysage donné, si les plantes produisent une proportion de graines dispersées non adaptées, la **métapopulation s'éteint** (alors que chaque population croît en nombre, mais le nombre de fondateurs dans les sites vides diminue chaque année). De plus, le taux de dispersion sélectionné par la sélection naturelle dans un paysage peut amener la métapopulation à s'éteindre si le paysage change. Une constante dans ce processus est le fait que le **taux de dispersion sélectionné est toujours inférieur à celui qui minimise le risque d'extinction.**

Chez le blé (*Triticum aestivum*)

Nous avons décidé de tenter une expérimentation sur le blé *Triticum aestivum*. Une population créée par l'I.N.R.A. a été distribuée à 12 sites (Lycées agricoles, Ecoles agronomiques...). La divergence a été mesurée. Les premiers résultats montrent qu'en 8 ans de cultures locales, une **différence appréciable** s'est déjà produite entre les sites pour toute une série de caractères (barbes, résistances...). Cette expérimentation, conduite sous l'égide du ministère de l'agriculture, pourrait servir de modèle pour la conservation dynamique d'espèces sauvages. De ces études, nous pouvons tirer quelques hypothèses concernant la conservation.

La migration fait partie des facteurs essentiels qui déterminent le devenir d'une espèce d'une métapopulation, dans un paysage. La sélection naturelle conduit à un taux de migration «trop» faible. Peut-on aider une espèce en difficulté en augmentant artificiellement son taux de dispersion ?

La structuration de l'espèce en petites unités a des effets complexes qui ont conduit les biologistes de la conservation à s'interroger sur le dilemme du SLOSS (Single Large Or Several Small). En gros, on a parfois l'impression de devoir choisir entre une grande population, à l'extinction peu probable mais ne produisant pas d'adaptations locales, manquant d'«inventivité» évolutive et plusieurs petites potentiellement diverses mais éventuellement éteintes. La sélection naturelle n'a aucune raison de «conduire» les espèces vers une solution optimale. Devons-nous intervenir ici ? Si oui, comment ?

Pour finir

Ces quelques questions font partie de celles que nous, biogéographes, généticiens, démographes devons résoudre. Pour ce faire, il nous faut observer, modéliser, expérimenter. Nous savons que la simple création de parcs ne constitue pas une solution. On ne s'y éteint pas moins qu'ailleurs. Il nous reste à trouver les modes de gestion appropriés. Nous perdrions notre crédibilité si nous nous contentions d'un rôle de Cassandre sans rien proposer. Les organismes chargés de la conservation ont un rôle majeur à jouer, ils doivent être le point de rencontre des domaines utiles dans leur problématique. Pour cela, ils doivent, comme le mouvement s'amorce dans certaines structures, dépasser le stade de la description qui a été, à juste titre, leur préoccupation principale pour passer à celui de l'action raisonnée conduite à la suite d'études expérimentales, d'observations pertinentes et de prédictions théoriques.

ECOLOGIA MEDITERRANEA XXI (1/2) 1995 : 313-323

Aperçu sur les mesures réglementaires de conservation de la flore en Méditerranée

Overview of regulatory measures for the conservation of flora in the Mediterranean region

Cyril de KLEMM*

RÉSUMÉ

Cette communication se propose de passer en revue les conventions internationales, les instruments communautaires et les législations nationales en matière de conservation de la flore sauvage dans les Etats riverains de la Méditerranée. La limitation de la plupart des législations nationales à l'interdiction du prélèvement et du commerce des espèces protégées ne permet pas de conserver les habitats de ces plantes. La réglementation existante est très difficile à appliquer, tant en ce qui concerne les prélèvements illégaux que la destruction de plantes protégées au cours d'activités qui ne sont pas normalement soumises à autorisation. Il parait donc nécessaire de compléter les législations restrictives par des mesures incitatives fondées, par exemple, sur la conclusion de contrats. La présence d'espèces rares ou menacées devrait constituer, pour un propriétaire, un exploitant, voire une commune, une chance et non une charge. C'est possible, à condition que les moyens nécessaires soient dégagés.

MOTS-CLES : conservation, flore, régions méditerranéennes, mesures réglementaires

SUMMARY

This paper briefly reviews international conventions, European community instruments and national legislation relating to the conservation of wild plants in Mediterranean countries. Most national laws only apply to the collection of and trade in protected species and ignore habitat conservation requirements. Legislation as it stands is moreover difficult to enforce against unlawful taking, or the destruction of protected plants in the course of otherwise legitimate activities. It seems therefore that it is necessary to supplement regulatory measures by incentives founded, as appropriate, on the conclusion of management agreements. The presence of rare or endangered species on any land should be seen by the owner, or the municipality concerned, as an asset and not as a burden. This may be achieved of adequate financial incentives can be provided for that purpose.

KEY WORDS : conservation, flora, Mediterranean region, regulatory measures

LES TEXTES EN VIGUEUR

Conventions internationales

a) La Convention africaine sur la conservation de la nature et des ressources naturelles (Alger, 15 septembre 1968)

Cette convention s'applique à l'ensemble du continent africain. Parmi les pays riverains de la Méditerranée, l'Algérie, l'Egypte, le Maroc et la Tunisie y sont Parties. La Convention interdit la collecte des espèces végétales figurant sur une liste qui lui est annexée. Aucune espèce méditerranéenne n'est inscrite pour le moment sur cette liste.

b) La Convention relative à la conservation de la vie sauvage et du milieu naturel de l'Europe (Berne, 19 septembre 1979)

Cette convention a été conclue sous les auspices du Conseil de l'Europe, qui en assure le

*Consultant auprès d'organisations internationales
21, rue de Dantzig 75015 PARIS

secrétariat. La Convention est ouverte à tous les Etats membres de cette organisation et la grande majorité d'entre eux l'ont maintenant ratifiée. Les pays riverains de la Méditerranée qui en sont partie sont Chypre, l'Espagne, la France, la Grèce, l'Italie, Malte, Monaco et la Turquie. Le Portugal, qui n'est pas *stricto sensu* un Etat méditerranéen, mais dont la flore est en grande partie méditerranéenne, a également ratifié la Convention.

La Convention est également ouverte aux Etats non membres du Conseil de l'Europe qui ont été invités à y adhérer par le Comité des Ministres de cette organisation. L'Albanie, la Croatie, le Maroc, Monaco, la Tunisie et la Yougoslavie sont les Etats riverains de la Méditerranée qui ont jusqu'à présent reçu une telle invitation. Ainsi se dessine graduellement une volonté politique d'étendre le champ d'application de la Convention de Berne à une grande partie de la région méditerranéenne, en raison de la similitude de la faune et de la flore sauvages sur les deux rives de la Méditerranée.

Plusieurs articles de la Convention concernent la flore. L'article 2 établit une obligation de prendre les mesures nécessaires pour maintenir ou adapter les populations de plantes sauvages «à un niveau qui correspond aux exigences écologiques, scientifiques et culturelles, tout en tenant compte des exigences économiques et récréationnelles...». L'article 3 oblige les Parties à prendre les mesures nécessaires pour la mise en oeuvre de politiques nationales de conservation des habitats naturels et à prendre en considération la conservation de la flore sauvage dans leur politique d'aménagement et de développement ainsi que dans leurs mesures de lutte contre la pollution. Ces deux dispositions ont cependant un caractère très général et se prêtent mal à une transcription juridique précise dans les législations nationales. Il s'agit en fait plus d'orientations que de dispositions contraignantes.

Il en va différemment de l'obligation instituée par l'article 5 de la Convention. Cet article oblige les Parties à prendre «les mesures législatives et réglementaires appropriées et nécessaires pour assurer la conservation particulière des espèces végétales énumérées dans l'Annexe I» à la Convention. La cueillette, le ramassage intentionnels de plantes appartenant à ces espèces devront être interdits. La détention et la commercialisation de spécimens de ces espèces devront être interdites «en tant que de besoin».

A la date de l'adoption de la Convention, 119 espèces végétales étaient inscrites à l'Annexe I. La liste a été révisée en 1991 et comprend actuellement plus de 500 espèces, dont un nombre important d'espèces méditerranéennes.

L'article 4 de la Convention établit une obligation de prendre les mesures nécessaires pour protéger les habitats des espèces sauvages en général et plus particulièrement de celles qui sont inscrites aux Annexes, ainsi que les types d'habitats naturels en voie de disparition. Ainsi, des biotopes appartenant à des catégories qui sont considérées comme menacées doivent être préservés, indépendamment de la présence d'espèces inscrites aux Annexes.

c) La Convention sur le commerce international des espèces sauvages menacées d'extinction (CITES) (Washington, 6 mars 1973)

Cette Convention n'est mentionnée ici que pour mémoire, car les espèces végétales méditerranéennes qui sont inscrites dans ses Annexes et dont le commerce international est en conséquence réglementé, sont très peu nombreuses.

L'importation et l'exportation à des fins commerciales des espèces de l'Annexe I sont interdites. Dans tous les autres cas, par exemple pour les transactions à des fins scientifiques ou éducatives, il faut un permis d'importation et d'exportation. Pour les espèces figurant à l'Annexe II, le commerce international est autorisé, mais il faut des permis d'exportation dont l'existence et la validité doivent être vérifiées par le pays importateur. Les Parties ont l'obligation de prendre les mesures nécessaires pour interdire et sanctionner l'importation et l'exportation de spécimens en contravention aux dispositions de la Convention, ainsi que la détentionet le commerce intérieur des spécimens importés illicitement. Les Etats riverains de la Méditerranée Parties à la CITES sont l'Algérie, Chypre, l'Egypte, l'Espagne, la France, la Grèce, Israël, l'Italie, Malte, le Maroc, Monaco et la Tunisie.

d) La Convention sur la diversité biologique

Ouverte à la signature au sommet de Rio en juin 1992, cette nouvelle Convention, à portée mondiale, a pour objet la conservation de la diversité intra-spécifique et inter-spécifique ainsi que de celle des écosystèmes. Les Parties doivent, entre autres, établir un système d'aires protégées, réglementer ou gérer les ressources biologiques, restaurer les écosystèmes dégradés, protéger les espèces et populations menacées et identifier, réglementer ou gérer les processus et les activités qui peuvent avoir un effet défavorable important sur la diversité biologique. Les mesures de conservation *in situ* doivent dans la

mesure du possible être complétées par des mesures *ex situ*.

Toutes ces obligations sont évidemment très générales. Ainsi, il n'y a pas de listes d'espèces que les Parties s'engagent à protéger. Il aurait d'ailleurs été difficile de dresser une liste mondiale de ces espèces, qui serait certainement fort longue. Rien n'interdit, cependant, d'imaginer la conclusion dans l'avenir de protocoles à la Convention traitant de manière plus détaillée de certains aspects de la conservation de la diversité biologique et notamment de la flore.

La Convention est entrée en vigueur le 29 décembre 1993.

Communautés Européennes

a) La directive concernant la conservation des habitats naturels ainsi que de la faune et de la flore sauvages

Ce texte a été adopté par le Conseil de la Communauté le 21 mai 1992. Il oblige les Etats membres de l'organisation à prendre deux séries de mesures: l'interdiction du prélèvement et du commerce de certaines espèces considérées comme nécessitant des mesures de protection strictes; et la protection, au moyen de la désignation de zones spéciales de conservation, de l'habitat des espèces pour lesquelles cette mesure est considérée nécessaire. En outre, les Etats membres doivent également protéger des types d'habitats naturels, indépendamment des espèces protégées qu'ils peuvent contenir.

La liste des plantes protégées aux termes de la directive comprend 488 espèces, dont 429 nécessitant la désignation de zones spéciales de conservation pour la préservation de leur habitat. Il y a également une liste de plantes pour lesquelles les Etats membres peuvent prendre des mesures de limitation du prélèvement s'ils l'estiment nécessaire pour leur maintien dans un état de conservation favorable. Enfin, la directive comprend aussi une liste des différents types d'habitats que les membres doivent conserver. Il y en a 124, regroupés en grandes catégories: habitats côtiers, végétation halophile, dunes maritimes et continentales, habitats d'eaux douces, landes, matorral, formation herbeuses, tourbières, habitats rocheux, grottes, forêts. A l'intérieur de chacune de ces catégories sont énumérées les associations phytosociologiques qui sont considérées comme étant d'intérêt communautaire et qui doivent en conséquence être préservées par la désignation de zones spéciales de conservation. C'est la première fois qu'un instrument international organise la protection de types d'habitats et de phytocénoses nommément énumérées.

Les zones spéciales de conservation doivent être désignées dans un délai maximum de douze ans à compter de la date d'entrée en vigueur de la directive et constitueront un réseau qui portera le nom de Nature 2000. Le type de mesures de conservation nécessaires dans les zones désignées est laissé à la discrétion des Etats membres, car une directive ne lie ces derniers que sur les objectifs à atteindre et les laisse libres du choix des moyens à mettre en oeuvre pour s'acquitter de leurs obligations.

b) Le règlement relatif à l'application de la CITES dans la Communauté Européenne

A la différence des directives, les règlements sont immédiatement obligatoires pour les Etats membres sans nécessiter de transposition dans les législations nationales.

Ce texte, qui a été adopté le 3 décembre 1982, rend l'application de la CITES obligatoire dans toute la Communauté (y compris donc pour les Etats membres qui ne sont pas parties à la Convention) et établit en même temps un certain nombre de règles qui vont plus loin que celles de la Convention.

Le règlement comprend, en particulier, une Annexe C-1 où sont inscrites des espèces figurant à l'Annexe II de la Convention que les Etats membres doivent traiter comme si elles figuraient à l'Annexe I. Toutes les espèces d'orchidées européennes et trois espèces de cyclamens sont inscrites à cette Annexe et nécessitent donc des permis d'importation pour pouvoir être introduites dans la Communauté. Leur commerce est interdit, sauf si elles ont été prélevées légalement dans un Etat membre. Il existe aussi une Annexe C-2, sur laquelle figurent tous les cyclamens autres que ceux qui sont énumérés à l'Annexe C-1. L'importation des espèces de l'Annexe C-2 nécessite aussi une autorisation mais dans des conditions moins strictes que pour celles de l' Annexe C-1.

Législations nationales

Albanie

Une loi sur la protection de l'environnement a été adoptée tout dernièrement. Il est prévu d'adopter ensuite une réglementation sur la protection de la flore.

Algérie

La loi du 5 février 1983 relative à la

protection de l'environnement interdit la destruction, la coupe, la mutilation, l'arrachage ou l'enlèvement des espèces végétales et de leurs fructifications dont la liste doit être établie par règlement. Sont également interdits le transport, le colportage, l'utilisation, la mise en vente, la vente et l'achat de spécimens de ces espèces. Enfin, la destruction, l'altération ou la dégradation du milieu particulier à ces espèces est aussi prohibée.

Un décret sur la protection de la flore comprenant une liste d'espèces protégées a été préparé mais n'avait pas encore été adopté en mai 1993. Il devrait être suivi d'un arrêté relatif aux modalités d'utilisation de ces espèces. Une liste de 132 espèces de flore à protéger a été préparée dès 1986.

Chypre

Les plantes poussant dans les forêts appartenant à l'Etat sont considérées comme des produits forestiers et ne peuvent être coupées ou enlevées sans autorisation. Cette règle s'applique également aux fleurs sauvages. Il était envisagé d'adopter une législation spécifique sur la protection de la flore après la ratification de la Convention de Berne par Chypre.

Croatie

La protection de la flore continue à être régie par une loi de 1976 sur la protection de la nature. Une nouvelle loi devrait cependant être adoptée prochainement. Pour le moment, seules 44 espèces végétales sont protégées aux termes de la loi existante.

Espagne

La loi nationale du 27 mars 1989 sur la conservation des espaces naturels et de la flore et de la faune sauvages est une loi cadre qui contient des règles de base applicables sur toute l'étendue du territoire national. Dans les limites tracées par cette loi, les Communautés Autonomes peuvent établir leurs règles propres.

L'article 29 de ce texte prévoit l'établissement de listes d'espèces en danger d'extinction, sensibles à l'altération de leur habitat, vulnérables et «d'intérêt spécial». Ces listes seront dressées par règlements. Les Communautés Autonomes peuvent établir leurs propres listes mais ne peuvent déroger aux listes nationales.

Les plantes classées en danger d'extinction ou sensibles à l'altération de leur habitat ne peuvent être intentionnellement détruites, mutilées, coupées ou arrachées. Leurs graines, leur pollen et leurs spores sont également protégés. La détention, la naturalisation, le transport, la vente, l'exposition pour la vente, l'importation et l'exportation de spécimens de ces plantes sont interdits. Des dérogations peuvent cependant être consenties dans les conditions établies par les règlements d'application.

Pour les espèces en danger d'extinction, il faudra élaborer des plans de rétablissement, dans lesquels seront déterminées les mesures nécessaires pour éliminer le danger d'extinction. Pour celles qui sont sensibles à l'altération de leur habitat il faudra des plans de conservation de l'habitat. La destruction de l'habitat des espèces en danger d'extinction ou sensibles à l'altération de leur habitat constitue une infraction administrative.

Le classement d'une espèce dans la catégorie «vulnérable» entraîne l'obligation d'élaborer un plan de conservation et, le cas échéant, de protéger son habitat.

Le classement d'une espèce dans la catégorie «d'intérêt spécial» entraîne l'obligation d'élaborer un plan de gestion dont l'objet est de déterminer les mesures nécessaires pour maintenir les populations de l'espèce concernée à un niveau adéquat.

L'élaboration et l'adoption des différents types de plans prévus par la loi incombent aux Communautés Autonomes.

La destruction, la détention et le commerce, y compris le commerce international, de toutes les espèces inscrites sur les listes sont interdits.

Un décret du 30 mars 1990 pris en application de la loi de 1989 établit les listes des espèces en danger d'extinction et d'intérêt spécial. La première comprend 55 espèces de plantes et la seconde seulement cinq.

Certaines Communautés Autonomes ont déjà adopté des textes législatifs en application de la loi cadre de 1989. C'est le cas, par exemple, de la Communauté de Madrid qui, par une loi du 14 février 1991, prévoit l'élaboration de listes régionales reprenant les quatre catégories de la loi nationale et imposant l'élaboration des mêmes types de plans pour le rétablissement, la conservation des habitats et la gestion de ces espèces. Il y a également une obligation de ne pas détruire l'habitat des espèces inscrites sur la liste. Les interdictions sont les mêmes que dans la loi nationale.

Toute activité dans les espaces forestiers qui affecterait des espèces protégées doit être autorisée par l'Agence régionale de l'environnement. Lorsque la protection de certaines espèces l'exige et qu'il n'est pas possible d'autoriser une exploitation forestière dans des conditions normales, l'Agence peut fixer des conditions à cette exploitation ou proposer la création de zones de protection temporaire qui seront établies par décrets. L'Agence dispose de pouvoirs d'inspection et de surveillance sur les propriétés où poussent des espèces protégées.

Dans des Communautés Autonomes riveraines de la Méditerranée, la Catalogne et la région de Valence avaient déjà adopté leur propre législation de protection des plantes avant le vote de la loi de 1989.

En Catalogne, la loi du 13 juin 1985 sur les espaces naturels prévoit des mesures de protection pour les espèces végétales qui le nécessitent. La destruction et l'arrachage de ces plantes et, le cas échéant, leur récolte et leur commercialisation sont interdits. Le milieu naturel dans lequel elles vivent est également protégé.

Dans la Communauté de Valence, un arrêté du 20 décembre 1985 interdit la récolte, la coupe et l'arrachage ainsi que l'utilisation des parties et graines d'un certain nombre d'espèces intégralement protégées et la commercialisation de tout spécimen de ces espèces. Toutes ces activités sont soumises à autorisation en ce qui concerne certaines autres espèces. Enfin, pour une troisième catégorie d'espèces, l'abattage et l'arrachage sont soumis à autorisation, mais pas la fauche ou la collecte de parties ou de graines, sauf lorsque la récolte est effectuée à des fins industrielles ou commerciales. La récolte des feuilles du palmier *Chamaerops humilis* à des fins artisanales n'est pas soumise, cependant, à autorisation. Lorsque des plantes figurant sur la liste des espèces protégées entrent dans le territoire de la Communauté de Valence, leur circulation et leur commerce ne seront autorisés que s'il peut être apporté la preuve qu'elles ont été récoltées légalement dans leur lieu d'origine.

France

La loi sur la protection de la nature du 10 juillet 1976 (maintenant incorporée dans le Code rural) interdit la destruction, la coupe, la mutilation, l'arrachage, la cueillette ou l'enlèvement des espèces de flore protégées ou de leurs fructifications ainsi que leur transport, colportage, utilisation, mise en vente, vente ou achat. La destruction, l'altération ou la dégradation du milieu particulier de ces espèces sont également interdites.

Le décret d'application de cette disposition, en date du 25 novembre 1977, précise que les listes d'espèces protégées seront fixées par arrêtés. Il restreint, en outre, la portée des interdictions établies par la loi dans la mesure où il dispose que les arrêtés en question doivent préciser la nature des interdictions applicables aux espèces concernées. Cela signifie que le pouvoir réglementaire peut, pour chaque espèce, choisir parmi les interdictions fixées par la loi celles qui lui paraissent les mieux adaptées à la protection de chaque espèce.

Le premier arrêté, en date du 20 janvier 1982, comprend une liste de 363 espèces végétales dont la destruction (mais pas la cueillette), l'utilisation et le commerce sont interdits sur toute l'étendue du territoire national. Pour 30 autres espèces, l'arrêté interdit également leur destruction et soumet à autorisation du ministre chargé de la protection de la nature leur ramassage, récolte, utilisation, transport et cession à titre gratuit ou onéreux.

Cet arrêté a été complété par la suite par d'autres arrêtés protégeant certaines espèces dans des régions déterminées. Il est prévu, à terme, qu'il y aura un arrêté pour chaque région. Les arrêtés régionaux établissent des règles plus strictes en matière de prélèvement que l'arrêté national. En effet, ils n'interdisent pas seulement la destruction des plantes protégées, mais aussi leur coupe, mutilation, arrachage, cueillette et enlèvement, suivant en cela les termes de la loi de 1976.

Sur les trois régions qui sont riveraines de la Méditerranée, la Corse et la région Provence-Côte-d'Azur bénéficient d'un arrêté sur la protection des plantes. L'arrêté relatif à la région Languedoc-Roussillon est en cours de préparation.

L'arrêté national de 1982 et tous les arrêtés régionaux adoptés jusqu'à présent établissent une dérogation générale à l'interdiction de détruire les plantes protégées lorsque la destruction est la conséquence d'opérations d'exploitation courante des fonds ruraux sur les parcelles habituellement cultivées. Il en résulte que la destruction de plantes protégées pour tout autre motif, par exemple pour la construction d'une route ou d'un bâtiment ou pour la mise en culture d'un espace recouvert de végétation naturelle, est illégale.

L'interdiction de détruire, altérer ou dégrader les milieux particuliers des espèces protégées, c'est-à-dire les biotopes auxquels elles sont inféodées, qui figure dans la loi de 1976, n'a été

reprise dans aucun des arrêtés ultérieurs. Le décret du 25 novembre 1979, cependant, habilite les préfets de départements à fixer par arrêté les mesures tendant à favoriser la conservation des biotopes ou formations naturelles peu exploitées par l'homme, dans la mesure où ils sont nécessaires à la survie d'espèces protégées. Les préfets peuvent donc interdire les activités susceptibles de porter atteinte aux habitats des plantes protégées par l'arrêté national ou les arrêtés régionaux; mais, sur plus d'un millier d'espèces végétales ainsi protégées, bien peu, une vingtaine peut-être, ont jusqu'à présent fait l'objet de tels arrêtés de protection du biotope.

Il existe aussi un arrêté national, en date du 13 octobre 1989, dont l'objet est de permettre la réglementation de la récolte et du commerce d'espèces de plantes recherchées par le public ou par des professionnels à des fins ornementales, médicinales, alimentaires, culturelles, industrielles ou horticoles, afin d'éviter leur surexploitation. La liste de ces espèces est donnée. Elle comprend tous les champignons non cultivés, les lichens fruticuleux, les sphaignes et un certain nombre de plantes vasculaires, comme par exemple les lis *(Lilium)*, les narcisses *(Narcissus)* et toutes les espèces du genre *Vaccinium*.

Ces espèces ne sont pas directement protégées par l'arrêté, qui habilite simplement les préfets à prendre des arrêtés fixant, dans chaque département, la liste des espèces concernées, la période d'application de l'interdiction ou de la réglementation, l'étendue du territoire concerné, les conditions d'exercice de la récolte ou de la cession, les parties ou produits éventuellement concernés, ainsi que la qualité des bénéficiaires des autorisations éventuelles de récolte ou de commerce.

Ainsi, dans le département du Var, un arrêté préfectoral en date du 20 août 1990, interdit le ramassage, la récolte et la cession à titre gratuit ou onéreux de treize espèces, la plupart à valeur ornementale, et la cession d'une quatorzième, le houx, *Ilex aquifolium*.

Enfin, un arrêté national du 12 octobre 1987 soumet à autorisation la culture des espèces protégées par l'arrêté de 1982. L'autorisation attribue un numéro d'identification qui doit être mentionné sur tout catalogue proposant à la vente les espèces concernées. Le bénéficiaire d'une autorisation ne peut se procurer le matériel végétal nécessaire au lancement de sa production qu'auprès d'un autre producteur autorisé, par importation, ou par prélèvement dans la nature autorisé par le ministre. Il doit tenir un registre des spécimens entrés et sortis ainsi que leur provenance et leur destination. L'importation des espèces protégées est aussi soumise à autorisation. Il y a également un numéro d'identification qui doit être mentionné sur tout catalogue ainsi que l'obligation de tenir un registre des entrées et des sorties.

La mise en vente des spécimens cultivés ou importés des espèces protégées par l'arrêté de 1982, enfin, nécessite également une autorisation. Le bénéficiaire de l'autorisation doit porter sur chaque spécimen ou lot de spécimens destinés au consommateur final une étiquette mentionnant son identité, son numéro d'identification, le nom scientifique de la plante et la quantité de spécimens contenue dans le lot. Chaque étiquette est numérotée et son numéro reporté dans le registre. Les spécimens sans étiquette sont réputés issus du milieu naturel et les vendeurs et acheteurs sont passibles des sanctions établies par la loi de 1976.

Grèce

Un décret présidentiel du 29 novembre 1981 interdit la récolte, la transplantation, l'arrachage, la cueillette, le transport, la vente, l'achat, l'exportation et la destruction par tous moyens des espèces inscrites sur une liste. Cette liste comprend plus de 650 espèces.

Israël

La loi de 1992 sur les parcs nationaux et réserves naturelles, qui ne fait d'ailleurs que reprendre en la matière des dispositions antérieures, établit un régime de protection des espèces animales et végétales qualifiées de «valeurs naturelles» *(natural assets)*. Les listes d'espèces protégées sont fixées par arrêtés. La destruction, la cueillette et l'arrachage des plantes protégées sont interdits ainsi que leur détention, commerce, importation et exportation, sauf autorisation. Il y a une liste de 80 taxons de plantes protégées comprenant plusieurs genres tout entiers et toutes les orchidées. Les espèces protégées peuvent l'être dans tout le pays ou dans certaines régions seulement.

Italie

Il n'existe pas de loi cadre nationale sur la protection de la flore sauvage, à l'exception de quelques textes relatifs aux plantes médicinales et à la récolte des truffes. En l'absence d'une telle loi, les régions ont compétence pleine et entière pour légiférer sur la question. La majorité d'entre elles ont adopté leur législation propre en la matière. Seules quelques régions du sud : Calabre, Campanie, Pouille, Sardaigne, Sicile, semblent en être encore dépourvues.

Les législations régionales sont assez différentes. En voici quelques exemples.

Certaines régions protègent l'ensemble de la flore sauvage d'une manière générale, tout en accordant une protection particulière à un petit nombre d'espèces menacées. Ainsi, le Frioul-Vénétie-Julienne, dans une loi du 3 juin 1981, interdit l'enlèvement et la destruction des parties souterraines, des fruits et des graines de toutes les espèces et n'autorise la cueillette que de dix tiges florifères ou frondes de fougères par espèce, par personne et par jour, ou d'un kilogramme de mousses ou lichens à l'état frais. Tout commerce de plantes sauvages est interdit. Il y a bien entendu une dérogation générale à l'interdiction de destruction en faveur des propriétaires fonciers et exploitants agricoles, ainsi que pour la fauche des pâturages. Pour quelques espèces la cueillette et la destruction sont totalement interdites. Enfin, pour un certain nombre de plantes comestibles (asperges sauvages, baies) la récolte est autorisée dans la limite d'un kilogramme de poids frais par jour et le commerce des spécimens ainsi obtenus est permis.

En Vénétie, aux termes d'une loi du 25 novembre 1974, la limite quotidienne est de six tiges florifères pour toutes les espèces de plantes sauvages vasculaires et d'un kilogramme pour les mousses et les lichens. Il y a une dérogation générale pour les terrains cultivés et les prairies de fauche. Le commerce de plantes sauvages est interdit. Il y a aussi une liste de plantes complètement protégées ainsi qu'une interdiction générale de prélèvement de la flore dans certaines régions.

En Ligurie, la loi du 30 janvier 1984 établit une liste d'espèces très rares qui sont intégralement protégées, sauf sur les terrains cultivés, et une liste d'espèces en voie de raréfaction pour lesquelles la cueillette est limitée à cinq exemplaires par personne et par jour. Les organes souterrains de ces plantes ne peuvent être détruits ou endommagés, sauf sur les terrains cultivés. Tout commerce de plantes protégées est interdit. Il n'y a pas de restrictions au prélèvement et au commerce des autres plantes, sauf dans les parcs naturels régionaux et paysages protégés, où il existe une interdiction générale de déraciner les plantes sauvages dans certaines zones, sauf au cours d'activités agricoles ou sylvicoles, et de cueillir les plantes poussant dans certains habitats particuliers: parois rocheuses, éboulis, plages, zones humides.

En région Abbruze, la loi du 11 septembre 1979 contient une liste de plantes protégées qu'il est interdit de récolter, d'endommager ou de détruire. En ce qui concerne les espèces qui ne sont pas protégées, il est interdit de cueillir plus de dix tiges florifères par jour. La loi interdit également la destruction des plantes lithophiles et de la végétation pionnière des sables et des dunes ainsi que la destruction et la récolte des mousses, lichens, plantes herbacées, fleurs et arbustes dans les zones de montagne.

Dans le Basilicate, la loi du 22 mai 1980 prévoit l'élaboration d'une liste d'espèces intégralement protégées, dont la destruction, la récolte, la destruction et le commerce seront interdits, ainsi que d'une liste d'espèces partiellement protégées dont les organes souterrains ne peuvent être arrachés ou mutilés et dont le prélèvement sera limité. Les zones caractérisées par la présence d'associations végétales d'intérêt floristique ou écologique particulier seront identifiées et il sera interdit dans ces espaces de détruire les plantes qui y poussent et d'altérer les associations végétales. Mais, en fait, il s'agit là de la création de réserves naturelles.

Malte

La nouvelle loi sur la protection de l'environnement du 26 février 1991 habilite le ministre compétent à déclarer, par arrêtés, des espèces de flore protégées. Un arrêté de 1993 protège ainsi dix espèces. Il est interdit de couper, déraciner ou endommager délibérément des plantes appartenant à ces espèces. Il est également interdit de vendre, importer ou exporter des spécimens de ces plantes. Des autorisations pourront être accordées en vue de la propagation artificielle de ces espèces. L'importation de toute espèce de flore peut être interdite lorsqu'elle peut comporter des risques pour l'intégrité biologique de l'île ou pour d'autres raisons d'intérêt national.

Slovénie

La législation de base est la loi de 1981 sur le patrimoine naturel et culturel, toujours en vigueur. Une loi sur l'environnement est toutefois en cours d'adoption. Il s'agit d'un texte très général, qui sera suivi d'une loi spéciale sur la conservation de la nature. 28 espèces de plantes sont protégées pour le moment aux termes de la législation en vigueur.

Tunisie

Le nouveau Code forestier tunisien approuvé par une loi du 13 avril 1988 interdit de détruire, couper, mutiler, arracher, cueillir, enlever, transporter, colporter, offrir, mettre en vente, vendre ou acheter tout ou partie des espèces végétales protégées ou de leurs fructifications.

Un arrêté du ministre de l'agriculture établira la liste des espèces protégées. Cet arrêté n'est pas encore paru.

Turquie

Il n'existe pas encore de loi sur la protection de la nature et donc pas de liste de plantes protégées. Des textes ont, cependant, été adoptés en 1989, puis en 1991, pour réglementer l'exportation des bulbes de certaines espèces qui faisaient l'objet d'un commerce international considérable et donc de prélèvements massifs dans le milieu naturel. Toute exportation de plantes sauvages est soumise à autorisation. Un comité technique établit des contingents d'exportation annuels et peut interdire complètement l'exportation de bulbes de certaines espèces. Les exportateurs doivent respecter certaines conditions, notamment en ce qui concerne le stockage des bulbes entre la date où ils ont été récoltés et celle de leur exportation.

Autres pays

Il ne semble pas qu'il existe de législation de protection de la flore en Egypte, au Liban, en Libye et en Syrie. Au Maroc, certains arbres, notamment l'arganier, bénéficient de mesures de protection aux termes de la législation forestière.

LES INSUFFISANCES DES TEXTES

L'on assiste depuis quelque temps à une généralisation et à un allongement progressif des listes d'espèces protégées. Cette protection est, cependant, le plus souvent limitée à l'interdiction du prélèvement et du commerce. Or, il est de plus en plus évident que le prélèvement est loin de constituer la menace principale pour la plupart des espèces concernées. En outre, de longues listes de noms scientifiques d'espèces que bien peu de personnes sont en mesure d'identifier rend toute application effective quasiment impossible. Il est bien connu qu'en matière de plantes protégées les infractions à la réglementation sont rarement constatées et, quand elles le sont, encore plus rarement suivies de poursuites et de condamnations. Cette législation «sur le papier» n'en a pas moins une certaine utilité dans la mesure où elle permet de mieux légitimer des mesures de protection des habitats.

Protéger l'habitat d'une espèce menacée se heurte à de nombreux problèmes que les textes ont du mal à résoudre. La méthode la plus communément utilisée consiste à interdire la destruction des plantes protégées. Prise à la lettre, en effet, une telle interdiction signifie nécessairement que toute altération du milieu naturel qui entraîne la destruction des plantes protégées qu'il contient est également interdite. Ainsi, l'interdiction de détruire des sphaignes ou des droseras revient à protéger les tourbières, et celle de détruire des posidonies (c'est le cas en France) à protéger les herbiers que constituent ces plantes marines.

Cette interdiction de détruire peut toutefois être elle-même difficile à traduire dans les faits et à faire appliquer effectivement, ne serait-ce que parce que les non botanistes, c'est-à-dire l'immense majorité de la population, ne peuvent pas savoir si leurs activités détruisent des plantes protégées. On ne peut évidemment pas commencer par faire un relevé botanique avant d'entreprendre la moindre opération en milieu rural. Les études d'impact sont nécessairement réservées aux projets importants.

Conscient de cette difficulté, le législateur se borne donc généralement à interdire la destruction «délibérée» de plantes protégées. C'est la solution qui a été retenue par les rédacteurs de la Convention de Berne et de la directive communautaire sur les habitats.

Ce type de disposition met à l'abri des poursuites tous ceux qui ont agi par ignorance. Le terme est cependant ambigu, dans la mesure où on ne sait pas bien si le fait de détruire sciemment une plante protégée dans le courant d'une activité licite, par exemple la construction d'un bâtiment ou d'un chemin ou la mise en culture d'une parcelle est interdit ou pas.

La législation britannique de conservation de la nature est un exemple de texte qui s'efforce de lever cette ambiguïté en précisant que ne commet pas d'infraction celui qui détruit une plante protégée incidemment à une activité licite et que cette destruction ne pouvait pas raisonnablement être évitée. Encore faut-il pouvoir déterminer ce qui peut «raisonnablement» être évité, ce qui n'est pas toujours facile.

D'autres législations évitent l'emploi du terme «délibéré» et établissent à la place une dérogation générale en faveur de certaines activités, notamment les activités agricoles et sylvicoles. Il en est ainsi, par exemple, de la plupart des législations régionales italiennes. En France, la dérogation ne concerne que les opérations d'exploitation courante sur les parcelles habituellement cultivées, ce qui exclut en principe la mise en culture de parcelles en friche ou l'intensification de l'exploitation de parcelles déjà cultivées lorsqu'elles contiennent des plantes protégées. Mais, même dans ce cas, certaines

ambiguïtés demeurent. Il peut en effet être malaisé de déterminer avec précision ce que sont des opérations d'exploitation courante ou des parcelles habituellement cultivées.

Les mêmes ambiguïtés se retrouvent dans les cas rares où la législation interdit spécifiquement la destruction des habitats des espèces protégées. En l'absence d'une définition, qui serait bien difficile à donner, ou d'une délimitation précise sur le terrain, on voit mal, en effet, comment un propriétaire pourrait savoir l'étendue de l'espace autour de plantes protégées qu'il n'a pas le droit de détruire.

C'est peut-être là la raison pour laquelle, en dépit de l'interdiction de la destruction des habitats des espèces protégées qui figure dans la loi française de protection de la nature de 1976, cette disposition n'a pas été reprise dans le texte d'application et que l'on a préféré la remplacer par la possibilité de prendre des arrêtés spécifiques de protection de biotopes, qui ont évidemment l'avantage de la clarté, puisqu'ils fixent la liste des activités interdites ou réglementées à l'intérieur d'un périmètre clairement défini. Le malheur est qu'il n'a quasiment pas été pris d'arrêtés de ce type pour des plantes protégées.

Toutes ces ambiguïtés ne sont pas fortuites. Elles sont la conséquence des difficultés qu'il peut y avoir à faire percevoir la légitimité de conserver des espèces rares en présence d'autres intérêts publics, qui seront en général considérés comme prioritaires, ou lorsque les mesures de protection portent atteinte au droit de propriété et au droit de libre entreprise, surtout quand il s'agit de limitations aux activités agricoles, sujet particulièrement sensible du point de vue politique. Il faut ajouter à cela qu'un contrôle efficace de l'application de la législation impliquerait une surveillance quasi inquisitoriale des activités exercées sur leurs terres par les propriétaires qui serait inacceptable dans une démocratie.

Il n'en reste pas moins que lorsqu'il s'agit d'espèces menacées d'extinction une réglementation restera la plupart du temps indispensable, à condition de disposer d'un minimum de moyens pour la faire appliquer en pratique. Cela est possible lorsqu'il s'agit du contrôle d'activités soumises à autorisation administrative, par exemple à un permis de construire. L'administration, dans ces cas, devrait avoir l'obligation de ne plus accorder d'autorisation pour des travaux qui auraient pour conséquence la destruction de plantes protégées.

Un exemple, rare, d'annulation d'une décision administrative qui n'avait pas respecté cette règle est un jugement du Tribunal administratif de Grenoble, en date du 23 février 1993 (cité dans «Droit de l'environnement», n°19, mai-juin 1993). La déclaration d'utilité publique pour la construction d'un funiculaire a été annulée parce que les travaux envisagés auraient entraîné la destruction d'une station de *Salix daphnoïdes*, espèce protégée par l'arrêté national français de 1982.

Mais pour pouvoir attaquer devant les tribunaux une décision administrative entachée d'illégalité, il faut que les associations de protection de la nature se voient reconnaître par la loi un droit de recours, ce qui n'est pas le cas dans un grand nombre de pays.

L'interdiction de détruire les plantes protégées et leurs habitats, aussi nécessaire qu'elle puisse être dans des cas particuliers, semble pour toutes ces raisons devoir être réservée aux espèces effectivement en danger d'extinction, sous peine de perdre toute légitimité. Ce n'est donc pas ainsi qu'il sera possible de mettre en oeuvre le principe de précaution, de prendre les mesures nécessaires pour éviter qu'un nombre toujours plus grand d'espèces deviennent menacées, et de s'acquitter des obligations contenues dans la nouvelle Convention sur la diversité biologique. D'autres orientations sont donc nécessaires.

ORIENTATIONS EVENTUELLES POUR L'AVENIR

1. Les espaces à degré élevé d'endémisme, ainsi que ceux contenant des types de milieux naturels ou des associations végétales en voie de disparition, devraient bénéficier de mesures de protection fortes, telles que la création de réserves naturelles.

2. Les types de milieux naturels en voie de raréfaction devraient bénéficier de mesures générales de protection dans le cadre de la réglementation régissant l'utilisation des sols. Il existe des exemples de textes allant dans ce sens. Ainsi, la loi française du 3 janvier 1986 relative à l'aménagement, la protection et la mise en valeur du littoral, qui donne une liste quasiment exhaustive des types de milieux naturels côtiers qui doivent être préservés au moyen des documents et décisions relatifs à l'occupation et à l'utilisation des sols. Cela signifie que les plans et autorisations qui ne respecteraient pas l'intégrité de ces milieux seraient entachés d'illégalité. Un exemple italien est la loi, citée plus haut, de la région Abbruze, qui interdit la destruction des plantes lithophiles et de la végétation des dunes. Un autre est la loi d'Emilie-Romagne du 7 décembre 1978 sur la protection et l'utilisation

du territoire, qui classe en zones de protection, où sont interdites toutes constructions nouvelles, toutes les zones humides, boisées ou sableuses et les zones de végétation du littoral marin. Pour que ces protections soient efficaces, il faut évidemment que les activités agricoles puissent également être réglementées, ce qui ne sera pas toujours le cas. En Espagne, il existe des textes qui protègent les espaces naturels dans les plans d'occupation des sols. Ainsi, dans la province de Teruel, en Aragon, dans les zones où prédominent les valeurs écologiques, seules sont autorisées les activités agricoles préexistantes, à condition qu'elles soient compatibles avec les objectifs de protection *(Normas complementarias y subsidiarias de planeamiento municipal de la Provincia de Teruel,* 14 juin 1991).

3. Les espèces menacées devraient faire l'objet de plans de rétablissement ou de sauvetage, identifiant les habitats critiques de chaque espèce et les menaces pesant sur celles-ci et prévoyant les mesures nécessaires (règlements, incitations, contrats, conseils aux propriétaires et usagers, etc.) pour assurer non seulement la survie des espèces concernées mais aussi un accroissement de leurs populations à un niveau tel qu'elles puissent être considérées hors de danger. En particulier, les processus d'origine humaine qui comportent un danger d'extinction devraient être identifiés et gérés de façon à minimiser ce risque, comme le demande la Convention sur la diversité biologique. Lorsque ce sera nécessaire, des mesures de conservation *ex situ* devraient être prévues par le plan de rétablissement en complément des mesures *in situ.*

Le système des plans de rétablissement *(recovery plans)* existe aux Etats-Unis depuis 1973. Il a été créé en Espagne par la loi de 1989 sur la conservation des espaces naturels et de la flore et de la faune sauvages. Dans ce pays, ces plans sont des actes du pouvoir réglementaire créant des obligations. Il n'a pas été possible de savoir s'il en existe déjà sur des espèces végétales.

4. A la différence du prélèvement et de la destruction, dont la réglementation nécessite des moyens de contrôle difficiles à mettre en oeuvre, le commerce des plantes sauvages peut être limité relativement facilement. Pour éviter toute surexploitation fortuite causée par une mode ou un changement de comportement, il paraît préférable de soumettre à autorisation tout commerce de plantes sauvages non protégées, celui des plantes protégées restant en tout état de cause interdit. Il conviendrait aussi, dans la mesure du possible, d'élaborer des plans de gestion pour les plantes faisant l'objet d'une exploitation à des fins commerciales.

5. Il devrait aussi être possible de conclure des conventions de gestion avec des propriétaires ou exploitants pour la protection de stations de plantes rares ou de types de biotopes menacés. En échange des mesures de conservation qu'ils s'engageraient à prendre, les intéressés percevraient une indemnisation.

Cette méthode est employée de plus en plus dans le monde. Elle permet d'empêcher les activités qui porteraient atteinte aux objets protégés, mais elle est surtout indispensable lorsqu'il est nécessaire de prendre des mesures de gestion actives, par exemple pour maintenir un certain stade de la succession végétale au moyen de fauches à certaines dates ou d'un pâturage contrôlé.

Il devrait aussi être possible de conclure des accords entre l'administration chargée de la protection de la nature et les administrations propriétaires ou affectataires de terres publiques (par exemple les forêts domaniales, le domaine public maritime, les accotements routiers) pour la conservation de plantes ou d'associations végétales rares ou menacées.

6. Dans toute la mesure du possible, des systèmes d'incitations devraient être mis en place, de façon à ce que la présence d'une espèce protégée sur un fonds ou un territoire devienne une chance et non une charge. Ainsi, l'on pourrait imaginer le paiement de subventions aux communes dans les limites desquelles poussent des plantes rares, quitte à celles-ci à conclure avec les propriétaires ou exploitants les accords nécessaires à leur conservation. On devrait aussi pouvoir envisager des exonérations fiscales.

Enfin, plutôt que de se fonder presque exclusivement sur un droit répressif et nécessairement mal appliqué pour faire respecter la réglementation, il serait peut-être utile de faire appel aux règles de la responsabilité civile. Ainsi, celui qui aura détruit des plantes protégées devrait pouvoir être condamné à verser des dommages-intérêts à un fonds de protection de la nature. De cette façon, l'on pourrait parvenir à une meilleure responsabilisation du public ou des administrations et mettre en oeuvre plus facilement le principe de précaution.

7. Rien de ce qui précède n'est évidemment possible sans un minimum de personnel spécialisé et de moyens financiers. C'est là une question de volonté politique et pas une question juridique. Quant au droit, il peut certainement être amélioré. C'est aux botanistes et aux écologues d'identifier les espèces et les biotopes menacés et les processus d'origine humaine qui sont susceptibles de leur porter atteinte. C'est à

eux aussi qu'il appartient de déterminer les méthodes qui doivent être utilisées pour conserver ces espèces et ces biotopes et notamment le contenu des plans de rétablissement ou de sauvetage et les mesures actives de conservation nécessaires. C'est aux juristes ensuite de s'efforcer de traduire ces mesures et méthodes dans des textes. Et, bien entendu, c'est en fin de compte au pouvoir politique de décider de leur adoption.

BIBLIOGRAPHIE

AKERELE Olayiwola, V. HEYWOOD and HUGH SYNGE ed., *The Conservation of Medicinal Plants,* Proceedings of an international consultation, Chieng Mai, Thaïland, 21-27 March 1988, Cambridge, 1991.

GALLAND J.P., 1989 - *Les instruments juridiques de protection de la flore sauvage en France,* in "Plantes sauvages menacées de France, bilan et protection", Actes du Colloque de Brest, 8-10 octobre 1987, Bureau des ressources génétiques, Paris, pp.233-242.

IUCN, 1986 - Threatened Plants Unit, *Plants in Danger : What do we know ?,* IUCN, Gland, 1986.

KLEMM C. de, 1989 - *Les instruments juridiques de protection de la flore sauvage : droit international et exemples étrangers* in "Plantes sauvages menacées de France, bilan et protection", Actes du Colloque de Brest, 8-10 octobre 1978, Bureau des ressources génétiques, Paris, 1989, pp. 259-268.

KLEMM C. de, 1990 - *Wild Plant Conservation and the Law,* IUCN Environmental Policy and Law Paper n° 24, IUCN, Gland.

KLEMM C. de, SHINE C., 1993 - *Biological diversity conservation and the law,* IUCN Environmental Policy and Law Paper n° 29, IUCN, Gland.

LITTMANN-MARTIN M.J., 1989 - *Les dispositions pénales relatives à la protection de la flore et leurs difficultés d'application,* in "Plantes sauvages menacées de France, bilan et protection", Actes du Colloque de Brest, 8-10 octobre 1987, Bureau des ressources génétiques, Paris pp. 243-258.

HUGH SYNGE ed., 1981 - *The Biological Aspects of rare plant conservation,* Chichester, New York, Brisbane, Toronto.

ECOLOGIA MEDITERRANEA XXI (1/2) 1995 : 325-336

Conservación de la flora de las islas Columbretes (España)

Emilio LAGUNA* et Juan JIMÉNEZ-PÉREZ**

RÉSUMÉ

Les auteurs exposent les actions de conservation de la flore dans le Parc Naturel des îles Columbretes (UTM 31S CE 01, Castellon, Communauté valencienne, Espagne). Depuis 1987, un projet de conservation des espèces endémiques *(Medicago arborea* subsp. *citrina* et *Lobularia maritima* subsp. *columbretensis)* est développé, comportant des techniques de conservation ex-situ (banque de semences) et in-situ (propagation et réintroduction de *M.a.* subsp. *citrina* dans une des îles de l'archipel), ainsi que la réinstallation des essences arbustives climaciques les plus importantes et menacées des îles *(Chamaerops humilis, Pistacia lentiscus, Withania frutescens, Smilax aspera* et *Lycium intricatum).*

MOTS CLES : conservation, Méditerranée occidentale, recouvrement, réintroduction

ABSTRACT

The activities of conservation of the flora of the Columbretes Islands Natural Park (UTM 31S CE 01, Castellon, Valencian Community, Spain) are exposed. Since 1987 it is being developed a conservation project of endemic species *(Medicago arborea* subsp. *citrina* and *Lobularia maritima* subsp. *columbretensis)* by means of «ex situ» conservation techniques (seed-banks) and also «in situ» ones (propagation and reintroduction of *M.a.* subsp. *citrina* in one of the islands of the achipelago, as well as recovery of the most important and threatened climacic arbustive species of these islands *(Chamaerops humilis, Pistacia lentiscus, Withania frutescens, Smilax aspera* and *Lycium intricatum).*

KEY-WORDS : conservation, Western Mediterranean, recovery, reintroduction

RESUMEN

Se exponen las actividades de conservación de la flora de interés del Parque Natural Islas Columbretes (UTM 31S CE 01, Castellón, Comunidad Valenciana, España). Desde 1987 se desarrolla un proyecto de conservación de las especies endémicas *(Medicago arborea* subsp. *citrina* y *Lobularia maritima* subsp. *columbretensis)* mediante técnicas de conservación ex-situ (banco de semillas) e in situ (propagación y reintroducción de *M.a.* subsp. *citrina* en una de las islas del archipiélago), así como la recuperación de las especies climácicas arbustivas más importantes y amenazadas del archipiélago *(Chamaerops humilis, Pistacia lentiscus, Withania frutescens, Smilax aspera* y *Lycium intricatum).*

PALABRAS CLAVES : conservatión, Mediterráneo occidental, recuperación, reintroducción

INTRODUCCIÓN

Las Islas Columbretes son un archipiélago de origen volcánico de 19 ha de superficie, generado hace unos 5 millones de años (ALONSO, 1987a y 1987b) y situado a 56 km al Este de la costa de Castellón (Comunidad Valenciana, España, figura 1), en la cuadrícula UTM 31S CE 01 -Latitud : 39° 51"a 55' N, Longitud : 0° 40' a 42' E-. En conjunto, el archipiélago posee unas 30 islas e islotes, distribuídos en 4 grupos, cuyas islas principales se denominan Illa Grossa, Illa Ferrera, Illa Foradada e Illa Carallot o Bergantí (figura 2). De las cuatro islas principales, sólo tres poseen superficie y altitud suficientes para albergar vegetación vascular. Los datos básicos -extensión y altitud sobre el nivel del mar- son los siguientes : Illa Grossa : 13.33 ha y 67 m ; Illa Foradada : 1.63 ha y 55 m ; e Illa Ferrera : 1.53 ha y 43 m. Las peculiaridades del medio físico y biológico de estas islas son especialmente relevantes dentro de la costa mediterránea ibérica, donde están consideradas como uno de los sistemas insulares de mayor interés

*Servicio de Protección de Especies. Generalitat Valenciana. Conselleria de Medio Ambiente. Dirección General de Conservación del Medio Natural. c/Arquitecto Alfaro, 39, 6ª 46071 Valencia. España.

**Generalitat Valenciana. Conselleria de Medio Ambiente. Servicios Territoriales de Castellón. c/Herrero, 23. 23071 Castellón. España.

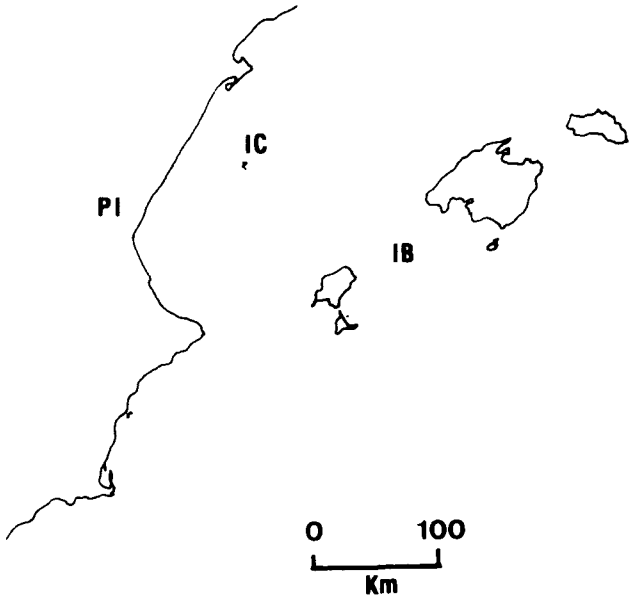


Figura 1.- Situación de las islas Columbretes. PI: Península Ibérica ; IB : Islas Baleares ; IC : Islas Columbretes

Figure 1.- Localisation des îles Columbretes. PI : Péninsule ibérique ; IB : îles Baléares ; IC : îles Columbretes

conservacionista (HOYO *et al.*, 1991). Su flora y vegetación vienen siendo objeto, desde 1987, de un programa de recuperación donde se vienen combinando tanto las técnicas tradicionales de conservación botánica como actividades para prevenir la erosión y recuperar las formaciones vegetales climácicas.

ÁREA DE ESTUDIO

1. Medio Abiótico

El clima de Columbretes muestra una temperatura media anual de 16.8°C y un precipitación que alcanza un promedio de 265 mm/año (GISBERT, 1987), por lo que en la clasificación de RIVAS-MARTINEZ (1982) se enclava en el piso bioclimático termomediterráneo de ombroclima semiárido. Dentro de la Soil Taxonomy-USDA, los suelos dominantes son los Entisoles y Aridisoles (GISBERT, *op. cit.)*, con texturas arenosas y pH básicos ; la erosión media supera las 300 Tm/ha/año (GISBERT, *op. cit.)*.

2. Medio Biótico

Actualmente se está evaluando la vegetación no vascular de la parte emergida de las islas, habiéndose iniciado el estudio de la flora liquénica. Se han recolectado más de 30

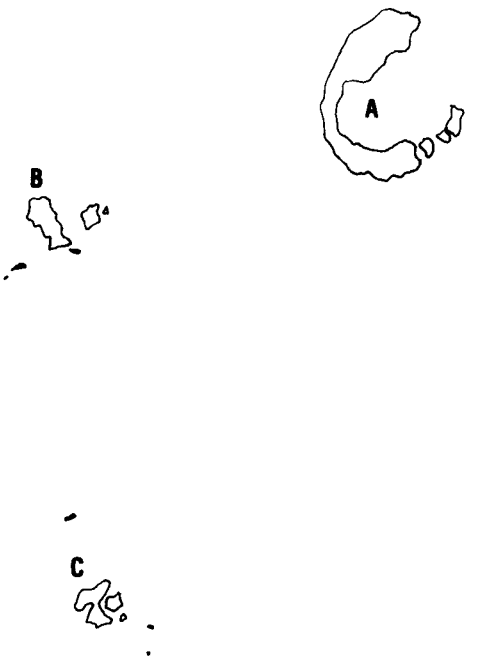


Figura 2.- Denominacion de los grupos de islas del alchipiélago de Columbretes. A: Illa Grossa o Columbrete Gran ; B : Illa Ferrera ; C : Illa Foradada o Ferrer ; D : Illa Carallot o Bergantin

Figure 2.- Nom des groupes d'îles de l'archipel de Columbretes. A : Illa Grossa ou Columbrete Gran ; B : Illa Ferrera ; C : Illa Foradada ou Ferrer ; D : Illa Carallot ou Bergantin

especies de líquenes (CALATAYUD, *com.pers.)*, de las que una se considera endémica del archipiélago : *Ramalina columbretensis* X. Llimona. No obstante, la flora no vascular del archipiélago posee mayor relieve por el buen grado de conservación de las comunidades de algas marinas (COSTA *et al.*, 1984). Son especialmente destacables las representaciones

de ***Verrucario-Melapharetum neritioidis*** Molinier & Picard 1953, ***Cystoseiretum crinitae*** Molinier 1958, ***Udoteo-Peyssonellietum*** Molinier 1958, y las formaciones de ***Petroglossion*** Boudouresque & Cinelli 1971. BOISSET & GARCÍA-CARRASCOSA (1987) describen la presencia de 225 especies de algas bentónicas macroscópicas, entre las que destacan por su interés corológico las de *Laminaria rodriguezii* Bornet y *Phyllaria reniformis* (Lamouroux) Rostafinsky.

La flora vascular del archipiélago ha sido estudiada por BOLÒS & VIGO (1979), BOIRA & CARRETERO (1987), CARRETERO & BOIRA (1987) y CALDUCH (1992). Está compuesta al menos por 107 especies (CALDUCH, *op. cit.)*, de las que el 95% son autóctonas. Debemos añadir al menos 2 especies no citadas por dichos autores : *Vitis vinifera* L. (obs. pers.) y *Fumaria munbyi* Boiss. & Reuter (LIDEN, 1986 : 455). Como rasgos básicos de la flora cabría destacar los siguientes :

- Fuerte proporción de táxones mediterráneos -65%-

- Alta representación de plantas anuales -66%-

- Escasez de geófitos -menos del 5%-, muy sorprendente si se compara con los ecosistemas costeros valencianos (v. GUARA *et al.*, 1992)

- Escasez de plantas endémicas. La flora de Columbretes incluye un endemismo exclusivo - *Lobularia maritima* (L.) Desv. subsp. *columbretensis* R. Batarda-Fernándes- y un endemismo compartido con las islas Baleares - *Medicago arborea* L. subsp. *citrina* (Font Quer) O. Bolòs & Vigo-

- Presencia de importantes disyunciones austromediterráneas : *Fumaria munbyi* (v. LIDEN, *op. cit.)* y *Lavatera mauritanica* Durieu subsp. *davaei* (Coutinho) Coutinho (v. BOLÒS & VIGO, 1979 ; PERIS & STÜBING, 1985). Alta participación de las especies de climas xéricos en la flora local : *Withania frutescens* (L.) Pauquy, *Lycium intricatum* Boiss., etc.

- Ausencia de algunos géneros característicos de zonas litorales (p.ej., *Limonium*).

Las vías de colonización vegetal se desconocen hasta el momento. La flora local contiene muchos elementos austromediterráneos cuyas poblaciones más cercanas se encuentran en las Pitiusas (Islas Baleares) y en el centro y sur de Alicante (SE ibérico), territorios con los que es posible que se encuentre emparentada (CARRETERO & BOIRA, *op. cit.)*. Las Columbretes reciben el paso migratorio primaveral de aves de ambas zonas, cuyas floras se encuentran a su vez interrelacionadas (CARDONA & CONTANDRIOPOULOS, 1979 ; CONTANDRIOPOULOS & CARDONA, 1984) ; en consecuencia, resulta imposible hasta ahora la determinación del origen de la flora de Columbretes (GÜEMES, *com. pers.)*. La mayoría de especies poseen semillas o frutos tradicionalmente considerados ornitozoócoros (obs. pers.) ; no obstante, tampoco debe descartarse la influencia de la antropocoria (GÓMEZ-CAMPO, *com. pers.)*. Nuestras observaciones en los últimos años nos hacen considerar además la relación entre la flora de Columbretes y la de las zonas costeras cercanas de Castellón, entre las que existen rutas de trasiego diario de aves marinas, como ocurre en época estival con *Larus audouinii* (obs. pers.).

La vegetación vascular ocupa una extensión aproximada de 10 ha. entre todas las islas. Los tipos de vegetación han sido descritos en los trabajos de BOLÒS (1967, 1992), BOLÒS & VIGO (1984a) y CARRETERO & BOIRA (1987) y CALDUCH (1992). La vegetación clímax es ***Chamaeropo humilis-Rhamnetum lycioidis*** O. Bolòs 1957, presente mediante pequeños fragmentos de matorrales que ocupan un área aproximada de 30 m^2 en Ferrera. Hasta el momento no se ha descrito una serie de vegetación para las islas. Presumimos que la primera etapa de degradación la constituyen grandes matorrales de la comunidad ***Medicagini citrinae-Lavateretum arboreae*** O. Bolòs *et al.* in O. Bolòs & Vigo 1984 sobre suelos profundos y nitrificados, y de ***Suaedetum verae*** (Br.-Bl. 1952) O. Bolòs & Molinier 1958 en los más someros y pobres en materia orgánica. La degradación de los anteriores daría paso a las comunidades terohemicriptofíticas ***Euphorbio terracinae-Lobularietum maritimae (columbretensis)*** Carretero & Boira 1987 en los sitios menos nitrificados, o ***Hyosciyamo albi-Lavateretum davaei*** Carretero & Boira 1987 en los de mayor concentración de deyecciones de aves.

Al igual que en la flora, la fauna se caracteriza por su baja diversidad, y por poseer un extremado interés conservacionista (CASTILLO, 1991). Existe una especie endémica de reptil *(Podarcis hispanica atrata)* y se han descrito para la zona al menos 7 especies endémicas de artrópodos (AUERNHEIMER *et al.*, 1990 ; del HOYO *et al.*, 1992). Sólo existen 6 especies de aves nidificantes *(Larus audouinii, L. cachinnans, Falco eleonorae, Calonectris diomedea, Hydrobates pelagicus* y *Phlacrocorax aristotelis)*. A principios del siglo XIX (v.

SMYTH, 1831) existían poblaciones de conejo *(Oryctolagus cuniculus)*, presumiblemente introducidas por el hombre y sometidas posteriormente a fuertes fluctuaciones por la caza y reintroducción (JIMÉNEZ, 1987).

3. Status administrativo y jurídico

La tierra emergida del archipiélago es de propiedad pública, perteneciendo al Ayuntamiento de Castellón de la Plana. En 1988, el gobierno de la Comunidad Valenciana -Consell de la Generalitat Valenciana-, declaró el archipiélago Parque Natural; su gestión se realiza por la Conselleria de Medio Ambiente, asesorada por un patronato (v. LLORENS & RODRIGUEZ-AIZPEOLA, 1991). En 1991, el entorno marino fue declarado Reserva Marina, con 4400 ha de extensión, cuya gestión corresponde al Ministerio de Agricultura y Pesca, de la administración nacional. La conservación del archipiélago exige una fuerte coordinación entre las administraciones regional y nacional.

Parte del archipiélago debe someterse a medidas conservacionistas aún más restrictivas, tal y como hemos sugerido en HOYO *et al.* (1992). Actualmente se plantea la inclusión de algunas de las islas en una nueva figura conservacionista, la microrreserva (LAGUNA, 1990), cuya creación está prevista entre 1994 y 1996 como parte del desarrollo de actuaciones cofinanciadas por la Comunidad Económica Europea con cargo al reglamento LIFE-CEE (LAGUNA, inéd. a). El sistema de microrreservas implementa ideas sugeridas por GÓMEZ-CAMPO (1981) que se han ensayado ya en algunos territorios españoles de forma aislada (v. GÓMEZ-CAMPO, 1990).

4. Evolución del impacto humano

Los datos básicos sobre la historia del archipiélago y su evolución conservacionista han sido expuestos por nosotros en HOYO *et al.* (1992) y AUERNHEIMER *et al.* (1990). SERRANO (1987) ha detallado el proceso de colonización humana de las Columbretes, que se incrementó especialmente a partir de 1854, afectando sobre todo a la Illa Grossa. La vegetación primitiva, descrita groseramente en SMYTH (1831 : 60), estaba constituída por maquias esclerófilas presumiblemente pertenecientes a la comunidad ***Chamaeropo humilis-Rhamnetum lycioidis***. Del trabajo de aquel autor y el posterior de SALVATOR (1897) se deduce que dicha maquia estaba dominada al menos por *Pistacia lentiscus* L. y *Chamaerops humilis* L., acompañada de *Smilax aspera* L. en los enclaves más favorecidos por las microprecipitaciones. Los datos de SMYTH *(op.cit.)* permiten considerar la existencia de ejemplares de *Opuntia ficus-barbarica* A. Berger.

La modificación de la vegetación originaria se realizó en la segunda mitad del siglo XIX, al levantarse el faro de Columbretes, situado en el punto más elevado de la Illa Grossa. La ausencia de recursos alimenticios durante la construcción del faro -1856 a 1860- motivó la introducción de al menos dos especies vegetales alóctonas leñosas *(Ficus carica* y *Vitis vinifera)* y de diversos animales domésticos. SALVATOR (1897) describe el impacto del hombre mediante incendios y talas y el efecto de de los animales domésticos introducidos -cerdo, cabra, etc.-, provocando la desaparición de las vegetaciones leñosas en la isla citada ; a finales del XIX sólo quedaban 3 ejemplares de *Medicago arborea* subsp.*citrina* en la Illa Grossa, y los efectivos de la Foradada estaban muy mermados (SALVATOR, *op. cit.)*. Las islas se utilizaron además como blanco de tiro militar durante los siglos XIX y XX, continuando dichas actividades hasta finales de los años 70 ; además del impacto físico de las balas, no debe descartarse la producción fortuita de incendios.

PRINCIPALES PROBLEMAS OBSERVADOS EN LA FLORA LOCAL

1. Problemas de las especies de interés macroterritorial

Las especies de interés macroterritorial no presentan problemas importantes de conservación in-situ, pero su reducida área de distribución obliga a adquirir medidas proteccionistas preventivas ; a efectos de la adaptación regional de los criterios IUCN (LAGUNA, inéd. a) se han considerado como especies vulnerables. Las Islas Columbretes poseen aproximadamente el 50% de la población mundial de *M. a.* subsp. *citrina*, situándose el resto en varios islotes de las Baleares (GUERAU & TORRES, 1981 ; BOLÒS & VIGO, 1984) ; la población de Columbretes no supera los 500 ejemplares, concentrados principalmente en las Islas Ferrera y Foradada, en menos de 1 Ha de superficie. Las citas de SALVATOR (1897) y KLEMMER (1961) indican la existencia de una antigua población en la Illa Grossa, definitivamente extinguida hacia finales de los años 70.

La distribución mundial de *L. m.* subsp.*columbretensis*, taxon recientemente descrito (BATARDA-FERNANDES, 1992), se restringe a menos de 8 ha., repartidas por las cotas medias y elevadas de las islas Grossa, Ferrera y Foradada, con óptimo en una amplia

mancha de unos 500 m^2 de superficie al sur de la Illa Grossa. Calculamos que la población total posee entre 160.000 y 800.000 especímenes, presentando importantes fluctuaciones interanuales. *M. a.* subsp.*citrina* está protegida a nivel nacional, existiendo un plan de recuperación para las poblaciones de Columbretes (LAGUNA, inéd. a) ; para *L. m.* subsp. *columbretensis* se prevé su inclusión en el listado regional de especies protegidas.

Tanto *L. m.* subsp.*columbretensis* como *M. a.* subsp.*citrina* se han visto afectadas en 1993 por ataques masivos de *Cuscuta epithymum* (L.) L., cuyos efectos se evalúan actualmente, y que sobre todo han causado daños importantes a las comunidades de plantas anuales, produciendo una muerte prematura de la mayoría de ejemplares.

2. Problemas de las especies climácicas

La situación de las especies constitutivas de la primitiva clímax de Columbretes es realmente crítica. Los casos más notables son los siguientes :

1.- *Chamaerops humilis* L., representado por 6 ejemplares en la isla Ferrera. No hemos observado nunca fructificación, siendo factible que toda la población esté constituída por especímenes masculinos, o bien por ejemplares polígamo-dioicos donde la presencia de flores hermafroditas sólo es factible en ciclos interanuales muy largos.

2.- *Pistacia lentiscus* L., representado por 8 ejemplares adultos, de los que al menos 2 especímenes son femeninos. Pueden existir importantes problemas de polinización y los frutos inmaduros parecen formar parte accidental de la dieta de algunas aves marinas, así como de migradoras otoñales.

3.- *Withania frutescens* (L.) Pauquy y *Lycium intricatum* Boiss., representadas en 1988 por 4 y 12 ejemplares respectivamente, todos ellos en la Illa Grossa. Se cree que al menos *W. frutescens* debía existir también en la isla Ferrera, donde actualmente está extinguida (SUÁREZ, inéd.). Estas especies son caducifolio-estivales, manteniendo el follaje durante las épocas de lluvia (MARTÍN & ESCARRÉ, 1980), por lo que poseen especial interés para la fijación de suelos y la prevención de los fenómenos erosivos.

4.- *Smilax aspera* L. se encuentra representado por al menos 5 ejemplares adultos y 2 juveniles, todos ellos en la isla Ferrera. Desconocemos hasta ahora la proporción local de sexos.

Para estas especies climácicas se observan numerosos problemas de conservación, entre los que destacamos al menos los siguientes :

1.- Ausencia de producción de semillas en las especies representadas por pocos ejemplares, motivada por : i) posibles deficiencias en la proporción de sexos ; ii) deficiencias graves en polinización, incluso en anemófilas, o posibles problemas de fecundación derivados de la endogamia ; iii) depredación de frutos inmaduros por las aves ; y iv) riesgos de bajo éxito reproductivo por desfase fenológico entre las floraciones masculinas y femeninas.

2.- Susceptibilidad de determinadas especies -sobre todo *M. a.* subsp.*citrina*- a los ataques masivos de *Cuscuta* sp.

3.- Riesgos a largo plazo para la compatibilización de la conservación de flora y de aves marinas de interés prioritario, como consecuencia de los fenómenos de nitrificación. La zonación de las nidificaciones y areas de reposo de la avifauna (v. GÓMEZ-LOPEZ, 1987) no parece solaparse con la de las unidades de vegetación vascular, excepto en *Larus audouinii* ; esta especie instala temporalmente sus colonias en matorrales bajos y pastizales, pero la nitrificación que generan favorece el desarrollo de plantas herbáceas y semileñosas de crecimiento muy rápido (sobre todo *Lavatera arborea* y *L. mauritanica* subsp. *davaei)* que impide el reasentamiento de las aves a partir del tercer o cuarto año (obs. pers.).

Un elemento de menor importancia es el asilvestramiento de especies alóctonas, como ocurre con *Opuntia ficus-barbarica* A. Berger. Para estas plantas se diseña una erradicación gradual sustituyendo progresivamente sus individuos por otros de especies autóctonas.

Además de los anteriores problemas, existe siempre un grupo de riesgos que pueden estar favorecidos por la presencia o las actividades del hombre -visitas, riesgo de incendio, etc..-, para cuya corrección se ha previsto un amplio grupo de medidas preventivas dentro del Plan Rector o reglamento del Parque Natural.

MATERIALES, MÉTODOS Y RESULTADOS

A partir de sus resultados de los estudios de CARRETERO & BOIRA (1987) y BOIRA &

CARRETERO (1987), y a fin de corregir en lo posible los problemas y necesidades de conservación expuestos en los párrafos anteriores, planteamos la conveniencia de abordar paralelamente dos actividades :

a.- Recuperación de la vegetación climácica, previa realización de diversas actuaciones preventivas para evitar el impacto de fauna alóctona, prever la erosión de los suelos y facilitar las condiciones para una repoblación por etapas. Aunque se ha abordado una completa estrategia de revegetación, los problemas que plantea la escasez de efectivos de la mayoría de especies climácicas (p.ej., escasez e incluso ausencia de semillas) han obligado a abordar un meticuloso programa paralelo de propagación de plantas, particularizado en los trabajos de SUÁREZ (inéd.) y SUÁREZ & URIOS (inéd.).

b.- Conservación de la flora de interés macroterritorial (especies raras o endémicas, de interés científico). Las especies principales son *Medicago arborea* subsp. *citrina* y *Lobularia maritima* subsp. *columbretensis*. El orden en el que han de ejecutarse las acciones conservacionistas, así como el contenido de éstas, se materializa en los Planes de Recuperación, cuyo esquema básico se describe en MACHADO (1989) ; algunos ejemplos españoles pueden verse en BAÑARES (1992).

Conviene precisar que *M. a.* subsp. *citrina* reúne paralelamente la condición de ser un endemismo baleárico-columbretense y de presentar especiales aptitudes para la regeneración de la vegetación local.

1. Restauración de hábitats y conservación de especies climácicas

Cara a la revegetación de las islas, se han desarrollado entre 1987 y 1992 un amplio conjunto de experiencias a pequeña escala, que podemos considerar en tres grupos de actividades complementarias : i) eliminación del conejo ; ii) desarrollo de estructuras físicas de conservación de suelos ; y iii) pruebas de revegetación. Cara al diseño de la estrategia de revegetación es importante recordar que no pocas especies de interés son abiertamente nitrófilas o heliófilas (p.ej. : *L. m.* subsp. *columbretensis)*. En consecuencia, la restauración del paisaje vegetal de las islas debe abordarse mediante pequeñas manchas que respeten la existencia de los pastizales y matorrales bajos, actuando paralelamente como parcelas-testigo.

La eliminación del conejo *(O. cuniculus)* se desarrolló mediante una estrategia programada durante 1987, sin empleo de armas de fuego salvo en casos excepcionales. La densidad original era de 12.5 ejemplares/ha ; se capturaron 175 especímenes, observándose posteriormente una fuerte regeneración vegetal, con un notable incremento aparente de biomasa de todas las especies.

En lo referente al desarrollo de estructuras físicas de conservación de suelos, debe indicarse que entre 1989 y 1993 se han limpiado antiguas canalizaciones dedicadas a la recogida de aguas pluviales y su almacenamiento en aljibes, y se han establecido 50 diques artesanales de mampostería en seco para retención de la erosión, fabricados con material local y con una dimensión media de 100 x 50 x 20 cm. ; en algunas áreas se han complementado con paramentos de mayor dimensión, reciclando antiguos materiales de obra utilizados durante los siglo XIX y XX para la construcción y ampliaciones del faro de la Illa Grossa. Igualmente, se han iniciado ensayos de combinación de técnicas de restauración (diques y repoblación con *Suaeda vera*, empleo de mantas orgánicas, adición de compost fabricado en las islas, etc.), pero sus resultados son hasta ahora poco significativos y sólo podrán medirse a largo plazo.

La restauración de la vegetación climácica se ha basado sobre todo en el empleo de las especies leñosas, para las que resulta necesario «provocar» la producción de semillas y establecer una regeneración por etapas -pastizal, matorral, maquia-. La producción de planta se efectúa en las islas y no fuera de éstas, como medida preventiva para evitar la introducción de plagas o la contaminación genética con material alóctono. La estrategia abordada se fundamenta en el desarrollo de 3 fases, cuyos preparativos experimentales se han puesto a punto durante los últimos años, y cuyos contenidos básicos son :

Fase I.- Amplificación clonal proporcional de las poblaciones de especies climácicas. Se pretende abordar la propagación vegetativa para obtener numerosos ejemplares de *P. lentiscus, L. intricatum, W. frutescens* y *S. aspera* a partir del material local, en un número aproximadamente proporcional al de parentales, a fin de no desplazar genéticamente las poblaciones hacia formas excesivamente endógamas.

Fase II.- Recolección in-situ de semillas, germinación y plantación de especies de las etapas intermedias de restauración : *Lavatera arborea* L., *L. mauritanica* Durieu subsp. *davaei* (Coutinho) Coutinho, *Phagnalon saxatile* (L.) Cass., *Atriplex halimus* L., *Suaeda vera* Forsskål ex J.F. Gmelin, *Asparagus stipularis* Forsskål,

A. officinalis L., *Piptatherum caerulescens* (Desf.) Beauv., etc.

Fase III.- Recoleción de semillas, germinación y plantación de las especies climácicas en áreas apropiadas, a partir del stock de parentales obtenido de la fase I.

Se ha establecido desde 1989 un pequeño vivero y un huerto-semillero de reducidas dimensiones y se prevé que durante los próximos años pueda instalarse un invernadero de pequeño tamaño, de bajo impacto y diseñado en función de los embates de los vientos locales. Desde 1991 se produce compost reciclando los resíduos de alimentos y utilizando tierra de la zona ; dicho compost se utilizará como enmienda de fondo en los hoyos de plantación.

Las experiencias abordadas se resumen en los próximos apartados. Para *Chamaerops humilis* no es posible planificar una buena reintroducción, ya que dicha especie no viene produciendo semillas en las islas ; en consecuencia, es probable que deba plantearse la probabilidad de reintroducirlo con material alóctono. Ya en 1987 se plantaron 40 especímenes cuyas semillas procedían de la localidad de El Saler (Valencia) ; en 1993 sobreviven sólo 2 ejemplares. GÓMEZ-CAMPO *(com. pers.)* ha aconsejado ensayar la propagación in vitro a partir del material local, que puede presentar dificultades técnicas importantes por la escasez de meristemos (ARREGUI, *com. pers.)*.

1.1.- Desarrollo de la fase I

La primera fase se está desarrollando a partir del estudio de SUÁREZ (inéd.) y las pruebas preliminares de SUÁREZ & URIOS (inéd.) para propagación vegetativa. SUÁREZ *(op. cit.)* ha establecido la selección de tratamientos hormonales -ANA y AIB a diferentes concentraciones- para enraizamiento de esquejes semileñosos en estas especies, a partir de material vegetativo de las islas Columbretes. Los resultados (SUÁREZ, *op. cit.)* arrojan importantes grados de enraizamiento en *L. intricatum* -57%- y *M.a.* subsp. *citrina* -45%-, siendo inferiores en *S. aspera* -12%- y *W. frutescens* -21%-. Los trabajos en *W. frutescens* se iniciaron con material del sur de Alicante, utilizándose el de las islas una vez que se había depurado el protocolo de propagación.

Los esquejes enraizados obtenidos se han utilizado para dos fines : i) Mantenimiento del stock de parentales productores de semilla ; y ii) realización de pruebas de reintroducción -plantación-. Se han obtenido datos satisfactorios de reimplantación a partir de esqueje de material local en *L. intricatum* ; de 18 esquejes plantados en 1991 sobrevivían 5 a finales de 1992. En 1992 se plantaron además 4 especímenes para formación de huerto-semillero, de los que 1 presentaba abundante floración en la primavera de 1993. Para *W. frutescens* se obtuvieron ocho estaquillas sanas y enraizadas de material local en 1991, implantándose entre enero y abril de 1992 ; a finales de dicho año sobrevivían dos especímenes y sólo uno en 1993. En lo referente a *S. aspera*, se ha implantado con éxito en 1992 un ejemplar obtenido de esqueje, que sobrevive en 1993 con riego artificial. Los datos más satisfactorios son los obtenidos con *M.a.* subsp.*citrina*, cuyos resultados se exponen más adelante.

1.2.- Desarrollo de la fase II.

En lo referente a la fase II se han abordado experiencias puntuales con *Suaeda vera*, *Lavatera arborea*, y *Lobularia maritima* subsp. *columbretensis*, y en menor medida con *Hyoscyamus albus* L. y con *Daucus gingidium* L. subsp. *commutatus* (Paol.) O. Bolòs & Vigo. Pruebas aisladas de trasplante de ejemplares de *S. vera* desenraizados por la erosión a zonas más favorables -15 ejemplares entre 1990 y 1992- han dado resultados satisfactorios, con un 100% de éxito ; los resultados son semejantes en *L. m.* subsp. *columbretensis*, siempre en pruebas no sistematizadas, previas al diseño de cuadros experimentales más efectivos. En el resto de especies mencionadas, se han realizado pequeñas pruebas de siembra entre 1989 y 1992, dando generalmente bajos porcentajes de supervivencia ; desde 1992 se están obteniendo pequeñas cantidades de plántulas, que luego se trasplantan a zonas seriamente erosionadas. Los resultados provisionales son poco concluyentes, ya que están muy influídos por el grado de erosión y exposición al sol y al viento de las zonas donde se plantan los ejemplares.

Para *S. vera* se han realizado además experiencias de estaquillado. En 1989, sobre 60 muestras, se obtuvo un porcentaje aproximado de enraizamiento del 80% en vivero mediante uso de hormonas comerciales de bajo coste (SUAREZ, *op. cit.)*. Aunque la supervivencia tras plantación es baja en las zonas más erosionadas, creemos que puede incrementarse plantando pies de mayor edad y eligiendo zonas favorables.

1.3.- Desarrollo de la fase III

La escasez de semillas de grandes arbustos del archipiélago dificulta el desarrollo de la fase III, por lo que en muchos casos los conocimientos aplicables a las islas no pueden obtenerse fácil-

mente con el material local. Actualmente se están depurando los protocolos de mejora de germinación de las especies climácicas locales (MARZO e IBÁÑEZ, com. pers.), tomando como base experiencias semejantes abordadas para las zonas áridas del sur de Alicante.

En el verano de 1987 se implantaron con carácter experimental 50 ejemplares de *P. lentiscus*, obtenidos de semillas de El Saler (Valencia), de los que actualmente no sobrevive ninguno ; ello desaconseja desde un primer momento la introducción de material alóctono. Desde enero de 1992, se vienen recogiendo las escasas semillas maduras que poseen los ejemplares de la Isla Ferrera, a las que provisionalmente no se han aplicado aún tratamientos de mejora de germinación, a fin de obtener unos resultados que actúen como testigo o control ; previamente, las matas se cubren con redes a fin de evitar la depredación por aves. Tras la siembra en vivero de las 97 semillas recolectadas en 1992 germinó un único ejemplar, que se implantó sobre el terreno. El ejemplar sobrevive pero exige riegos continuados.

Respecto a *W. frutescens* y *L. intricatum*, las pruebas abordadas hasta ahora con material de las zonas áridas del sur de Alicante dan porcentajes de germinación elevados pero con ritmos muy irregulares (IBÁÑEZ, *com. pers.)*. Tras las experiencias de la fase I abordadas por SUÁREZ (inéd.) se obtuvo una decena de ejemplares implantados con éxito en 1990. Para *L. intricatum*, se han obtenido semillas dentro de Columbretes en 1991-92, formándose un pequeño plantel y habiéndose iniciado pequeñas pruebas de repoblación en 1993.

En lo referente a *P. lentiscus*, se ha intentado sin éxito la propagación a partir de meristemos, no obtenida como consecuencia de la fuerte contaminación del medio de cultivo por la abundancia de esporas y hongos de las muestras (ARREGUI, *com. pers.)* ; paralelamente se están realizando estudios sobre polinización y producción local de semilla (GARCÍA-FAYOS, *com. pers.)*.

2. Conservación de la flora de alto interés científico

Para las especies de alto interés científico se han abordado tanto actividades de conservación ex-situ como in-situ. La conservación ex-situ se ha ensayado exitosamente en *M. arborea* subsp. *citrina*. Hasta ahora se han abordado las siguientes actuaciones, además de la propagación vegetativa ya citada :

- Recolección, conservación y germinación de semillas, por parte de los servicios de conservación del Parque Natural de las Islas Columbretes y de los viveros de la Estación Biológica de la Devesa del Saler (Ayuntamiento de Valencia) desde 1987. La germinación alcanza un promedio del 60% sin necesidad de tratamientos (SUÁREZ, *com. pers.* y VIZCAÍNO, *com. pers.)*, por lo que sería preferente el empleo directo de semillas sin recurrir a la propagación vegetativa.

- Conservación de semillas en banco de germoplasma. Durante 1993 se ha recogido material para el nuevo Banco de Semillas del Jardín Botánico de Valencia. En 1992, el Museo de Ciencias Naturales de Sòller (Mallorca, Baleares) ha destinado terrenos específicos para implantar ejemplares procedentes tanto de Baleares como de las Islas Columbretes, realizándose las recolecciones de semilla durante 1993.

- Obtención de material para su uso ulterior en cultivos in vitro, si dicho tratamiento fuera necesario. Desde 1991 se posee material vegetal en Instituto Valenciano de Investigaciones Agrarias. Las pruebas de propagación se han iniciado con carácter experimental en 1993.

Las actividades conservacionistas sobre *L. m.* subsp. *columbretensis* están aún en una fase inicial, dada su reciente descripción. Se han recolectado semillas para su conservación, pero se desconocen hasta el momento las tasas de germinación. Por otro lado se está abordando la recolección de material seminal para los siguientes casos : i) Especies raras en el ámbito valenciano o mediterráneo-occidental, a fin de su incorporación al banco de semillas -*Lavatera mauritanica* subsp. *davaei*, *Fumaria munbyi*, etc.-ii) Especies que por sus rasgos morfológicos pudieran ser susceptibles de considerarse razas o variedades endémicas de las islas, y iii) Plantas afectadas por ataques de *Cuscuta* sp.

Como actividad más destacada en la conservación in-situ debe destacarse la realización de un refuerzo poblacional de ejemplares de *M.a.* subsp.*citrina* en la Illa Grossa, abordado por el equipo gestor del Parque Natural desde 1990. Como resultado de los trabajos de SUÁREZ (inéd.) se seleccionó un protocolo óptimo de propagación por esqueje ; la inmersión de 3 cm. de base del esqueje durante 24 h. en solución de 100 mg/l de ANA y posterior traslado para enraizamiento a sustrato ácido (75% de turba rubia y 25% de perlita, con pH 5,5) rinde un promedio no inferior al 45% de éxitos. Parte de los ejemplares obtenidos de esqueje tras las experiencias de SUÁREZ (inéd.) se están

utilizando en pruebas de reimplantación de diversas zonas degradadas al N de la illa Grossa. Los resultados obtenidos tras plantaciones de pequeña entidad (31 ejemplares en 1990 y 26 en 1991) arrojan una superviviencia media del 90% al 95% en el primer año, descendiendo hasta el 60% en el segundo. A partir del segundo año la superviviencia parece mantenerse. Los ejemplares se plantan con una talla de 20-30 cm., ligeramente ramificados. Tras un año de desarrollo en el terreno se observan tallas cercanas a los 50 cm. Los ejemplares más jóvenes han sufrido en 1993 una modificación del ritmo de desarrollo como consecuencia de los ataques masivos de *Cuscuta*, que provocan una ralentización de crecimiento, la caída prematura de hojas y la formación de portes rameales arqueados.

Se poseen además tres ejemplares en las inmediaciones del vivero de la Illa Grossa, que actúan como productores de semilla. Los especímenes, obtenidos de semillas procedentes de la isla Ferrera en 1989, se plantaron en 1990 ; uno de estos ejemplares, de apenas cuatro años de edad, alcanza ya una talla cercana a 1,5 m. y su producción prevista para 1993 puede superar las 500 legumbres. Según nuestras observaciones sobre ejemplares aislados fuera de las islas, las plantas son autofértiles, no necesitando recurrir a la polinización cruzada ; ello las diferenciaría de la subsp. *arborea* citada en OLIVIERI *et al.* (1991). Además, dentro del archipiélago, es frecuente la doble floración -primaveral y otoñal- siguiendo la regla más frecuente en los arbustos termomediterráneos valencianos descrita en LAGUNA & CURRÁS (1985). El número medio de semillas por legumbre para el material de Columbretes es de 2.76, calculado a a partir de recogidas practicadas en años anteriores en la Illa Ferrera. Tras la recolección, las semillas se conservan entre 0 y 5°C, de una a dos semanas, y se ponen en remojo dos días para favorecer la germinación.

Debe destacarse que, a pesar de la alta germinación de la especie en condiciones de vivero o laboratorio, la respuesta a la siembra directa es poco satisfactoria. En 1992 se realizó una prueba de siembra de 315 semillas en 63 hoyos en zonas de 20 cm. de profundidad edáfica media ; el seguimiento en 1993 indica que sólo germinaron 3 de las 390 semillas -0.77%- y que tras el paso de la primavera sólo 1 de los ejemplares posee ciertas garantías de superviviencia. Los resultados han sido aún menos satisfactorios en el caso de siembras masivas en zanjas, en zonas de elevada erosión. En el otoño de 1992 se sembraron 1401 semillas en zanjas y hoyos en distintas zonas de la Illa Grossa sin que se hayan observado germinaciones. No obstante lo anterior, se espera a realizar recuentos en el otoño de 1993, ya que cabe sospechar que la semilla posea períodos largos de latencia. Una prueba realizada por nosotros en 1989 en Valencia con 30 semillas en maceta con turba, exenta de riegos y sometida a intemperie en clima local -piso termomediterráneo en ombroclima seco-, arrojó el dato de seis semillas germinadas en tres años, la mayoría de las cuales germinaron en el segundo año.

DISCUSIÓN Y CONCLUSIONES

La gestión abordada desde 1987 aborda interesantes resultados, como la implantación de *M.a.* subsp.*citrina*, *L. intricatum* o *W.frutescens* en la Illa Grossa, la aplicación paralela de diversas medidas de conservación ex-situ en *M.a.* subsp.*citrina*, la mejora sustancial de la vegetación tras la eliminación de *Oryctolagus cuniculus*, etc.. Los aspectos más importantes han sido suficientemente planteados en el capítulo precedente, por lo que no repetiremos aquí dicha discusión. Sin embargo, la gestión botánica futura del Parque Natural se enfrenta a importantes dilemas técnicos no imaginados hace pocos años, y que en buena parte salen a la luz como consecuencia de los propios avances alcanzados ; baste plantear el tema de la elección entre agotar los intentos de propagación de especies recalcitrantes *(Pistacia lentiscus, Chamaerops humilis)* o recurrir a la reintroducción de material vegetal alóctono. Otro tanto cabe indicar sobre los temas de los que actualmente se desconocen pautas evolutivas a corto y medio plazo, tales como la compatibilización de la conservación de poblaciones de *Larus audouinii* y la de aquellas comunidades vegetales de interés científico que se generan por la actividad de esta especie pero que a la vez la expulsan en pocos años cuando se desarrollan suficientemente (p.ex., formaciones de *Lavatera* sp. pl.). El hecho de que gran parte de las comunidades vegetales sean endémicas y a la vez antropófilas (v. CARRETERO & BOIRA, 1987), plantea igualmente importantes problemas cara al manejo de poblaciones.

La resolución de estos temas sólo será factible mediante un incremento de la investigación científica aplicada a la conservación de la flora local. Entre otros, se ha previsto la necesidad de monitorizar en detalle el seguimiento de la vegetación a fin de calibrar la importancia de los cambios intra e interanuales, la coordinación de estudios zoológicos y botánicos para conocer las relaciones tróficas y modelizar la colonización de las islas en función de vías migratorias, etc.

Por último, debe señalarse que los ataques de *Cuscuta* han abierto un nuevo debate en el modelo de gestión del Parque Natural, si nos planteamos que su aparición y virulencia podrían constituir un sistema alternativo de autocontrol del ecosistema para la sucesión vegetal, una vez eliminada la población de *Oryctolagus* que efectuaba esta función. El estudio y seguimiento a largo plazo del efecto complementario entre la fauna (ramoneo, parasitismo, etc.) y la propia flora (parásitos y hemiparásitos, plagas, etc.) como elementos moduladores de la sucesión vegetal, constituyen prioridades para los próximos años, abriendo mientras tanto una incertidumbre que sin duda motivará aún más la investigación biológica en el archipiélago.

AGRADECIMIENTOS

Al Ilmo. Director General de Conservación del Medio Natural de la Generalitat Valenciana, Dr. D. Eduardo Galante, por la revisión del trabajo y el apoyo prestado para su presentación. A los Dres. D. César Gómez-Campo (Escuela Superior de Ingenieros Agrónomos, Universidad Politécnica de Madrid), D. Jaime Güemes (Jardín Botánico de Valencia) y D. Manuel B. Crespo (Universidad de Alicante), por la lectura y corrección del manuscrito original que ha servido de base para elaborar este artículo. Al Dr. J.L. Carretero (Escuela Superior de Ingenieros Agrónomos, Universidad Politécnica de Valencia) por su ayuda en diversos aspectos consultados sobre la flora y vegetación de la zona. Igualmente deseamos agradecer el asesoramiento y datos aportados por el Dr. D. Patricio García-Fayos, D. Oscar Suárez, D. Antoni Marzo, D. Miquel Ibáñez, Dña. J.M. Arregui, D. Antonio Vizcaíno, D. Vicent Calatayud y D. Jesús Riera. Por su estrecha y valuosa colaboración, queremos resaltar la labor del equipo de vigilantes del Parque Natural, y en especial la realizada por D. Santiago Sales, D. Antonio Sánchez-Codoñer, D. Valentín L. Tena y D. Javier Martínez-Valle.

BIBLIOGRAFÍA

ALONSO, L.A. 1987a. *Geología estructural del archipiélago de las Columbretes*. pp. 27-54 in ALONSO, L.A., CARRETERO, J.L. & GARCÍA-CARRASCOSA, M. (coords.): *Islas Columbretes. Contribución al estudio de su medio natural*. 510 pp. 1ª ed. Colección Monografías, n°5. Consellería de Obras Públicas, Urbanismo y Transportes. Generalitat Valenciana. Valencia.

ALONSO, L.A. 1987b. *Variaciones petroquímicas en el vulcanismo de las islas Columbretes*. pp. 55-94 in ALONSO, L.A., CARRETERO, J.L. & GARCÍA-CARRASCOSA, M. (coords.): *Islas Columbretes. Contribución al estudio de su medio natural*. 510 pp. 1ª ed. Colección Monografías, n°5. Consellería de Obras Públicas, Urbanismo y Transportes. Generalitat Valenciana. Valencia.

AUERNHEIMER, C., CALLAGHAN, P., ESCOBAR, J.V., JIMÉNEZ-PÉREZ, J., LACOMBA, I., LAGUNA, E., LOPEZ-SANCHO, J.L., MATEACHE, P., ORS, J.B. & PONS, A. 1990. *Apéndice a la guía de la Naturaleza de la Comunidad Valenciana : Parques y Parajes Naturales*. 158 pp. Consellería de Administración Pública, Agencia del Medio Ambiente. Ed. Levante. Valencia.

BAÑARES, A. 1992. *Recuperación de la flora amenazada de los Parques Nacionales canarios : Metodología para su planificación y ejecución*. 20 pp. in *I Curso de recuperación de especies de flora amenazada*. ICONA. Centro Ecológico de La Laguna. Tenerife.

BATARDA-FERNANDES, R. 1992. Notas sobre *Lobularia maritima* (L.) Desv. *Anales Jard. Bot. Madrid* 49(2) : 311-315.

BOIRA, H. & J.L. CARRETERO. 1987. *Flora vascular de las Islas Columbretes*. pp. 109-128 in ALONSO, L.A., CARRETERO, J.L. & GARCÍA-CARRASCOSA, M. (coords.): Islas *Columbretes. Contribución al estudio de su medio natural*. 510 pp. 1ª ed. Colección Monografías, n°5. Consellería de Obras Públicas, Urbanismo y Transportes. Generalitat Valenciana. Valencia.

BOISSET, F. & GARCÍA-CARRASCOSA, M. 1987. *El fitobentos de las Islas Columbretes Flora y comunidades vegetales*. pp. 269-301 in ALONSO, L.A., CARRETERO, J.L. & GARCÍA-CARRASCOSA, M. (coords.): *Islas Columbretes. Contribución al estudio de su medio natural*. 510 pp. 1ª ed. Colección Monografías, n°5. Consellería de Obras Públicas, Urbanismo y Transportes. Generalitat Valenciana. Valencia

BOLÒS, O. 1967. *Comunidades vegetales de las comarcas próximas al litoral situadas entre los ríos Llobregat y Segura*. 280 pp. Memorias de la Real Academia de Ciencias y Artes de Barcelona, n°38. Barcelona.

BOLÒS, O. 1989. La vegetació d'algunes petites

illes properes al litoral de la Península Ibérica. *Folia Bot. Miscel. (Barcelona)* 6 : 115-133.

BOLÒS, O. & VIGO, J. 1979. Observacions sobre la flora dels Països Catalans. *Collect. Bot. (Barcelona)* 11 : 25-89.

BOLÒS, O. & VIGO, J. 1984a. *Flora vascular i vegetació de les Illes Medes.* In ROS, J., OLIVELLA, I. & GIL, J.M. : *Els sistemes naturals de les Illes Medes.* Arxius Secció de Ciències, n°73. Institut d'Estudis Catalans. Barcelona.

BOLÒS, O. & VIGO, J. 1984b. *Flora dels Països Catalans, vol. I (Licopodiàcies-Cappariàcies).* 736 pp. Ed. Barcino. Barcelona.

CALDUCH, M. 1992. *Vascular plants of the UTM square 31S CE.* 36 pp. Catàlegs florístis locals ORCA, n°4. Institut d'Estudis Catalans. Barcelona.

CARDONA, M.A. & CONTANDRIOPOULOS J. 1979. *Endemism and evolution in the islands of the Western Mediterranean.* pp. 133-169 in : *Plants and islands.* Academic Press. London.

CARRETERO, J.L. & BOIRA, H. 1987. *La vegetación de las Islas Columbretes.* pp. 129-154 in ALONSO, L.A., CARRETERO, J.L. & GARCÍA-CARRASCOSA, M. (coords.) : *Islas Columbretes. Contribución al estudio de su medio natural.* 510 pp. 1ª ed. Colección Monografías, n°5. Consellería de Obras Públicas, Urbanismo y Transportes. Generalitat Valenciana. Valencia.

CASTILLO, E. (dir.). 1991. *Mapa geocientífico de la provincia de Castellón.* 2 vols. Conselleria de Medi Ambient. Valencia.

CONTANDRIOPOULOS, J. & CARDONA M.A. 1984. Caractère original de la flore endémique des Baléares. *Bot. Helvet. 94(1)* : 101-132. Basel.

COSTA, M., GARCÍA-CARRASCOSA, M., MONZÓ, F., PERIS, J.B., STÜBING, G. & VALERO, E. 1984. *Estado actual de la flora y fauna marinas de la Comunidad Valenciana.* 208 pp. Excmo. Ayuntamiento de Castellón de la Plana. Castellón.

GISBERT, J.M. 1987. *Clima y suelo de las Islas Columbretes.* pp. 95-108 in ALONSO, L.A., CARRETERO, J.L. & GARCÍA-CARRASCOSA, M. (coords.) : *Islas Columbretes. Contribución al estudio de su medio natural.* 510 pp. 1ª ed. Colección Monografías, n°5. Consellería de Obras Públicas, Urbanismo y Transportes. Generalitat Valenciana. Valencia.

GÓMEZ-CAMPO, C. 1981. *Conservación de recursos genéticos : Reservas genéticas (vegetales).* pp. 97-124 in RAMOS, J.L. : *Tratado del Medio Natural, vol. 2.* Ed. Universidad Politécnica de Madrid. Madrid.

GÓMEZ-CAMPO, C. 1991. *Métodos de protección de especies vegetales amenazadas : la experiencia ibérica.* pp. 33-37 in HERNANDEZ-BERMEJO, J.E., M. CLEMENTE & V.H. HEYWOOD (eds.) : *Conservation Techniques in Botanic Gardens (Proceedings of the International Conference on Conservation Techniques in Botanic Gradens, Córdoba, May 10-14, 1987).* Koeltz Scientific Books. Koenigstein.

GÓMEZ-LÓPEZ, J.A. 1987. *Láridos nidificantes en las islas Columbretes : gaviota patigualda (Larus cachinnans) y gaviota de Audouin (Larus audouinii).* pp. 215-240 in ALONSO, L.A., CARRETERO, J.L. & GARCIA-CARRASCOSA, M. (coords.) : *Islas Columbretes. Contribución al estudio de su medio natural.* 510 pp. 1ª ed. Colección Monografías, n°5. Consellería de Obras Públicas, Urbanismo y Transportes. Generalitat Valenciana. Valencia.

GUARA, M., E. LAGUNA & R. CURRÁS. 1992. Espectro de las formas biológicas de Raunkiaer en las dunas de Guardamar del Segura y Elche. *Cuad. Geogr. (Valencia)* 52(2) : 149-156.

GUERAU, C. & N. TORRES. 1981. *Nova aportació al coneixement de les plantes d'Eivisa i Formentera.* 132 pp. Institut d'Estudis Eivisenses. Ibiza.

HOYO, J. del, ORTA, J., CAMPRODÓN, J., DEJAIFVE, P.-J., DOMÍNGUEZ, M., LAGUNA, E., NEBOT, J.R., MAYOL, J. & SANSANO. 1992. *Espais Naturals.* 483 pp. Vol. extra in R. FOLCH (coord.) : *Història Natural dels Països Catalans.* Ed. Enciclopèdia Catalana. Barcelona.

JIMÉNEZ, J. 1987. *Notas sobre los mamíferos de las Islas Columbretes.* pp. 263-268 in ALONSO, L.A., CARRETERO, J.L. & GARCÍA-CARRASCOSA, M. (coords.) : *Islas Columbretes. Contribución al estudio de su medio natural.* 510 pp. 1ª ed. Colección Monografías, n°5. Consellería de Obras

Públicas, Urbanismo y Transportes. Generalitat Valenciana. Valencia.

KLEMMER, K. 1961. Islas Columbretes ; die Schlageninseln ohne Schlangen. *Natur und Volk* 91 : 39-47.

LAGUNA, E. 1989. Bases para la gestión de los carrascales valencianos, I : Caracterización general, estructura y fenología. *Medi Natural* 1 (1-2) : 29-37. Valencia.

LAGUNA, E. 1991. *Los recursos de flora y fauna silvestre.* pp. 237-248 in HONRUBIA, J. (coord.) : *Proyecto 93 : La Comunidad Valenciana en la Europa Unida. Vol. I : Nivel de Vida, Medio Ambiente y Ordenación del Territorio.* 10 vols. Presidencia de la Generalitat Valenciana. Valencia.

LAGUNA, E. inéd. a. *Programa (LIFE-CEE) de creación de una red de microrreservas de flora y adquisición de terrenos de interés botánico prioritario en la Comunidad Valenciana.* 78 pp. Año 1992. Servicio de Protección de Especies, Dirección General de Conservación del Medio Natural. Conselleria de Medi Ambient de la Generalitat Valenciana. Valencia.

LAGUNA, E. inéd b. *Plan de Recuperación de Medicago arborea subsp. citrina en la Comunidad Valenciana.* 30 pp. Año 1992. Consellería de Medio Ambiente. Generalitat Valenciana. Valencia.

LAGUNA, E. & R. CURRÁS. 1985. Etude symphénologique d'une forêt valencienne (Valencia, Espagne) à *Quercus rotundifolia* Lam. et *Fraxinus ornus* L. *Stvdia Geobotanica (Trieste)* 5 : 111-126.

LIDEN, M. 1986. *Fumaria.* pp. 447-469 in CASTROVIEJO, S., M. LAÍNZ, G. LÓPEZ-GONZÁLEZ, P. MONTSERRAT, F. MUÑOZ-GARMENDIA, J. PAIVA & L. VILLAR (eds.) : *Flora iberica, vol. I (Lycopodiaceae-Papaveraceae).* 575 pp. Consejo Superior de Investigaciones Científicas. Real Jardín Botánico. Madrid.

LLORENS, V. & RODRÍGUEZ-AIZPEOLA, J. 1991. *Els espais naturals protegits a Espanya.* 165 pp. Col. Politécnica, 44. Edicions Alfons el Magnànim. Institució Valenciana d'Estudis i Investigació. Valencia.

MACHADO, A. 1989. Planes de recuperación de especies. *Ecologia* 3 : 23-42. Madrid.

MARTÍN, J. & ESCARRÉ A. 1980. Datos de fenología, reducción de hoja y variaciones estacionales de la composición foliar en cuatro especies del matorral costero mediterráneo ibérico. *Mediterranea (Alicante)* 2 : 49-77.

OLIVIERI, I., GOUYON, P.H. & PROSPERI, J.M. 1991. Life cycles of some Mediterranean invasive plants. pp. 145-158 in GROOVES, R.H. & Di CASTRI, F. (eds.) : *Biogeography of mediterranean invasions.* Cambridge University Press. Cambridge, New York, Port Chester, Melbourne & Sidney.

PERIS, J.B. & STÜBING G. 1985. *Lavatera mauritanica* subsp. *davaei* en las Islas Columbretes (Castellón). *Anales Jard. Bot. Madrid* 41 (2) : 455-456.

RIVAS-MARTÍNEZ, S. 1982. Étages bioclimatiques, secteurs corologiques et séries de végétation de l'Espagne Méditerranéenne. *Ecol. Medit.* 8(1-2) : 275-288. Marseille.

SALVATOR, L. von. 1895. *Columbretes.* 177 pp. Ed. Mercy. Praha.

SERRANO, R. 1987. *Historia de los asentamientos humanos en las Columbretes.* pp. 13-18 in ALONSO, L.A., CARRETERO, J.L. & GARCÍA-CARRASCOSA, M. (coords.) : Islas *Columbretes. Contribución al estudio de su medio natural.* 510 pp. 1ª ed. Colección Monografías, nº 5. Consellería de Obras Públicas, Urbanismo y Transportes. Generalitat Valenciana. Valencia.

SMYTH, W.H. 1831. On the Columbretes, volcanic rocks near the coast of Valencia, in Spain. *J. Geographic Soc. London* 1 : 58-62.

SUÁREZ, O. inéd. *Estudio de la flora y vegetación de las Islas Columbretes y su posible regeneración.* 123 pp. Trabajo de fin de carrera, 1992. Escuela Universitaria de Ingeniería Técnica Agrícola. Universidad Politécnica de Valencia. Valencia.

SUÁREZ, O. & G. URIOS. inéd. 1989. *Estaquillado de 5 especies autóctonas de las islas Columbretes.* Consellería de Agricultura y Pesca -Generalitat Valenciana. Valencia.

ECOLOGIA MEDITERRANEA XXI (1/2) 1995 : 337-344

Changements socio-économiques et conservation de la flore dans les îles de la Méditerranée

Joan MAYOL*

RÉSUMÉ

Cette communication étudie l'influence des facteurs socio-économiques locaux et ses conséquences sur la conservation des espèces aux Baléares et dans d'autres îles méditerranéennes. La fin des économies autarciques qui étaient la conséquence de l'insularité entraîne une diminution de la pression générale sur les ressources naturelles. Mais elle a permis en revanche la naturalisation d'espèces exogènes qui peuvent constituer des risques pour la flore insulaire. L'évolution de la société agricole vers une société touristique et industrielle a des conséquences au niveau de l'économie forestière mais aussi sur le type d'élevage pratiqué et, plus globalement, sur les techniques agraires. Tout ceci implique un essor croissant de l'intérêt pour la conservation et un effort pour l'application des connaissances scientifiques à la sauvegarde de la flore et du patrimoine naturel des îles de la Méditerranée.

MOTS CLES : Iles Baléares, conservation, flore, sociologie, économie

SUMMARY

This article deals with the influence of local socio-economic factors and their consequences on flora's conservation in the Balearic islands and other islands of the Mediterranean sea. The end of autarkical economies which were consequencies of insularity leads to a reduction of general pressure on natural resources. But it allowed the naturalization of exogenic species which represent risks for the islands' floras. The evolution of agricultural society to touristic and industrial society has consequences on forest economy, on breeding and, on a large scale, to agricultural techniques too. All of this implies an increasing interest for conservation and an effort regarding to application of scientific knowledge on flora's and Mediterranean natural richness'safeguard.

KEY WORDS : Balearic islands, conservation, flora, sociology, economy

La biodiversité végétale, en tant qu'ensemble de taxons -espèces, variabilité intraspécifique- d'associations et de paysages, est le résultat d'un processus très complexe dû à la relation du milieu et de l'histoire, dans un sens très large des mots. D'un côté, nous avons les caractéristiques géologiques du milieu -composition générale, oligo-éléments- et le climat ; de l'autre, nous pouvons distinguer deux niveaux : l'histoire biogéographique -paléo-climats, colonisation et extinction des espèces et des herbivores, évolution sur place- et l'histoire socio-économique, c'est-à-dire l'histoire humaine. Nous allons examiner les changements socio-économiques des îles méditerranéennes et leurs conséquences pour la conservation de la flore.

La flore des îles méditerranéennes n'est pas très homogène, et la socio-économie est aussi diverse que la flore. Peut-on trouver des évolutions parallèles entre les îles ? Nous pensons en effet qu'il y en a : les biocénoses végétales peuvent se caractériser par une diversité importante -beaucoup plus élevée que dans des îles du nord, bien que toujours moindre que celle des continents voisins-, et par un degré d'endémisme notable. Au point de vue socio-économique, les îles ont perdu ou sont en train de perdre leur isolement, les activités économiques s'intensifient sur des territoires particuliers et disparaissent sur d'autres territoires, la nature est non seulement une ressource mais de plus en plus un patrimoine pour notre société. Enfin, les relations flore/société sont très importantes : l'antiquité du peuplement, l'intensité de l'agriculture, le pastoralisme et la densité humaine

* Direccio General d'Estructures Agràries I Medi Natural Govern Balear, Palma de Mallorca.

importante sont assez généralisés dans les îles méditerranéennes.

Les changements socio-économiques que nous venons d'indiquer ne sont pas propres aux sociétés insulaires de Méditerranée mais ont une importance particulière du fait de leur vitesse et de leur intensité. En fait, ils ont une répercussion majeure par rapport à la conservation de la phytocénose et de la biodiversité végétale. Nous allons présenter quelques exemples, en particulier à partir de la situation des îles Baléares, qui peuvent non seulement être des cas représentatifs par rapport à la situation actuelle d'autres îles, mais constituer un exemple d'un processus déjà démarré partout en Méditerranée, avec des vitesses inégales et des caractéristiques différentes dans chaque situation. Toutefois, il s'agit probablement là de l'avenir général des îles de notre bassin méditerranéen.

Substitution du modèle autarcique traditionnel par une rupture de l'isolement

Jusqu'à très récemment, l'économie insulaire méditerranéenne était pauvre, basée sur l'exploitation sur place de toutes les ressources disponibles et sur l'émigration.

L'émigration humaine a été un phénomène très important : des îles Baléares vers le Midi de la France, vers les Antilles ou le sud de l'Amérique ; de la Corse vers la France ; de la Sicile ou des îles grecques vers les Etats-Unis ; de l'île de Malte vers l'Australie... Il faudrait étudier les conséquences de ce flux mais elles ne semblent pas importantes par rapport à la flore. On pourrait penser qu'un tel flux, toujours suivi par un reflux certain bien que moindre, aurait pu contribuer à l'importation d'espèces végétales dans ces contrées, mais il est bien connu que les espèces ont suivi les colonisations ; l'inverse se produit rarement (CROSBY, 1986). Bien qu'une grande partie de la flore insulaire ait une origine artificielle (plus de 30 % de la flore de Minorque ne serait pas autochtone, selon une estimation de RITA, ce que l'on peut considérer comme valable pour d'autres îles méditerranéennes), il ne semble pas que les différences d'intensité des flux migratoires aient eu quelque importance quantitative. On peut citer l'exemple de *Cyclamen balearicum* dont une petite population existe non loin de Perpignan, ville qui a eu des rapports historiques très importants avec l'île de Majorque. Par contre, en général, les plantes importées dans les pays tempérés du monde occupés par les Européens sont des espèces très largement répandues en Europe ; les espèces particulières des îles, en général des écotypes spécialisés, n'ont joué aucun rôle. Beaucoup d'espèces américaines, sud-africaines ou asiatiques sont arrivées dans les îles méditerranéennes et s'y sont naturalisées *(Oxalis, Carpobrotus, Ailanthus, Agave, Opuntia, Cortaderia, Solanum, etc.)* mais il ne semble pas que l'émigration ait joué un rôle spécial. Nous reviendrons sur le cas de l'Ailante.

L'utilisation des ressources locales était très importante, beaucoup plus qu'elle ne l'est aujourd'hui. La végétation méditerranéenne et la flore sauvage constituèrent en effet une ressource pour les communautés locales, pour leur alimentation et pour le bétail : elle apportait énergie, fibres, substances médicales et produits divers, et ceci jusqu'à très récemment. Nous reviendrons sur l'utilisation pastorale de la végétation méditerranéenne, ainsi qu'à son utilisation énergétique (bois et charbon). Si nous examinons les produits directement obtenus des végétaux sauvages (cf. la liste de la table I où nous signalons les plantes sauvages qui faisaient l'objet d'une récolte commerciale aux Baléares à la fin du XIXème siècle, autres que les plantes médicinales ou se rapportant au bois), il faut souligner qu'aucun de ces produits ne prend part aujourd'hui à l'économie locale, excepté *Typha*, espèce qui fait encore l'objet de petites récoltes locales à S'Albufera de l'île de Majorque.

Cette situation se retrouve probablement dans d'autres îles ; un exemple bien connu d'une activité économique tirant parti de la flore sauvage est celui de la semi-culture de *Pistacia lentiscus chii* à Chios (Grèce), bien connu pour le mastic, bien commercialisé aujourd'hui -de la liqueur au moderne chewing-gum- et connu depuis les temps d'Hérodote ; un autre exemple est donné par le monopole exclusif que les grands Maîtres de Malte avaient sur le *Cynomorium coccineum* de l'îlot «Fungus Rock», à Gozo, surveillé en permanence par l'armée, pour les pouvoirs médicinaux -inexistants- de la plante et offerte aux maisons royales d'Europe.

Bien que certaines espèces continuent d'être récoltées, la majorité, suite aux changements socio-économiques et culturels des sociétés méditerranéennes, ne souffre plus de cette pression. Mais peut-on considérer ce changement comme positif ? Il ne faut pas être trop optimiste. La perte de valeur économique pour certaines plantes élimine la pression mais aussi l'intérêt que les propriétaires des terres, les paysans ou le public ont pour elles. Un cas particulier et très illustratif est celui du palmier nain, *Chamaerops humilis*, aux Baléares. Les feuilles ont été tissées depuis 3000 ans à Majorque (ROSSELLO-BORDOY, 1979) et encore vers 1955 sa valeur de marché était si importante que l'Etat planifiait des plan-

tations de l'espèce (Archives du Service Forestier des Baléares). Les usages de la plante ont donné naissance à un artisanat qui occupait même 60% de la population de certains villages de Majorque -à temps partiel, bien sûr- et qui produisait une grande diversité d'objets (GELABERT, *et al.*, 1990). Aussi épargnait-on certains individus de cette plante lorsqu'une garrigue ou un bois était mis en culture ; aujourd'hui on peut admirer de superbes exemplaires de *Chamaerops humilis* parmi les oliviers à Arta. Mais le plastique et l'artisanat chinois ont tout à fait éliminé cette production sur l'île et la récolte des feuilles a disparu. Un nouvel usage de la plante commençait alors dans les années 70 : le déracinage pour la vente en tant que «baby palms» aux touristes ou comme grande plante ornementale pour les hôtels ou les villas. Des mesures législatives assez fortes ont été nécessaires pour stopper ce qui pouvait menacer la survie d'un paysage de culture et palmiers.

Tableau 1
Plantes sauvages collectées dans un but commercial au début du XXème siècle aux Baléares

ESPECE	USAGES
Ampelodesmos mauritanica	Vente pour fourrage
	Fibres
Suaeda vera	Combustion pour soude
Juncus spp.	Tissage
Typha spp.	Tissage
Pinus halepensis	Résine et écorce
Stipa tenacissima	Fibres
	Tissage
Chamaerops humilis	Tissage des feuilles
Myrtus communis	Tanneurs
Buxus balearica	Taille
Olea sylvestris (fruits)	Consommation humaine
Pistacia lentiscus	Huile des fruits comestibles
Juniperus oxycedrus	Destiné au bois
Salix fragilis	Tissage
Phillyrea spp.	Tissage
Asphodelus microcarpus	Bois, alcool tiré des tubercules

La situation est tout à fait similaire par rapport aux espèces qui ont fourni l'énergie sur les îles méditerranéennes pendant des siècles. L'utilisation de la matière végétale locale comme combustible était vraiment importante, le charbon et le bois étant jusqu'à très récemment l'énergie de base pour les sociétés méditerranéennes. Pour prendre un exemple numérique, seulement au cours d'une année (1867) plus de 7000 tonnes de bois et de charbon entraient à Palma pour la consommation domestique et artisanale (SALVADOR, 1869). Il faudrait y ajouter la grande quantité de bois utilisé pour la fabrication de chaux dans les anciens fours -en usage jusqu'aux années 50 de ce siècle-, ainsi que dans les fours des potiers hors de la ville. Plus encore, le bois de la garrigue -notamment *Cistus spp., Pistacia lentiscus, Rosmarinus officinalis* et *Erica multiflora*- était utilisé comme le seul apport d'engrais pour beaucoup de sols agricoles de l'île, en le faisant brûler recouvert de terre : la tradition était de brûler un «fourneau» (dit «formiguer» sur l'île) -environ 50 kg de bois- pour 12 m^2 de terrain si possible concernant certaines cultures. Cet usage représentait la principale valeur économique des garrigues majorquines. De nos jours cette pression sur la garrigue a tout à fait disparu.

L'exploitation forestière est aussi tombée en crise et ne représente aujourd'hui qu'une fraction ridicule par rapport au passé. Ni la construction navale en bois, ni l'exploitation charbonnière ne se sont maintenues. Le charbon se produit encore marginalement en Crête et probablement dans d'autres îles méditerranéennes, mais ce que nous avons vu concerne le charbon de bois d'olivier et non celui d'espèces sauvages. Le bois, qui suit les changements économiques, n'est plus exploité comme par le passé en conséquence de l'importation des produits pétroliers. Seulement une petite fraction

subsiste encore en ce qui concerne les îles Baléares, en particulier le bois de chêne vert et d'olivier sauvage pour le chauffage domestique «de luxe». Ces phénomènes, accompagnés de l'abandon des terres agricoles que nous allons examiner par la suite, ont contribué de façon très importante à l'expansion des garrigues, des pinèdes et même des bois de chêne vert aux Baléares, tant en surface qu'en biomasse. Ces formations ont également changé de structure : la proportion de lignine et de cellulose -donc de nécromasse- a aussi augmenté. Un phénomène similaire doit se produire sur d'autres îles méditerranéennes. Les graphiques 1, 2 et 3 obtenus à partir de sources diverses -inventaires forestiers, données du cadastre- sont très éloquents. Même si le détail des statistiques n'est pas tout à fait fiable, la tendance est très claire. Les bois de pins d'Alep ont multiplié leur surface par plus de cinq à Majorque ; les bois de chêne également ont augmenté : de 5000 à plus de 10000 ha à Majorque, de 900 à 2600 ha à Minorque.

Cette perte de l'isolement économique (autarcie en énergie et en produits) s'accompagne d'une perte de l'isolement physique réel. Aujourd'hui le flux constant d'avions et de bateaux, avec les cargaisons les plus diverses, suppose les véritables «ponts continentaux» des anciens bio-géographes. L'introduction délibérée ou accidentelle d'espèces non méditerranéennes est un facteur de première importance pour la conservation de la Flore.

La perte de l'isolement a facilité et généré une naturalisation croissante d'espèces exogènes, ce qui n'est pas sans risque pour les flores insulaires. Mais ce phénomène n'est pas nouveau, comme on l'a déjà signalé. Ces dernières années une attention très importante a été accordée à *Caulerpa taxifolia*, une chlorophycée en expansion sur les côtes du NW de notre mer, qui semble menacer même les prairies de Posidonie. Mais le processus se produit avec diverses espèces terrestres sans pour autant causer un souci public. Deux cas peuvent être signalés : celui de *Carpobrotus edulis* et de *Ailanthus altissima*. L'une et l'autre se sont très bien adaptées au climat méditerranéen. Nous avons vu comment *Carpobrotus* menace les espèces halophiles, tant sur les dunes que sur les côtes rocheuses, qui sont éliminées ou étouffées par cette plante envahissante. La côte rocheuse du Nord de Minorque, où une flore particulièrement riche en endémiques s'est adaptée aux conditions rigoureuses de vent et de sel, ne peut pas résister à l'envahissement de l'espèce sud-africaine qui étouffe les endémiques. Des campagnes de contrôle sont en cours pour stopper ce problème. On peut en effet éliminer l'espèce dans les réserves botaniques ou des sites de choix, avec une intervention continuelle et constante : mais devrons-nous soigner à l'avenir la végétation spontanée comme un jardin ?

Le cas de l'Ailante est aussi important. Son expansion en Méditerranée est énorme. On sait qu'à Montecristo seuls deux exemplaires ont donné naissance partout sur l'île à des milliers et milliers d'Ailantes (PAVANI, c.p.) que seule une opération à long terme peut arriver à contrôler. Seulement entre les années 89 et 92, 120 millions de lires ont été dépensées pour ce contrôle (MAYOL, 1992) ; contrôle qui est possible dans une petite île sous gestion, mais ailleurs ? Quand on voit des jeunes Ailantes pousser même à l'intérieur du Palais de Knosos en Crête ou sur le Parthénon à Athènes, c'est le symbole de la pénétration de cette parvenue dans l'essence même de la Méditerranée. L'arbre pousse partout, de Ibiza à Crête et à Malte. C'est une espèce qui s'étend le long des routes, des voies ferrées et aux bords des cultures. Mais la pénétration est également possible dans le maquis, comme le prouve le cas de Montecristo. Dans un siècle, peut-être, les bois d'Ailante seront-ils caractéristiques de nos îles ?

Evolution de la société agricole et pastorale vers une société touristique et industrielle

Si la pression anthropique sur les espèces a diminué suite à des changements socio-économiques, le cas est similaire par rapport au territoire. Il y a quelques générations la pression agricole était très importante et beaucoup de terrains peu productifs, aux sols pauvres ou inclinés, étaient soumis à la culture par un processus général. Le cas des Baléares est très clair, mais on peut également signaler celui de Malte (SHEMBRI et LANFRANCO, 1993). On remarque en particulier une diminution importante du cheptel caprin.

Probablement à la fin du XIXème siècle la pression agropastorale a commencé à diminuer suite à l'arrivée du phylloxéra. Ainsi la vigne qui occupait le premier rang à l'échelle de la richesse territoriale aux Baléares vers 1879 (POU, 1879) a terriblement souffert du ravageur, qui a produit la misère et l'émigration d'une partie importante de la population rurale. Si une partie des terrains consacrés aux vignobles a été remplacée par la culture des amandiers, la garrigue et le bois ont aussi récupéré une partie des terres marginales. Le processus continue aujourd'hui pour les cultures d'oliviers dans les montagnes de Majorque, comme c'est aussi le cas de beaucoup de cultures méditerranéennes en terrasses, soit en Sicile ou dans d'autres îles des états européens. L'aban-

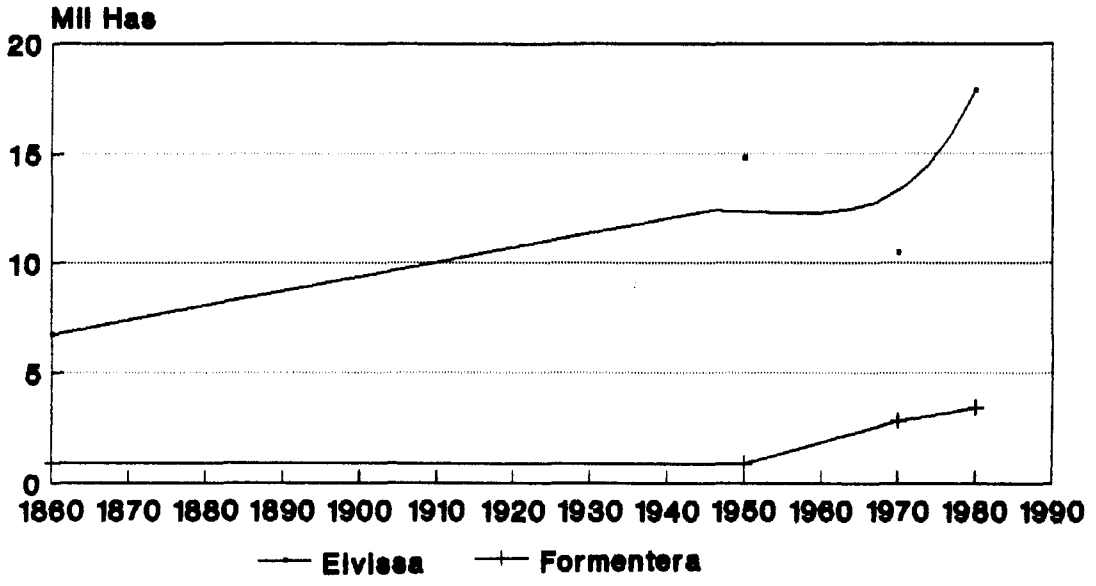


Figure 1.- Evolution de la surface forestière des Pitiuses (Ibiza et Formentera)

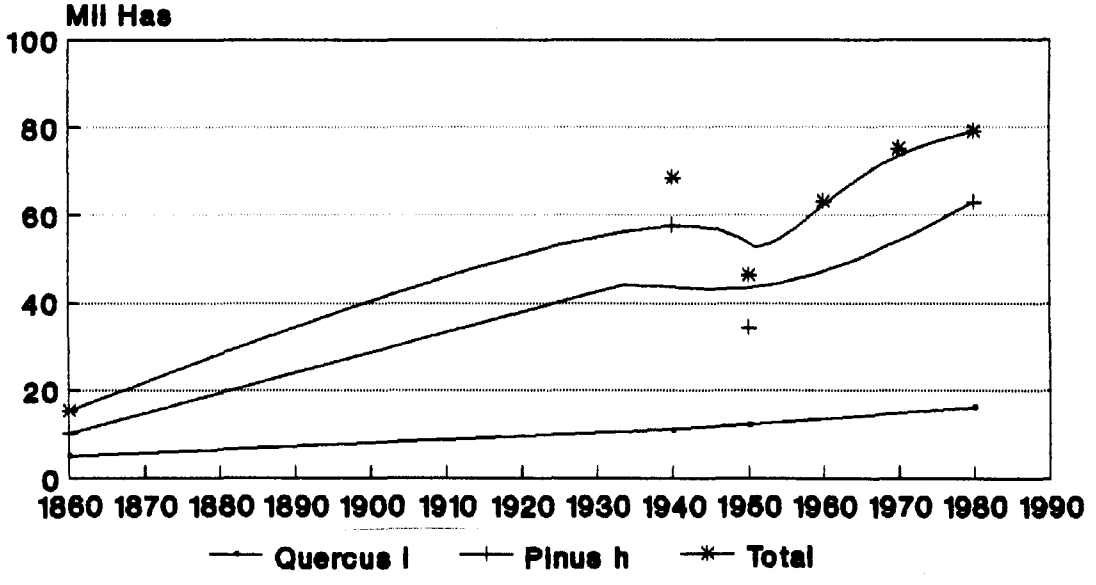


Figure 2.- Evolution de la surface forestière de Majorque

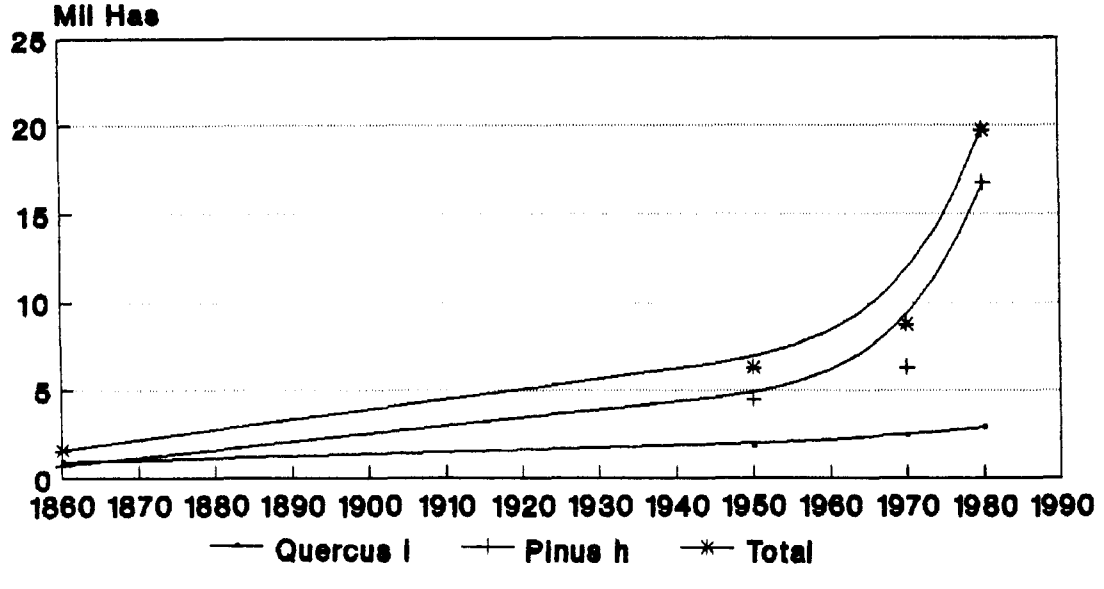


Figure 3.- Evolution de la surface forestière de Minorque

don des terrasses suppose un risque d'érosion très important surtout si l'abandon n'est pas total. En effet, à Majorque, le pin d'Alep peut occuper rapidement le terrain et un dispositif anti-érosion naturel s'établit. Mais si la zone passe au pâturage extensif c'est plus dangereux, car le piétinement du bétail accélère la dégradation de la structure, dégradation qui peut même être favorisée par les paysans désireux de faciliter le transit des animaux. On peut voir des exemples de tous types sur les cultures d'oliviers en terrasses à Majorque, où cette culture occupe quelques 16 740 ha (GRIMALT *et al.*, 1989) soit quelques 20 000 kms linéaires.

Encore un exemple très intéressant : la vie et l'utilisation des petites îles. A Majorque, par exemple, SALVADOR (1869) cite la présence stable de cinq familles à l'île de Cabrera, deux à Sa Dragonera et neuf à Sa Conillera (près de Cabrera). Le charbon de bois, obtenu des racines des lentisques, était exploité sur le Vedra et d'autres îlots. Chèvres et brebis étaient introduites chaque année sur les îlots pour de maigres pâturages, même des porcs qui pouvaient profiter des tubercules d'*Arisarum vulgare*... Le cas des Columbretes, près de Castellon est aussi à signaler (SALVADOR, 1894) : Smith les décrit, en 1839, couvertes d'une végétation luxuriante. En 1857 se construit un phare, tâche à laquelle participent jusqu'à 45 personnes. Entre deux et quatre familles de phariers restent sur place. La végétation est tout à fait détruite : incendie lors de la construction, importation de lapins pour la chair et d'une chèvre (l'île mesure seulement 1,5 ha). Même la terre, volcanique et fertile, a été exploitée : un bateau se chargeait des voyages pour le continent (Aguiló, in PALOMERO, 1990). Malheureusement, nous n'avons pas de bons inventaires floristiques avant la destruction et seulement une impression intuitive peut être faite de l'ampleur de la perte.

Pourtant cette diminution de la pression territoriale sur les terrains de culture s'accompagne d'une pression encore plus intense sur des terrains qui ne l'avaient pas connu avant : le littoral, peu cultivable ou même dangereux par la proximité de la mer, les zones humides. Les dunes ont particulièrement souffert de cet impact.

Notre conclusion générale est que l'utilisation des espèces végétales et du territoire dans les îles de Méditerranée par l'homme suit un modèle de concentration : la pression est de plus en plus grande sur des territoires plus limités que par le passé et sur des taxons ainsi plus limités. Cette situation donne ses chances à la conservation car il est de plus en plus facile de réserver des espaces pour la nature, malgré l'apparition de nouveaux problèmes.

Essor croissant de l'intérêt pour la conservation et application des connaissances scientifiques à la conservation

Si les changements économiques, tant au point de vue énergétique qu'au point de vue agricole, ont déterminé des changements majeurs par rapport à la végétation de la Méditerranée, il faut voir dans les changements culturels une évolution tout aussi rapide.

L'étude des plantes commence à être une discipline scientifique au XVIIème siècle, et on peut voir chez les premiers auteurs un intérêt marqué pour les domaines d'application : les usages médicinaux. Cet intérêt connaît son apogée dans le courant du XIXème siècle. Je me permets de citer un auteur classique de nos îles, Weyler, qui écrit dans son ouvrage sur les plantes des Baléares en 1855 : *«Aquella ciencia de los vegetales, en la que el hombre encontró sus primeros alimentos y sus primeros remedios, es de tanta utilidad en nuestros dias que sin ella, ni el médico pudiera ejercer su ministerio ni el pueblo subsistir»*[1]. La botanique continue son développement dans cette voie, dont nous ne voudrions pas sous-évaluer l'importance, mais dans notre siècle la branche de connaissance pure, c'est à dire la botanique scientifique au sens strict, se développe davantage. C'est seulement à partir des années 60 et 70 qu'une nouvelle branche du grand arbre commence un développement important : la botanique appliquée à la conservation, l'étude des plantes pour en éviter l'extinction, l'attention portée aux plantes rares pour leur sauvegarde, avec les jardins botaniques sur la conservation, les banques de gênes, les propositions ou les réalisations de réserves naturelles botaniques, etc.

Cette attention scientifique n'est pas isolée. Le public, d'un certain niveau culturel, s'y intéresse également. Même les pouvoirs politiques, dans une certaine mesure, s'y intéressent et dans certains de nos pays des lois et des normes protègent certaines plantes ; la conservation des espèces végétales fait partie de la politique de conservation des zones protégées, même de l'aménagement du territoire... au moins sur le plan théorique. Le monde méditerranéen prend conscience de son patrimoine génétique.

---

1) «Cette connaissance des plantes, au sein de laquelle l'homme a rencontré ses premiers aliments et ses premiers remèdes, est d'une telle utilité de nos jours que, sans elle, le médecin ne pourrait exercer ses fonctions ni le peuple subsister.»

L'importance globale de ce phénomène est accompagnée d'une forte asymétrie Est-Ouest et surtout Nord-Sud. Si nous divisons la Méditerranée en quatre (NE, NW, SE, SW), on voit que l'asymétrie est très forte. Prenons comme exemple les espaces naturels littoraux protégés (MAYOL, 1993) :

Sud de l'Europe : 57 espaces protégés
Nord de l'Afrique et Proche Orient : 11
ou bien
Méditerranée Occidentale : 45
Méditerranée Orientale : 15

En même temps, il est nécessaire de consolider dans le NE les principes de la conservation -réglementations, espaces naturels protégés, conservatoires. Un effort international concernant les aspects scientifiques, éducatifs et financiers vers l'Ouest et vers le Sud est indispensable, en particulier pour la flore méditerranéenne et, en général, pour tout le patrimoine naturel de la Méditerranée. Mais on doit tenir compte d'un fait très important : la connaissance botanique peut se faire à distance, avec des missions de recherche ponctuelles, mais la conservation n'est pas possible si l'on n'y implique pas les gens du pays.

Les processus ne sont pas simples. Un exemple, quelque peu symbolique, peut être celui de Malte : la belle endémique *Palaecyanus crassifolius* -la centaurée de Malte- a été déclarée plante nationale. Anecdote pour certains, il faut voir dans ce cas un intérêt réel : notre espèce a une éthologie fortement ritualisée, très attachée aux symboles : que nos plantes deviennent emblêmes de nos pays signifie qu'elles font partie de notre patrimoine moral, de notre héritage. Mais, fait paradoxal, l'ilôt «Fungus Rock», seule localité de *Cynomorium coccineum* et importante aussi pour d'autres plantes et animaux, est aujourd'hui réserve naturelle, mais n'est plus gardée comme autrefois. Très souvent -je ne sais pas si c'est le cas de l'ilôt-, nous avons des réserves ou des parcs qui ne le sont que sur le papier («paper-parks»).

Bien sûr, ce processus (la considération de la flore connue non seulement comme ressource naturelle mais également comme le patrimoine des peuples méditerranéens, voire comme une valeur intrinsèque) est encore un processus naissant et malheureusement les mots de Peter Kalm, en 1750, sont encore vrais : «Ici, comme dans bien d'autres endroits, l'homme se préoccupe seulement des ressources en bois, des ressources immédiates, et ne fait aucun cas de la postérité. Il prend peu en compte l'histoire, science qui est considérée ici, comme dans d'autres pays du monde, comme une bagatelle, un passe-temps de sots». Mais le procès est ouvert, à nous d'y répondre avec le pouvoir, limité mais solide, de la connaissance de nos plantes.

BIBLIOGRAPHIE

CROSBY, A. W. 1986.- *Ecological imperialism. The biological expansion of Europe, 900-1900*. Cambridge University Press. Cambridge.

GELABERT, M. *et al.* 1990.- *L'obra de palma*. Sa Nostra & Govern Balear. Palma de Mallorca.

GRIMALT, M. *et al.* 1989.- El mapa de marjades de la Serra de Tramuntana de Mallorca. *Treballs de Geografia*, 42 : 43 © 47.

GUERAU DE ARELLANO, C. 1973.- Los hornos de alquitrón, una explotación poco conocida de nuestros bosques. *Eivissa*, 3 : 23-28. Inst. Estudis Eivissencs. Eivissa.

GUERAU DE ARELLANO, C. 1979.- L'aprofitament a Eivissa de la pita i l'espart. *Eivissa*, 9 : 14-16. Inst. Est. Eivissencs. Eivissa.

MAYOL, J. 1992.- *Rapport pour le renouvellement du Diplôme Européen à l'île de Montecristo*. Groupe d'experts pour les aires protégées. Conseil de l'Europe. Manuscrit.

MAYOL, J. 1993.- Les zones protégées en Méditerranée. *Actes de la Conférence des régions méditerranéennes*. Conseil de l'Europe.

PALOMERO, J. 1990.- *Introduction al estudio de las Columbretes del Archiduque Luis Salvador*. (sous presse).

POU, L. 1879.- *Noticia sobre la Filoxera statrix*. Real Soc. Economica mallorquina de Amigos del Pais. E. T. Pedro Gelabert. Palma de Mallorca.

PRATS, E. *et al* .1984.- *Geografia de les illes Pitiuses. Les activitats agràries*. Institut d'Estudis eivissencs.

ROSSELLO BORDOY, G. 1979.- *La cultura talayótica en Mallorca*. Ed. Cort. Palma de Mallorca.

SALVADOR, L. 1869.- (Ed. de 1988-1992) *Die*

Balearen. Ed. Caixa d'Estalvis de les Balears. 8 vols.

SALVADOR, L. 1894.- (Ed. de 1990). *Columbretes*. Publ. Ajuntament de Castelló de la Plana.

SHEMBRI, P. & LANFRANCO, E. 1993.- Development and the natural environment in the maltese islands.

LOCKHART *et al.* (ed.).- The development process in small islands states, 247 © 266. Routledge eds. London and New York.

WEILER, F. 1855.- *Topografía físico-médica de las islas Baleares*. Imprenta de P. J. Gelabert. Palma.

ECOLOGIA MEDITERRANEA XX1 (1/2) 1995 : 345-356

Aspects pratiques et théoriques de la conservation *in situ* des espèces végétales insulaires en Méditerranée

Louis OLIVIER* et J. Esteban HERNANDEZ-BERMEJO**

RÉSUMÉ

Les auteurs présentent une synthèse des connaissances actuelles en matière de biologie de la conservation destinée à aider les gestionnaires d'espaces naturels, aménageurs et protecteurs de la nature des îles de Méditerranée, à mieux intégrer la conservation *in situ* de la flore dans leurs plans de gestion .

Cette synthèse aborde trois grand thèmes :

- l'identification du patrimoine à conserver avec l'élaboration des listes "rouges" d'espèces végétales, la réalisation d'études chorologiques, l'identification des situations marginales, la connaissance de l'histoire du taxon, les études caryologiques, la prise en compte des systèmes reproductifs, les études de variabilité ;
- le choix des priorités d'intervention et plus précisément l'identification des responsabilités particulières qui reviennent au gestionnaire ainsi que la prise en compte de la rareté intrinsèque et de la rareté d'origine anthropique ,
- les moyens d'assurer la survie des taxons par la gestion de leur habitat et de leur variabilité sur le long terme, en proposant plus spécialement deux stratégies différentes de conservation basées sur la rareté des taxons.

MOTS CLES : flore rare, flore menacée, conservation de la flore insulaire, conservation *in situ*

ABSTRACT

The authors are presenting a synthesis of present knowledge in biology of conservation, that could help natural areas' administrators and nature protectors of the Mediterranean islands, to better integrate flora's *in situ* conservation in their management plans.

This synthesis gets on three themes :

- identification of the patrimony that should be preserved, with help of vegetal species "red" lists, chorologic studies, identification of marginal situations, knowledge of an entity's story, kariological studies, reproductive systems knowledge, variability studies ;
- choice of intervention priorities and, more precisely, identification of particular responsabilities that go to managers, and knowledge of intrisic rarity and and of anthropical rarity ;
- ways to assure entities survival by long-term habitat and variability management, using two different strategies of conservation based on the entity rarity.

KEYWORDS : rare flora, endangered flora, insulary flora's conservation, *in situ* conservation

INTRODUCTION

Vouloir traiter d'une manière pratique de la conservation *in situ* de la diversité végétale dans les espaces insulaires de la Méditerranée relève sans doute de la gageure, tant il est vrai que la biologie de la conservation, malgré les spectaculaires avancées de ces dernières années, semble encore poser au gestionnaire plus de questions qu'elle ne permet d'en résoudre. Ce serait du moins l'impression qui pourrait prévaloir à la lecture des principaux ouvrages parus ces dernières années sur le sujet.

La biologie de la conservation reste, en effet, une science complexe, obligatoirement pluridisciplinaire, traitant d'objets si divers qu'ils semblent relever en leur grande majorité de cas d'espèce.

Alors pourquoi chercher à établir des règles de portée générale et à quelle destination ?

* Conservatoire botanique national de Porquerolles, Hyères, France
**Jardín botánico de Cordoba, Cordoba, España

Les considérations ci-après peuvent permettre, sinon de répondre avec précision à ces questions, du moins d'apporter quelques justifications à une telle entreprise.

L'idée même de conservation trouve sa genèse dans un contexte d'érosion des ressources naturelles. (FALK & HOLSINGER, 1991). La biologie de la conservation n'est-elle pas ainsi qualifiée de discipline scientifique orientée vers des situations de crise (SOULE, 1986 ; MENGES, 1991) ?

Le problème se pose en effet en ces termes, particulièrement dans les espaces insulaires méditerranéens, thème qui nous préoccupe aujourd'hui. Le capital de biodiversité constitué dans ces îles, depuis au moins des millénaires, à la fois aléatoirement et involontairement maintenu grâce à des pratiques ancestrales, est aujourd'hui en voie d'érosion accélérée de par le changement de vocation des sols, les mutations des activités humaines, l'exploitation accrue de certaines ressources (ressources en eau notamment) l'arrivée de nouvelles espèces exotiques, souvent envahissantes (encore que les îles méditerranéennes ait fait l'objet d'introductions constantes de la part de leurs habitants) et localement par la poussée démographique. Les perspectives annoncées de changements climatiques ne peuvent que renforcer les légitimes inquiétudes que l'on peut nourrir concernent l'avenir de ces espaces.

Face à l'ensemble de ces problèmes, gestionnaires d'espaces naturels, hommes politiques, aménageurs et protecteurs de la nature sont régulièrement amenés à s'interroger sur les conséquences des aménagements suscités par la demande sociale. Plus précisément l'interrogation se résume en ces termes : en quoi tel projet, surtout s'il tend à transformer le milieu naturel au point de le rendre totalement abiotique, entame-t-il de manière significative le capital biodiversité de l'île ?

En d'autres termes cette interrogation rejoint celle que rapporte Michael SOULE (1987) : "How much is enough ?" Ou pour s'exprimer autrement, quelles sont les conditions minimales (étendue et diversité des habitats, effectifs et nombre de populations, etc.) qui sont susceptibles de garantir le maintien et l'adaptation à long terme de l'espèce considérée ?

C'est ce que Michael SOULE appelle définir "the bottom line", en précisant notamment que "administrators, policy makers and managers have a right to ask for the bottom line" mais en précisant que toutefois, "biologist "have the right and sometimes the obligation not to give an oversimplified, misleading answer to such a question".

Nos fonctions respectives nous amènent fréquemment, en tant que partenaires de collectivités locales et d'administrations, à être confrontés à ce type de dilemme.

Nous pouvons témoigner du fait qu'invoquer le manque de connaissance n'a jamais pu justifier un quelconque sursis à la réalisation d'un aménagement.

Lorsqu'un aménagement est porté à connaissance du grand public il est souvent trop tard pour pouvoir s'y opposer. Une attitude plus positive consiste en une planification de la conservation bien en amont de la décision d'aménagement, permettant tout à la fois de prendre en compte l'ensemble des contraintes relevant de l'application des principes de la biologie de la conservation, mais aussi de laisser une place suffisante aux nécessaires projets de développement. Cet exercice de planification en amont revient implicitement à répondre à l'interrogation-clé proposée par Michael SOULE : "How much is enough ?", pour définir, dans un contexte de pression selective sur certains milieux naturels, contexte qui tend à se généraliser en Méditerranée, le seuil à ne pas franchir.

Notre ambition pour cette communication sera de fournir au décideur, qu'il soit gestionnaire d'espace naturel ou aménageur d'espaces non protégés, les éléments nécessaires d'une part à l'intégration de la conservation *in situ* de la flore dans ses schémas de planification et d'autre part à la mise en oeuvre de stratégies de conservation qui soient moins entachées d'empirisme qu'aujourd'hui.

IDENTIFIER LE PATRIMOINE A CONSERVER ET SA VARIABILITE

L'identification du patrimoine à conserver, c'est-à-dire de l'ensemble des végétaux présents dans l'espace insulaire et, si possible des manifestations de leur variabilité, constitue une étape essentielle. Cette identification ne se limitera pas aux seuls niveaux spécifiques. Elle englobera toutes les unités infra spécifiques décrites.

Les listes d'espèces végétales et les études chorologiques

L'identification des espèces et de toutes les

unités infra spécifiques que donnent les flores dites classiques reste aujourd'hui encore, le seul outil disponible pour dresser rapidement et à moindre coût un inventaire exhaustif du patrimoine floristique d'un territoire.

Le recours aux flores locales et la prise en compte de travaux qualifiés de pulvérisateurs permettront aussi d'identifier la variabilité décrite au sein même de ces ensembles spécifiques.

Ces listes établies, une étude chorologique pourra être réalisée. Elle comprendra classiquement l'exploitation des données anciennes et récentes, permettant d'aboutir à la réalisation de cartes de répartition. L'exploitation de ces nouvelles données permettra de mieux préciser l'abondance ou la rareté de ces espèces, sous-espèces, variétés ou formes, ainsi que leurs préférences écologiques.

Identifier les situations marginales

Une attention particulière devra être ensuite portée aux taxons identifiés comme étant en situation marginale dans l'espace insulaire. Deux types de marginalité seront ainsi à identifier : la marginalité écologique et la marginalité chorologique, qui constituent deux situations différentes où une variabilité particulière du taxon étudié pourrait être ultérieurement détectée. La normalité qui servira de référence devra être considéré à la fois au sein de l'espace insulaire et sur d'autres territoires que le territoire insulaire.

Les éléments en situation de marginalité devront faire l'objet d'un repérage de terrain au même titre que les taxons décrits. Il est beaucoup de cas d'ailleurs où des populations d'espèces en situation marginale ont été ultérieurement élevées au rang d'unités taxinomiques à part entière.

Connaître l'histoire du taxon

La connaissance de l'histoire du taxon est essentielle pour l'appréciation de la variabilité présente. On visera notamment à repérer les goulots d'étranglement génétique (perte d'allèles et perte d'hétérozygotie) et les effets fondateurs qui ont pu se produire dans un passé récent ou ancien.

En Méditerranée, si l'on se place du strict point de vue de la variabilité, plusieurs périodes-clés seront à prendre en considération :

- les glaciations qui ont joué un rôle évidemment capital ; corrélativement les zones de refuges pleïstocènes, ont souvent préservé l'essentiel de la variabilité du taxon concerné alors que les populations présentes aujourd'hui dans des territoires de recolonisation post-glaciaires présentent encore de nos jours une variabilité beaucoup plus restreinte (ceci pourra être essentiellement vrai pour les végétaux ligneux) ;

- les périodes pré-historiques (paléolithique et néolithiques) durant lesquelles l'homme a largement favorisé les espèces héliophiles et pyrophytes et a notamment permis des invasions de végétaux à partir du bassin oriental de la Méditerranée et certainement favorisé les cytotypes polyploïdes au détriment des diploïdes.

- la période historique enfin ; les phénomènes qui se sont produits à cette période revêtant une importance particulière, l'Homme ayant été à l'origine de nombreuses introductions d'espèces au sein des espaces insulaires. Les populations de ces espèces récemment introduites sont vraisemblablement peu diversifiée bien que localement envahissantes. L'Homme a également considérablement modifié l'étendue des habitats et par voie de conséquence, a considérablement augmenté ou réduit les effectifs des espèces concernées et donc agi de manière significative sur leur variabilité.

Chaque île de Méditerranée constituera cependant un cas particulier méritant une étude spécifique.

Les études caryologiques

Outre qu'elles permettront d'identifier les populations présentant des cytotypes particuliers, ces études éclairent d'une manière tout à fait originale les notions d'endémisme. L'étude des caryogrammes apporte elle aussi son lot d'information sur les populations d'un même taxon et permet de mieux identifier les phénomènes de spéciation en phase initiale.

De nombreuses espèces présentent à la fois des types diploïdes et polyploïdes qui réagissent souvent différemment aux pressions de sélection et occupent souvent des habitats différents, les diploïdes dans des habitats plutôt primaires et plus spécialisés, les polyploïdes des habitats plutôt secondaires et moins spécialisés. Dans beaucoup de cas diploïdes et polyploïdes peuvent former des complexes que l'on aura intérêt à gérer globalement.

Nous ne developperons pas plus avant cet aspect qui fera l'objet d'une présentation spécifique dans le cadre de ce colloque.

Les études de variabilité

L'ensemble des études préalables listées ci-dessus (identification de la variabilité décrite, identification des situations marginales, histoire du taxon, études caryologiques et biologiques) constituent autant de moyens d'identifier une variabilité présumée dont on tiendra compte dans la gestion.

Dans la plupart des cas, il sera nécessaire d'aller plus loin en réalisant de véritable études de variabilité sur chaque taxon.

Ce type d'étude est désormais très pratiqué. Il ne concerne souvent qu'une quinzaine de systèmes enzymatiques et a simplement valeur de sondage. Il permet de se faire une bonne idée sur la structuration et la répartition de la variabilité intra et extra-populations et plus globalement sur la variabilité du génome dans son ensemble (SCHAAL & *al.*, 1991). Par l'identification d'allèles marqueurs elle permet aussi de différencier des populations entre elles. Il ne permet pas, par contre, de mettre en évidence la variabilité adaptative ne caractérisant que les seuls gènes neutres structuraux (ASINS & CARBONNELL, 1987). Ces études sont souvent à compléter par des analyses de variabilité plus classiques par exemple en plantations comparatives. Aujourd'hui les études directement réalisées sur l'A.D.N. (R.A.P.D. en particulier) permettent de partiellement pallier cet inconvénient.

Elles permettent aussi d'obtenir des fréquences alléliques utiles dans l'utilisation de certaines méthodes de calcul de l'effectif minal viable (cf. notamment SOULE, 1980 ; NAMKOONG, 1984 ; etc.)

DETERMINER LES PRIORITES D'INTERVENTION

Identifier les "responsabilités particulières"

Cette notion de responsabilité fait référence au fait que la biodiversité est inégalement répartie à la surface de la Terre et que pour des raisons principalement de spécificité écologique, les espèces doivent être conservées dans leurs contrées d'origine. Ceci concerne :

- bien entendu les taxons endémiques stricts (qu'ils soient de niveau spécifique ou de niveau infra-spécifique),
- les taxons en situation de refuge ou de limite d'aire sur les territoires insulaires,
- d'autres taxons jugés comme socialement importants au niveau local comme des taxons localement symboliques, faisant l'objet d'une exploitation au niveau local ou vivant dans des conditions de milieu extrêmes, etc. (voir à ce sujet par exemple MAC KINON, MAC KINON, CHILD & THORSELL 1986 ; OLIVIER & CHAUVET, 1992).

Cette notion de responsabilité était jusqu'alors implicite. Tout au plus l'U.I.C.N. avait-elle établi des listes rouges qui étaient essentiellement utilisées par les autorités scientifiques des différents pays. Aujourd'hui existent pour les pays d'Europe deux textes internationaux qui s'imposent aux états et qui leur confèrent des responsabilités très officielles en matière de conservation de la flore, de la faune et des habitats : la convention de Berne pour les pays membres du Conseil de l'Europe et la directive habitat pour les pays membres de l'Union Européenne.

Cet ensemble de considérations contribuera à la définition des priorités d'intervention.

Tenir compte de la rareté

La plupart des biologistes considèrent que les espèces rares sont plus susceptibles de s'éteindre que les espèces plus abondantes (TERBORGH & WINTER, 1980). Sans pour autant tomber dans le travers qui consisterait à attendre qu'une espèce devienne rare pour se préoccuper de son maintien, une définition plus précise de la rareté peut permettre de mieux définir priorités d'intervention et mesures à promouvoir.

Les différentes catégories de rareté

Ce problème a été particulièrement étudié par RABINOWITZ D., (1981) et RABINOWITZ D. & *al.*, (1986). Nous reproduisons ci-après la célèbre matrice établie par ces auteurs que nous avons modifiée pour l'adapter aux situations insulaires.

Cette matrice met en lumière trois critères essentiels pour la définition de la rareté : extension géographique, spécificité de l'habitat et taille des populations recensées. Ils seront utilement utilisés pour caractériser les espèces et taxons infra-spécifiques recensés (cf. § précédents) et apprécier leur rareté et les types et l'urgence d'intervention nécessaires. on peut ainsi dégager des priorités d'intervention.

Tableau 1
Différentes catégories de rareté (d'après RABINOWOTZ, 1981, modifié)

Dimension de l'aire de répartition	**Ample**	**Ample**	**Restreinte (endémique)**	**Restreinte (endémique)**
Spécificité de l'habitat	**Peu spécifique**	**Très spécifique**	**Peu spécifique**	**Très spécifique**
Ordre de grandeur de la vingtaine ou plus de populations recensées				
Quelques populations importantes	III	III A	II B	I C
Toutes les populations de petite taille	III D	III E	II F	I G
Moins de 10 populations recensées				
Quelques populations importantes	III	II	II	I
Toutes les populations de petite taille	III	II	I	I

L'examen de chaque catégorie de rareté (seulement figuré dans la partie supérieure du tableau, plus de dix populations) donne des indications très utiles pour la mise en oeuvre des politiques de conservation comme le montre le tableau ci-dessous :

Tableau 2
Implications pour la conservation des types de rareté

Catégorie de rareté	**Type**	**Mesures de conservation à promouvoir**
A	Espèces largement réparties mais habitat-spécialistes	Gestion et conservation globale de ces habitats à l'échelle de l'île.(ex dunes)
B	Endémiques communes dans le territoire où on les rencontre (type fréquent dans les espaces insulaires)	Surveillance continue à l'échelle du territoire géographique pour s'assurer du maintien global des effectifs de l'espèce.
C	Endémiques habitat-spécialistes	Gestion et conservation de ces habitats à l'échelle du territoire d'endémicité (l'île ou la fraction de territoire concernée).
D	Espèce non rare à l'échelle d'un pays mais jamais abondante.	Surveillance continue à l'échelle d'un territoire insulaire (du type atlas en présence-absence)
E	Espèces largement réparties mais habitat-spécialistes, souvent liées à des micro-habitats incorporés au sein d'habitats plus vastes.	Gestion et conservation globale de ces habitats à l'échelle de l'île(ex dunes). Etudes spécifiques à réaliser pour déterminer les exigences particulières de ces espèces. Mesures spécifiques de gestion à mettre en oeuvre si nécessaire dans certains sites.
F	Cas peu probable pour les plantes supérieures. Pourrait cependant exister dans certaines îles.	Surveillance continue à l'échelle de l'île.
G	Endémiques très localisées et habitat-spécialistes	Mesures Prioritaires de conservation sur toutes les localités. Gestion active de la diversité génétique des différentes populations avec brassages inter populations éventuels. Mesures complémentaires de conservation *ex situ* à mettre en oeuvre.

Au cours de leur évolution, mais plus probablement à cause de l'action de l'homme, les espèces peuvent en quelques années changer de catégories et donc nécessiter des interventions plus spécifiques pour assurer leur maintien. Les invasion d'espèces exotiques, souvent peu habitats-spécialistes, peuvent aussi créer des problèmes similaires pour des espèces indigènes localement abondantes mais très spécialisées du point de vue de leur habitat.

Nous y avons rajouté un quatrième critère basé sur le nombre de populations recensées. Le tableau ci-dessus en propose à titre d'exemple un type d'exploitation basée sur trois indices. Il conviendrait cependant de ne pas donner de valeur absolue à ces indices de priorité qui doivent simplement faciliter l'analyse des informations obtenues et permettre leur croisement avec d'autres critères.

Il convient cependant de relativiser la notion de taxons abondants. Il peut en effet paraître paradoxal de parler d'espèces à large répartition lorsque l'on se préoccupe de la conservation d'espèces végétales insulaires.

Plusieurs éléments sont en fait à considérer :

- la superficie de l'île et la diversité des variantes d'habitats qu'elle est susceptible d'offrir, d'une part,
- l'aire globale de l'espèce et la représentativité des populations insulaires, d'autre part.

La théorie insulaire (Mc ARTHUR & WILSON, 1967) a bien montré que la superficie de l'île constituait un élément essentiel à prendre en compte. Plus cette superficie sera grande, plus les phénomènes observés s'apparenteront à ceux observés sur le continent (car l'île fonctionne elle-même comme un continent, le cas extrême étant, par exemple, l'Australie). Sans atteindre une telle dimension la Corse, la Sardaigne, Minorque et Majorque, la Sicile, la Crète et Chypre présentent superficies et diversités suffisantes en habitats, substrats et étages de végétation, pour que l'on puisse s'attendre à y observer des variations significatives du niveau du cline, de l'écotype ou du chémiotype. On peut citer à titre d'illustration l'exemple de *Teucrium marum* L. en Corse qui présente deux variantes majeures (bien que le niveau taxinomique auquel rattacher ces variantes reste controversé) : la variante *eriocalyx* majoritairement de basse altitude et la variante *drosocalyx* de haute altitude, (la variante de basse altitude étant la seule présente aux îles d'Hyères qui présentent une amplitude altitudinale très réduite).

Les territoires insulaires peuvent aussi abriter des populations très particulières qui regroupent une part significative de la diversité réunie dans l'espèce. Les exemples sont nombreux, nous citerons celui des pins de l'espèce collective *Pinus nigra* Arnold présente en Corse en tant que subsp. *laricio* Maire

Les territoires insulaires peuvent abriter l'essentiel des populations d'une espèce et par voie de conséquence la majeure partie de la variabilité infraspécifique qui y est recensée. Ainsi une récente étude réalisée sur *Asplenium balearicum* Willd. a montré la faible diversité des populations continentales du sud de la France comparativement à celles de l'île de Majorque (archipel des Baléares) (AFFRE, 1992).

Enfin, l'ensemble des populations connues de certaines espèces endémiques strictes, peut être spécifique de ces îles.

Rareté naturelle ou rareté anthropogène

De par ses activités l'Homme agit sélectivement (depuis plusieurs millénaires dans les îles méditerranéennes) sur le milieu naturel entrainant la disparition de certains habitats, réduisant de manière significative les effectifs, fragmentant ou isolant des ensembles de populations autrefois plus amples et certainement plus diversifiés. Les phénomènes évoqués ci-dessus surtout s'ils sont relativement récents, ont certainement altéré de manière très significative la variabilté de certains taxons insulaires.

La rareté peut aussi avoir d'autres causes (voir HARPER, 1981) indépendamment de toute intervention humaine. Beaucoup d'endémiques insulaires sont dans ce cas. Souvent l'espèce est rare car les habitats qui lui sont favorables sont eux-mêmes rares et ont toujours été rares (habitats rupestres, éboulis, certains types de zones humides etc). Souvent les taxons concernés occupent depuis très longtemps les localités où on les rencontre aujourd'hui. Au cours des temps, ces populations n'ont pas vu leurs effectifs varier de manière significative. De nombreux auteurs s'accordent à penser que la variabilté de ces taxons est aujourd'hui suffisante pour assurer leur maintien sur le long terme pour autant que leur environnement reste stable, ce qui ne serait pas obligatoirement assuré dans l'hypothèse d'un changement climatique.

Les systèmes reproductifs

La connaissance des systèmes reproductifs des taxons à gérer constitue une condition nécessaire pour espérer mettre en oeuvre la meilleure

conservation possible. Le système reproductif de la plante exerce une grande influence sur le potentiel de recombinaison génétique d'une espèce et donc sur sa structure génétique et va, de ce fait directement conditionner la répartition de la diversité intra et extra-populationnelle. De nombreuses études ont été réalisées à ce sujet. HAMRICK, M. *et al.* (1991) ont notamment montré par exemple que la diversité au niveau populationnel était plus basse respectivement chez les autogames, les annuelles et vivaces peu longévives et les plantes qui dispersent leurs semences par explosion que chez les anémogames, les vivaces longévives et les plantes zoochores et anémochores, le phénomène inverse s'observant entre populations.

Le type biologique, le mode de dispersion des semences sont aussi à prendre en compte car induisant des phénomènes de consanguinité par proximité même chez des espèces allogames lorsuelles sont pérennes, parfois corrigés dans certaines populations par la présence d'individus mâles stériles.

Ce type d'informations orientera de manière significative les stratégies de conservation à mettre en oeuvre.

ASSURER LA SURVIE DES TAXONS PAR LA GESTION DE LEUR VARIABILITE SUR LE LONG TERME

La conservation de la variabilité et du potentiel évolutif ou adaptatif des taxons constituera l'objectif à long terme de tout programme de conservation (FRANKEL & SOULE, 1981). Variabilité et potentiel évolutif des taxons vont être menacées par la diminution en superficie, la destruction ou la perte de diversité de leurs habitats (baisse d'effectifs, perte de diversité, perte de pression de selection) la pression des forces stochastiques de l'environnement, ou encore par les effets néfastes dûs à la charge en allèles délétères.

Les suivis ou les études à mettre en oeuvre conduiront à se préoccuper de l'évolution génétique et démographique des taxons. Il s'agira à la fois de déterminer le nombre minimal d'individus et de populations d'une espèce donnée ainsi que le degré de fragmentation de l'ensemble qui déterminera l'intensité des flux géniques entre populations tels que l'espèce puisse se maintenir sur le plan démographique et sur le plan de sa variabilité génétique (OLIVIERI & GOUYON, 1992). On retrouve ici le concept de population minimale viable introduit par Schaffer en 1981 et développé par FRANKEL & SOULE (1981), FRANKLIN (1980), SOULE, (1980), NAMKOONG, (1984), etc.

D'une manière plus concrète lorsque le taxon considéré sera rare et ses effectifs d'ensembles réduits (cf. plus haut), on envisagera de préconiser la conservation *in situ* de l'ensemble des populations connues et la réalisation des études nécesaires à la mise en oeuvre de programmes de conservation dynamique. Par contre, quand un taxon apparaîtra plus abondant et que ses effectifs seront donc plus importants les moyens disponibles imposeront d'envisager un mode de conservation plus passif.

Les taxons abondants

Comme nous l'avons vu plus haut, faute de moyens, il sera souvent nécessaire de limiter l'ensemble des études et suivis (gestion fine), à un petit nombre de taxons prioritaires. Sans pour autant se désintérresser des autres, il serait possible de se limiter à une surveillance continue basée sur un certain nombre d'indicateurs de diversité potentielle.

Une étude préalable de typologie stationnelle reste cependant nécessaire. Elle aura pour objet de mettre en évidence les différentes unités adaptatives existant dans l'île (populations soumises en permanence à la sélection naturelle, au stress écologique, à la compétition interspécifique et à la pression parasitaire) dont la définition découlera d'inventaires taxinomiques, chorologiques et écologiques (TIGERSTED, 1989). L'un de nous a montré dans le cadre d'une précédente communication (OLIVIER & CHAUVET, 1992) que l'établissement d'un protocole d'échantillonnage exclusivement basé sur des critères taxinomiques et écogéographiques, éventuellement complété par l'adjonction de territoires au sein desquels les conditions seraient remplies pour de possibles coévolution hôte-parasite, pouvait permettre d'appréhender la majeure partie de la variabilté d'un taxon.

Ainsi combinant surveillance chorologique par l'intermédiaire de la réalisation d'inventaires diachroniques, interprétation des connaissance s de la biologie de la reproduction et maintien de l'échantillonnage minimal des différentes unités adaptatives le gestionnaire devrait être en mesure de conserver empiriquement un maximum de variabilité au taxon considéré.

Le maintien de ces unités adaptatives dépendra bien entendu de la nature du ou des habitats du taxon. En général l'habitat sera de

type évolutif, c'est-à-dire qu'il s'intégrera au sein d'une chronoséquence climacique. Il ne s'agira pas de rechercher le maintien des unités adaptatives en un même lieu, mais de s'assurer de leur maintien dans le cadre de la même ambiance stationnelle au travers d'un mode de gestion que l'on pourrait qualifier d'extensif tout à fait compatible avec les modes d'exploitation traditionnels des milieux naturels (agriculture traditionnelle, agriculture de montagne, foresterie, pastoralisme de parcours) en cohérence avec les théories actuelles de l'usage durable. Compte tenu de la dépendance d'un grand nombre de ce type de taxons vis-à-vis d'écosystèmes secondaires, la question du maintien de ces modes d'exploitation traditionnels au sein d'îles méditerranéennes en pleines mutations sociales se pose désormais avec acuité.

Les taxons rares

La gestion des taxons rares nécessitera d'approfondir de manière significative les connaissances le concernant. Les études préalables devront être bien plus précises et dépasser le stade de la simple compilation bibliographique. Elles comprendront des observations directes (études sur la biologie de la reproduction notamment), mais aussi des observations de biométrie comparative, des analyses chromosomiques, des analyses du polymorphisme génétique, soit un ensemble de données pouvant donner des indications très fiables pour la gestion. Des études démographiques précises devront être réalisées : nombre d'individus mâles et femelles si les sexes sont séparés, effectifs de chaque classe d'âge pour les espèces ligneuses, taille effective de la population c'est-à-dire nombre de génotypes effectifs participant à la reproduction, et pour les espèces à semences orthodoxes, importance et viabilité de la réserve en semences du sol (HARPER, 1977).

Gérer les habitats

Les interventions sur les habitats seront très diverses et répondront à des objectifs de gestion souvent différents. En général elle concerneront l'habitat dans son ensemble et viseront à en maintenir globalement ses principales caractéristiques physicochimiques. Concrètement le mode d'intervention sur l'habitat sera trivial, d'un strict point de vue scientifique :

- développement d'activités nouvelles destinées à maintenir un ou plusieurs écosystèmes secondaires,
- restauration d'habitats non climaciques par le feu contrôlé, le débroussaillage, le pâturage etc.,

mais certainement beaucoup plus compliqué du point de vue sociologique lorsqu'il s'agira de sa mise en oeuvre.

Ne seront pas non plus à écarter les interventions plus traditionnelles en protection de la nature comme la suppression ou la régulation des activités humaines jugées inopportunes ou la restauration d'habitats climaciques dégradés.

Mais les interventions au sein de l'habitat d'une espèce menacée pourront aussi relever de pratiques plus subtiles comme :

- introduction agents pollinisateurs ou disperseurs de semences,
- lutte biologique ou physique contre un prédateur,
- destruction ou lutte contre une espèce exotique envahissante,

L'ensemble de ces mesures n'est, bien entendu, pas à considérer comme une panoplie de recettes mais au contraire comme des exemples de mesures qu'il convient de choisir avec soin et d'intégrer dans le cadre d'opérations plus vastes placées sous contrôle scientifique strict.

Comme dans le cas des espèces plus largement réparties l'intégration des mesures de gestion des habitats au sein de pratiques socio-économiques régulières sera à privilégier autant que possible.

Dans certains cas un recours à des modes de gestion plus naturels mais plus aléatoires serait à étudier. Nombre d'espèces occupent des habitats transitoires et fonctionnent de fait en métapopulations. Cette succession de phénomènes d'extinction et de colonisation intervient non seulement pour conserver une certaine forme de variabilité génétique, mais se révèle certainement comme un mécanisme de survie de la plante permettant d'éviter un taux de parasitisme trop important, et constitue une adaptation à des habitats très particuliers souvent eux-mêmes transitoires (comme des sols sols très riches en azote après les coupes). Ce mécanisme contribue à la constitution d'une banque de semences dans le sol, phénomène qui, couplé avec l'aptitude physiologique à produire des germinations étalées dans le temps, assurent la survie à long terme du taxon. Ces systèmes jouent aussi un rôle important dans la survie à long terme du taxon en limitant les effets d'une pression de selection trop orientée à l'occasion de conditions climatiques trop exceptionnelles par exemple.

On peut ainsi s'interroger sur l'intérêt de certaines pratiques qui visent à bloquer artificiellement en un lieu donné une succession dynamique. Une telle pratique pourrait s'avérer néfaste

pour le taxon que l'on veut protéger en conduisant plus ou moins rapidement à un appauvrissement inexorablement léthal pour la population concernée de la réserve en graines du sol.

Gérer la variabilité

Les auteurs s'accordent aujourd'hui à recommander la gestion en meta population qui permet de maintenir une variabilité génétique sur l'ensemble de la métapopulation, mais pas nécessairement localement. Les petites populations, ainsi préservées doient échanger peu d'information génétique entre elles, favorisant ainsi localement une dérive maximale tout en conservant les fréquences alléliques globales.

Pour les généticiens (OLIVIERI & GOUYON, 1992) ce mode de gestion présente d'autres avantages comme :

- forte dérive locale pouvant rendre négligeable l'effet de la sélection ;
- fragmentation pouvant permettre le maintien d'un polymorphisme sélectionné, si l'intensité des pressions de sélection varie avec l'état démographique (et donc l'âge) des populations.

Cette solution permet aussi, si le taxon peut être soumis à des perturbations locales non corrélées, de garantir sa survie.

Cependant la nécessité de conserver une certaine variabilité génétique aux gènes liés à un mode de reproduction non consanguin (gènes d'auto-incompatibilité, gènes contribuant à l'hétérosis), de maintenir des effectifs suffisamment élevés pour garantir des recolonisations et s'il y a lieu, le choix de permettre l'établissement d'adaptation à des conditions de milieu locales, (contrecarrés dans les petites populations à cause des effets élevés de dérive) pourra nécessiter de maintenir quelques populations avec de hauts niveaux d'effectifs, notamment pour les espèces vivaces.

EN GUISE DE CONCLUSION : LAISSER UNE PLACE A L'INCONNU

Malgré les avancées actuelles de la biologie de la conservation, les gestionnaires de la nature sont souvent contraints de prendre rapidement des positions très tranchées dans le cadre de décisions d'aménagement qui ne peuvent souffrir de retard.

Pour des raisons pratiques, administratives et juridiques, nos sociétés modernes ont été conduites à réduire des entités biologiques, aux limites plus ou moins floues, à des objets juridiques bien déterminés.

S'il s'agit de la seule formule possible pour faire appliquer des règlements, il n'en demeure pas moins que la gestion de la biodiversité ne saurait se résumer à de tels schémas manichéens.

Mêmes pour les taxons rares, la gestion ne devrait pas se limiter à des entités taxinomiques trop strictes, mais s'il y a lieu, concerner un complexe d'espèces au sens de PERNES (1984), c'est-à-dire souvent l'ensemble de taxons appartenant à une même section qui sont présents sur un territoire donné, taxons qui, même dotés de mécanismes d'incompatibilité partiels avec leurs voisins, peuvent échanger directement ou indirectement des gènes avec un taux d'échange parfois très faible (souvent inférieur à 1 pour mille) mais suffisant pour restaurer règulièrement une variabilité.

Il faut dans nos pratiques de gestion laisser une place à l'inconnu. L'exemple de l'*Asplenium balearicum* Schivas en est un bon exemple. Cette espèce allopolyploïde figure sur les listes internationales. Centrer toute pratique de gestion sur cette seule espèce, c'est vraisemblablement la condamner à terme en lui ôtant toute chance d'évolution. Il est clair que le gestionnaire éclairé devrait aussi intégrer dans ses préoccupations l'hybride dont elle dérive (*Asplenium x bouharmontii* Badré & Prelli) et au moins localement ses deux parents (*Asplenium obovatum* Viv. subsp. *obovatum* et *Asplenium onopteris* L.) surtout dans les localités où les deux espèces vivent en sympatrie.

Comment donc répondre à l'interrogation de Michael SOULE "How much is enough?" sinon par une autre interrogation : "Quand bien même serions nous capables de définir ce qui nous paraît suffisant aujourd'hui, pourrions nous pour autant affirmer que notre choix répondra aux besoins de demain" ?

BIBLIOGRAPHIE

AFRE, L. 1992. Ecologie, biologie et structuration génétique des populations réduites et isolées d'une espèce végétale rare et endémique : *Cyclamen balearicum* Wilk. (Primulacées). D.E.A. des biologie des populations et éthologie, Université de Tours, 37 p. & annexes.

ASINS, M.J. & E.A. CARBONNELL, 1987. Concepts involved in measuring genetic variability and its importance in conservation of plant genetic ressources. *Evol. Trends Plants* **1**, pp 51 -61.

FALK, D.A.S. & K.E. HOLSINGER, (eds), 1991. *Genetics and conservation of rare plants*, 283 pp. Oxford University Press, Oxford.

FRANKEL, O. H.and M.E. SOULE. 1981. *Conservation and Evolution*. New York, Cambridge Univ. Press.

HAMRICK, J.L., M.J.W. GODT, D.A. MURAWSKI & M.D. LOVELESS, 1991. Correlations betwenn species traits and allozyme diversity : Implications for conservation biology. In *Genetics and conservation of rare plants*, ed. D.A.S. Falk & K.E. Holsinger, pp. 75-86. Oxford University Press, Oxford.

HARPER, H., 1977. *Population Biology of Plants*. Academic Press, London.

HARPER, J., 1981. The meanings of rarity. In *The Biological Aspecst of Rare Plant Conservation*, ed. H. Synge, pp. 189-203. Wiley, Chichester.

Mc ARTHUR R.H. & E.O. WILSON, 1967. *The Theory of Island Biogeography*, Princeton University Press, Princeton, N.J.

Mc KINON, J., Mc KINON, K., CHILD, G., & THORSELL, J., 1986 - *Managing protected areas in the Tropics*. pp. 34-41, 144-152. International Union for Conservation of Nature and Natural Ressources and the United nation Environnement Programme. Gland. Switzerland.

MENGES, E.S., 1991. Stochastic modeling of extinction in plant populations. In *Conservation Biology : The Theory and Practice of Nature Conservation, Preservation and Management*, ed. P.L. Fiedler & S. Jain. Chapman & Hall, New York.

NAMKOONG, G. 1984. Genetic structure of forest tree populations. pp. 351-360 in *Genetics: New Frontiers*, V.L. Chopra, B.C. Joshi, R.P. Sharma and H.C. Bansal (eds). Vol. 4, Applied Genetics. Proceedings of the 15th Congress of Genetics. New Delhi, Mohan Primlani, Oxford & IBH Publishers.

OLIVIER L. & M. CHAUVET, 1993. Conservation de la diversité génétique des espèces végétales au sein des espaces protégés. In *Parks for Life. Report of the IVTh. World Congress on National Parks and Protected Areas*. 10-21 February 1992. Workshop IV.6. Ed. J. A. Mc.Neely. IUCN, Gland, Switzerland.

OLIVIERI, I. & P.H. GOUYON, 1992. Fondements théoriques d'une gestion dynamique de la biodiversité. Rencontres MEDPAN III. 5-7 Octobre 1992. Alicante, . 3 p. Parc national de Port-Cros, HYERES.

PERNES, J., 1984 - *Gestion des ressources génétiques des plantes. T2 : Manuel* - PP 9-17. Agence de coopération culturelle et technique. Technique & documentation. Lavoisier. Paris.

RABINOWITZ D., 1981. Seven forms of rarity. In *The Biological Aspects of rare Plants Conservation*, ed H. Synge, pp. 205-218. Wiley, New York.

RABINOWITZ, D., S. CAIRNS, & T. DILLON, 1986. Seven form of rarity and their frequency in the flora of the British Isles. In *Conservation biology : The Science of Scarcity and Diversity*, ed M. E. Soulé, pp. 182-204. Sinauer, Sunderland, Mass.

SCHAAL, B.A., W.J. LEVERICH & S.H. ROGSTAD., 1991. A comparison of methods for assessing genetic variation in plant conservation biology. In *Genetics and conservation of rare plants*, ed. D.A.S. Falk & K.E. Holsinger, pp. 123-134. Oxford University Press, Oxford.

SOULE, M.E., 1980. Thresholds for survival: Managing fitness and evolutionary potential. In *Conservation Biology: An Evolutionary-Ecological Perspective*, M.E. Soulé & B.A. Wilcox (eds). Sunderland, Mass., Sinauer.pp. 153-169.

SOULE, M.E., ed. 1986. *Conservation biology : The Science of Scarcity and Diversity*. Sinauer, Sunderland, Mass.

SOULE, M.E., 1987. *Viable populations for conservation*, 190 pp. Cambridge University Press, Cambridge.

TERBORGH, J. & B. WINTER, 1980. Some causes of extinction. In *Conservation Biology: An Evolutionary-Ecological Perspective*, M.E. Soulé & B.A. Wilcox (eds). Sunderland, Mass., Sinauer. pp. 119-133.

TIGERSTED, P., 1989. Population genetic considerations on in situ conservation. In situ conservation of phytogenetic resources. *Eucarpia Lund Colloquy*. 22-24 August 1989.

PREMIERS BILANS SUR LA FLORE DES ILES DE LA MEDITERRANEE

ETAT DES CONNAISSANCES

ET CONSERVATION

Diagnostics et propositions relatifs aux flores insulaires de Méditerranée par les participants au colloque d'Ajaccio, Corse, France (5 au 8 Octobre 1993)
à l'occasion des débats et conclusions.

Synthèse réalisée par
Louis OLIVIER
Michel MURACCIOLE
Jean-Pierre REDURON

JANVIER 1995

La place des flores insulaires au sein du centre de biodiversité que constitue la Méditerranée

1. L'INTERÊT DES FLORES MEDITERRANENNES

Depuis la récente conférence de Rio en 1992, les débats relatifs à la connaissance et à la conservation de la biodiversité ainsi que les messages véhiculés par les médias ont été centrés sur les flores tropicales, particulièrement celles des forêts tropicales humides.

L'intérêt des flores méditerranéennes du globe a été injustement passé sous silence alors que le Bassin Méditerranéen héberge, à lui seul, deux fois plus d'espèces végétales supérieures que l'Europe ou autant que l'ensemble des Caraïbes, ou encore que le Venezuela ou l'Equateur, alors que ces deux derniers pays sont considérés sur l'ensemble du monde, comme devant bénéficier d'actions de conservation prioritaires.

Le Bassin Méditerranéen, avec 30 000 espèces vasculaires, est aussi un lieu de fort endémisme, localisé notamment en haute altitude, tout à fait comparable à celui qui caractérise les hautes montagnes équatoriales.

Si l'on étend cette évaluation à l'ensemble des zones à climat méditerranéen du monde (Bassin Méditerranéen, Californie, zone à climat méditerranéen du Chili, pointe sud de l'Afrique, et côte sud-ouest de l'Australie) l'ensemble des flores méditerranéennes du globe regroupe au moins 70 000 espèces vasculaires, soit environ le quart ou le cinquième des espèces végétales vasculaires connues aujourd'hui sur l'ensemble de la planète.

Les flores méditerranéennes du monde, et particulièrement celles présentes autour du Bassin Méditerranéen, sont unanimement considérées comme étant d'une exceptionnelle diversité et méritent à ce titre une considération toute particulière.

2. LA DIVERSITE DU BASSIN MEDITERRANEEN

La diversité de la flore du Bassin Méditerranéen puise son origine dans la multiplicité des facteurs qui ont contribué à sa mise en place, aux premiers rangs desquels on peut citer : diversités géomorphologique et géologique, à l'origine de la diversité et de l'hétérogénéité des habitats rencontrés, diversités historiques et climatiques ensuite avec, en particulier, l'importance que l'on connaît des glaciations quaternaires.

Comme conséquence de ces processus de diversification, cette flore méditerranéenne est aujourd'hui constituée à la fois d'éléments autochtones, d'éléments d'origine tropicale et d'éléments d'origine septentrionale et orientale.

L'endémisme y est très fort puisqu'il concerne près de 37 % des espèces végétales supérieures. Les espèces annuelles à évolution génétique accélérée représentent environ 50% des éléments qui y sont rencontrés aujourd'hui. La mise en parallèle avec la flore des îles Canaries, refuge à haute valeur relictuelle, témoigne de la nature et de la diversité des flores passées dans le Bassin méditerranéen et de l'impact essentiel des glaciations quaternaires et de l'impact humain.

La flore du Bassin Méditerranéen, compte tenu de l'ancienneté de la pression anthropique qui s'y est exercée, constitue un véritable modèle pour interpréter les phénomènes de régression constatés dans les régions méditerranéennes du monde et pour étudier l'adaptation de la végétation aux pratiques rurales intensives.

3. LES ILES DE MEDITERRANEE ET LA DIVERSITE DE LA FLORE

Dans ce contexte, la flore des îles et îlots méditerranéens (qui sont au moins au nombre de 10 000) occupe une place significative. L'ancienneté de la flore vasculaire y est incontestable bien que partout l'Homme y ait apporté, depuis le Néolithique, un fond d'espèces méditerranéennes plus ubiquistes. L'endémisme de la flore de ces îles et îlots est globalement voisin de 20 %.

Si les **petites îles de Méditerranée** hébergent une flore relativement peu importante en nombre d'espèces, elles partagent souvent avec d'autres îlots un contingent d'espèces qui en sont exclusives et trouvent là un ultime refuge. Elles présentent un très grand intérêt fondamental au vu du rôle potentiel qu'elles peuvent jouer en tant que "laboratoire" d'étude des phénomènes de spéciation et de dérive génétique ainsi que de la biologie de la conservation.

Les **flores des grandes îles** sont, de leur côté, témoin de l'étonnante longévité de nombreuses espèces. Terres d'asile privilégiées, particulièrement pour les plantes du Tertiaire qui s'y sont trouvées à l'abri des invasions végétales liées aux fluctuations climatiques du Pléistocène, ces îles abritent aujourd'hui encore de nombreuses espèces relictuelles, souvent paléo-endémiques, parfois très isolées du point de vue taxinomique.

Globalement, ces îles hébergent une flore dont la fragilité intrinsèque a peut-être été exagérée. En effet, si l'on se réfère à un passé récent, le nombre de disparitions d'espèces végétales vasculaires constaté est généralement nettement inférieur à ce qui a été observé au sein d'espaces continentaux écologiquement similaires. Il n'en demeure pas moins que des disparitions d'espèces, par ailleurs «banales»sur le continent proche, ont pu être constatés. Elles tiennent souvent à la faible superficie de certains habitats et à la petitesse des effectifs potentiels de certaines espèces. Ces phénomènes ont plus particulièrement été observés sur les îles de faible superficie.

La répartition des **essences forestières** des grandes îles semble liée à la diversité des situations bioclimatiques actuelles et passées, des conditions géomorphologiques et à l'importance des influences anthropogènes. Les espèces arborescentes endémiques sont essentiellement de souche européenne en Corse et de souche méditerranéenne ou mésogéenne en Méditerranée orientale. La Sicile est sur ce point particulièrement riche, montrant à la fois des espèces de souche européenne et méditerranéenne.

Si dans les ambiances les plus chaudes (étage thermoméditerranéen), il existe de réelles affinités entre toutes les îles, les spécificités forestières s'accentuent avec l'altitude.

Malgré l'absence d'un certain nombre d'essences forestières et de leur cortège, les flores insulaires de la Méditerranée représentent une part significative de la phytodiversité méditerranéenne en raison de leur ancienneté, leur taux élevé d'endémiques et leur grand intérêt scientifique. **Elles méritent à ce titre que l'on y consacre des efforts importants, comparables à ceux préconisés pour d'autres situations mondiales.**

4. LE BASSIN MEDITERRANEEN CENTRE D'ORIGINE POUR LES ESPECES CULTIVEES

Une autre facette de l'intérêt de la flore du Bassin Méditerranéen réside dans le fait que de **nombreuses plantes cultivées y trouvent leur origine** : des céréales comme le blé, l'orge, l'avoine ou le seigle, des légumes comme le chou, l'artichaut, l'ail et l'oignon, des salades (laitues et chicorées), pois chiches, fèves, asperges, lentilles, ers et gesses, et des condiments comme la menthe ou le thym en sont originaires. De nombreux arbres fruitiers, oliviers, figuiers, pommiers, poiriers et pruniers ainsi que la vigne sont aussi dans ce cas. Beaucoup de plantes médicinales (partie intégrante de la pharmacopée européenne), alimentaires (salades sauvages, gland, etc. sont diverses espèces dont l'usage est resté local et qui maintenant sont en voie d'abandon), ornementales et forestières complètent cette remarquable liste d'espèces d'intérêt économique.

L'ensemble de ces taxons utilitaires réunit une multitude d'écotypes et de cultivars traditionnels adaptés à une grande variété de situations climatiques et écologiques. Ces cultivars traditionnels

constituent un patrimoine de grand intérêt tant du point de vue culturel que de celui des ressources génétiques des espèces cultivées.

Beaucoup de ces plantes sont employées par l'homme depuis le néolithique et leur culture a été largement étendue à toutes les parties du monde. L'agriculture moderne, n'emploie qu'un petit nombre de variétés commerciales et tend à accélérer la disparition de ces cultivars traditionnels.

Aujourd'hui, l'introduction des biotechnologies tend à étendre le champ des ressources génétiques à un plus grand nombre d'espèces sauvages, qualifiées "de parents sauvages d'espèces cultivées", de plus en plus éloignées d'un point de vue taxinomique. **Le rôle de réservoir de ressources génétiques** que constitue le Bassin Méditerranéen s'en trouve ainsi amplifié.

Les flores insulaires, un patrimoine aujourd'hui menacé

Les flores insulaires de Méditerranée doivent être considérées aujourd'hui comme un patrimoine menacé à divers titres. Ce point de vue est motivé pour une part sans doute non négligeable par la grande rareté de beaucoup de leurs composants.

Certes, dans les îles de petite superficie les phénomènes de concurrences interspécifiques ne doivent pas être négligés. Ainsi la responsabilité de certains oiseaux comme les Goélands argentés ou de certains mammifères envahissants, comme le Rat noir ou le Lapin, a pu être précisément mise en cause dans des processus de disparition directe ou indirecte d'espèces, par destruction totale des individus ou transformation, radicale de leurs habitats (par exemple explosion des nitratophytes dans les reposoirs à Goélands).

Il est aussi indéniable que le manque de connaissances approfondies concernant les flores insulaires, empêche souvent que l'on prenne les mesures qui seraient les plus adéquates pour leur protection.

Bien que la plupart des îles de la Méditerranée soient, depuis peu, confrontées à un ensemble de problèmes qui trouvent majoritairement leur origine dans des actions anthropiques, ces flores restent pour l'essentiel moins fragiles et moins vulnérables que celles des îles océaniques, de sorte que leur survie pourrait être assurée par des efforts socialement et financièrement raisonnables.

La pression de l'élevage ovin et caprin, constitue un facteur constant de régression ou de destruction de la flore, sur la majeure partie des îles méditerranéennes. Les milieux de haute-montagne ou de falaises, y compris les falaises littorales, subissent également des pressions d'origine anthropique qui font courir un réel danger à cette flore spécialisée marquée par un fort endémisme.

Les milieux les plus menacés restent cependant les milieux humides insulaires.

1. LES MILIEUX HUMIDES INSULAIRES MEDITERRANEENS SONT LES PLUS PARTICULIEREMENT MENACES

Le climat méditerranéen, caractérisé par l'alternance d'une saison humide et d'une saison sèche estivale, favorise la création de biotopes alternativement inondés et asséchés. Dans les îles méditerranéennes, par suite de la faible longueur de leurs cours d'eau et de la petitesse relative des bassins versants, ce type de biotopes est majoritaire.

Dans les milieux humides, les espèces rares sont, pour leur majorité, des thérophytes ou des géophytes de petite taille, héliophiles et donc favorisées par un éclaircissement de la végétation vivace notamment grâce au pacage.

Aujourd'hui, se généralisent dans l'ensemble des îles de la Méditerranée des pratiques qui

mettent en péril milieux et espèces qui leur sont inféodées. Certaines, comme le drainage ou les comblements délibérés, ont déjà anéanti de nombreuses zones humides. D'autres destructions involontaires, sont la conséquence d'érosion sur des terres dénudées par des incendies ou par des pratiques agricoles inadaptées au climat méditerranéen ou, localement par l'extension de cultures irriguées.

Les importants prélèvements d'eau, liés surtout à l'expansion touristique mais aussi localement à l'extension de cultures fruitières irriguées, ainsi que les plantations d'espèces arborescentes drainantes se généralisent. Ils sont responsables de l'abaissement du niveau des nappes phréatiques, de l'assèchement de bas-fonds et de fréquentes remontées d'eau salée dans les terrains sableux littoraux et dans le cours inférieur des fleuves, soit tout un ensemble de phénomènes ayant de profondes répercussions sur les habitats et les espèces de milieux humides.

L'eutrophisation des bas-fonds à proximité des villes, quelle que soit leur taille, est un phénomène qui tend à devenir de plus en plus fréquent.

L'abandon des pratiques traditionnelles, de pâturage dans les marais ainsi que certaines mises en réserve mal gérées, favorisent leur colonisation par des espèces compétitives, et contribuent à la réduction puis à la disparition de plusieurs types de groupements végétaux de faible hauteur et donc des espèces rares qui sont localisées dans ces groupements.

Une politique de maintien et de gestion des biotopes humides, au sein de laquelle le fauchage, le pacage et les feux contrôlés pourraient être recommandées en tant que techniques à utiliser, devrait être rapidement mise en place si l'on si l'on souhaite maintenir ces composantes particulières de la Biodiversité.

2. L'APPAUVRISSEMENT DE LA FLORE ET DE LA VEGETATION DES ILES GRECQUES COMME CONSEQUENCE DES ACTIVITES HUMAINES

Ici plus qu'ailleurs en Méditerranée, la flore et la végétation ont subi la marque de l'Homme. Cette pression très ancienne, remonte aux premiers siècles de la civilisation occidentale. Malgré tout, un capital floristique originel avait été conservé, par une société rurale exerçant une pression relativement mesurée sur les habitats naturels. Aujourd'hui le développement d'activités économiques modernes exerce une pression sélective sur les habitats insulaires restés intacts :

- La végétation et la flore des **prairies humides et des sansouires** qui se rencontrent dans les Iles égéennes et en Crète ont ainsi subi de fortes dégradations. Les espèces végétales particulières qui s'y rencontraient sont désormais menacées d'extinction de par la faible étendue de ces biotopes sur les îles et la tendance actuelle à les modifier et à les exploiter.

- La flore et la végétation **dunaires** subissent également une importante régression.

- Les **carrières ouvertes** dans chaque île pour répondre aux besoins de construction, causent de grands dommages à la **flore saxicole.**
- Dans les **petites îles,** les conséquences du développement touristique et l'intensification du pâturage ont des conséquences particulièrement dommageables pour les habitats naturels.

La mise en oeuvre d'une **planification intégrée** de l'aménagement constitue une urgente nécessité pour espérer sauvegarder la diversité floristique des îles grecques.

3. DES PERSPECTIVES DE CHANGEMENT CLIMATIQUE ET UN ACCROISSEMENT DEMOGRAPHIQUE INQUIETANT

Les perspectives d'un éventuel **changement climatique**, même s'il ne s'agit aujourd'hui que de scénarios souvent controversés, contribuent à renforcer de légitimes inquiétudes sur la survie d'espèces végétales majoritairement endémiques, notamment celles de haute montagne qui seraient dépourvues de toute possibilité de migration altitudinale ou latitudinale et donc condamnées à disparaître.

Si les perspectives de changement climatique peuvent être frappées du sceau du doute, l'**accroissement de la population** au sud et à l'est de la Méditerranée et dans les îles voisines du continent constitue par contre une certitude qui, de par l'utilisation intensive des sols qu'elle suscitera, aura des conséquences infiniment plus graves sur la biodiversité de ces régions.

Déjà des modifications tangibles dans l'occupation de l'espace sont observées. Ainsi les superficies de terres mises en culture ne cessent de s'étendre au détriment des parcours, de la forêt et des steppes. Au sein des îles méditerranéennes une vigilance accrue est d'autant plus nécessaire que certains habitats ne sont présents que sur de petites superficies.

4. CHANGEMENTS SOCIO-ECONOMIQUES ET CONSERVATION DE LA FLORE DES ILES DE LA MEDITERRANEE

Les écosystèmes insulaires méditerranéens doivent aussi pour une large part leur existence et leur diversité à l'histoire. Désormais, les îles méditerranéennes sont et vont être confrontées dans leur ensemble, à de profondes mutations sociales susceptibles d'affecter la biodiversité végétale qu'elles hébergent.

Certaines d'entre elles ont eu une répercussion majeure sur la conservation de la diversité des flores vasculaires insulaires et notamment :

- l'abandon du modèle autarcique traditionnel suite à la rupture de l'isolement insulaire comme conséquence du progrès en matière de transport et des accords internationaux agricoles (P.A.C. et G.A.T.T.) avec comme conséquence secondaire l'augmentation du taux de naturalisation d'espèces exogènes, nouveau péril pour les flores insulaires ;
- l'évolution, de la société agricole et pastorale ancestrale vers une société urbaine, industrielle et touristique, avec pour conséquence visible l'extension d'essences forestières pionnières et la multiplication des incendies.

L'intérêt grandissant du public citadin pour la conservation du patrimoine naturel constitue cependant une nouvelle réalité propre à contribuer à une meilleure prise en compte de la flore insulaire dans les aménagements. Elle pourrait être mise à profit pour développer des programmes économiques d'éco-tourisme. L'importance globale de ce phénomène est cependant à moduler compte-tenu d'une forte dissymétrie Est-Ouest et Nord-Sud.

Les conséquences de l'évolution **démographique** dans chaque île seront certainement inégales. Les grandes îles voient depuis plusieurs années leur population augmenter, au contraire des îles de petite dimension qui ne cessent de se dépeupler. Cette tendance devrait s'accentuer dans le futur ; sauf en Corse, île de grande superficie, dont la population chute régulièrement depuis plusieurs années.

Ces changements démographiques s'accompagnent et s'accompagneront de **mutations profondes dans l'utilisation de l'espace**. Ainsi les zones d'urbanisation anciennement situées à l'intérieur des terres se déplacent progressivement sur le littoral. Des ruptures d'approvisionnement en eau sont prévisibles. Elles motiveront des aménagements très importants souvent au détriment de la conservation de zones humides et de vallées alluviales. L'agriculture traditionnelle vivrière, très diversifiée, périclite progressivement. Elle est destinée à disparaître ou laissera la place à une agriculture plus spécialisée et plus intensive. Ainsi en Méditerranée orientale les cultures céréalières en terrasses laissent progressivement la place aux oliveraies désherbées chimiquement et à l'élevage.

Tout cet ensemble de modifications, qui influe de manière très significative sur la biodiversité insulaire, nécessitera la mise en place de programmes originaux et spécifiques de conservation et de gestion.

La consolidation de mesures réglementaires, souvent encore trop timides, et la réalisation d'un effort international dans les domaines scientifiques, éducatifs et financiers en direction de l'Est et du Sud de la Méditerranée, relèvent désormais des mesures d'urgence.

La situation de la flore des îles et des ensembles insulaires de Méditerranée

Le présent chapitre vise à donner un aperçu de la situation de la flore des îles de plus grande superficie et des principaux archipels (figures 1 à 3).

1. LES ILES BALEARES

L'archipel des Baléares se compose de deux groupes d'îles, les Pithyuses (Baléares occidentales : Ibiza, Formentera) et les Gymnèses (Baléares orientales : Majorque, Minorque et Cabrera).

Les Baléares possèdent une flore qui comprend environ 1400 espèces vasculaires parmi lesquelles 7 % sont endémiques. Le groupe des îles Gymnèses héberge une importante fraction d'éléments floristiques d'origine tyrrhénienne.

Aujourd'hui, bien qu'il soit encore nécessaire de poursuivre la révision de divers groupes taxinomiques, les connaissances sont relativement bien avancées dans les domaines de la taxonomie, la chorologie, et la biologie de la reproduction des espèces endémiques.

L'étude de la végétation par contre reste à actualiser.

La flore littorale se trouve en situation critique en maintes localités. Elle subit dans les îles Baléares,vraisemblablement l'une des pressions touristiques les plus élevées de Méditerranée. La végétation d'altitude souffre de son côté du feu et du surpâturage qui mettent en péril de nombreuses espèces rares.

Les autorités locales ont cependant engagé une politique active de conservation marquée par la création d'espaces protégés (Cabrera, St Albufera ...) et l'élaboration d'un plan intégré de conservation des espèces rares et endémiques.

2. L'ILE DE CHYPRE

L'île de Chypre occupe une position extrême en Méditerranée et abrite une flore riche de 1500 espèces natives dont 7 % sont endémiques.

Cette flore semble bien connue au niveau systématique, mais cette connaissance demande à être complétée dans les domaines de la phytosociologie et de la chorologie fine.

Les problèmes de protection sont essentiellement la conséquence d'une pression urbano-touristique tout le long de la côte sud, malgré une densité de population moyenne.

La partition politique de l'île complique bien entendu toute prise de décision relative à la protection de la biodiversité végétale.

La péninsule d'Akama a été la zone la plus souvent pressentie pour l'établissement d'une réserve ou d'un parc national.

3. LA CORSE

La flore de la Corse comprend 2524 taxons indigènes et un taux d'endémisme de près de 12 %. (296 taxons endémiques ou subendémiques dont 131 strictement corses).

La présence de nombreux isolats complète l'intérêt de cette flore.

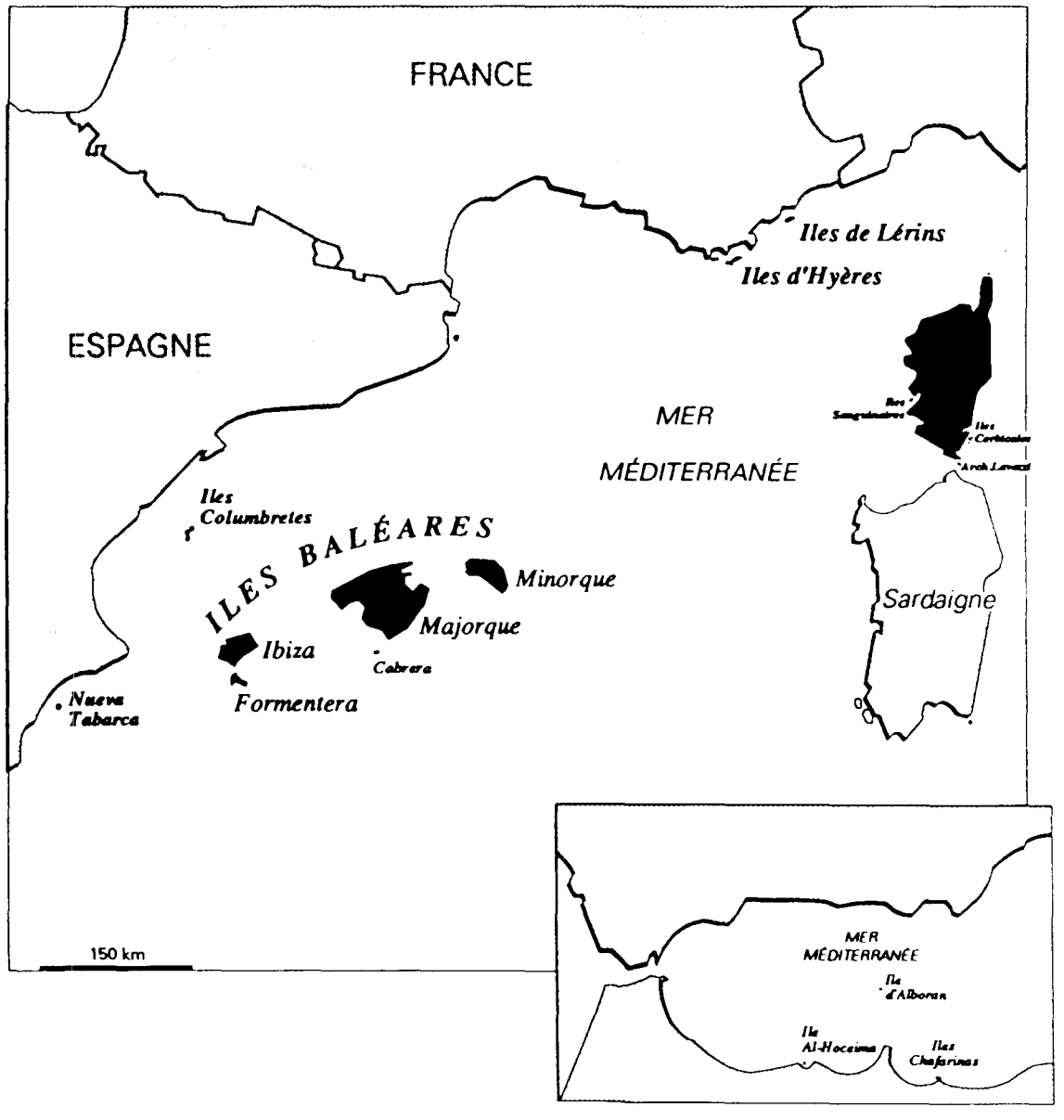


Figure 1.- Iles et archipels ouest-méditerranéens (Espagne et France)

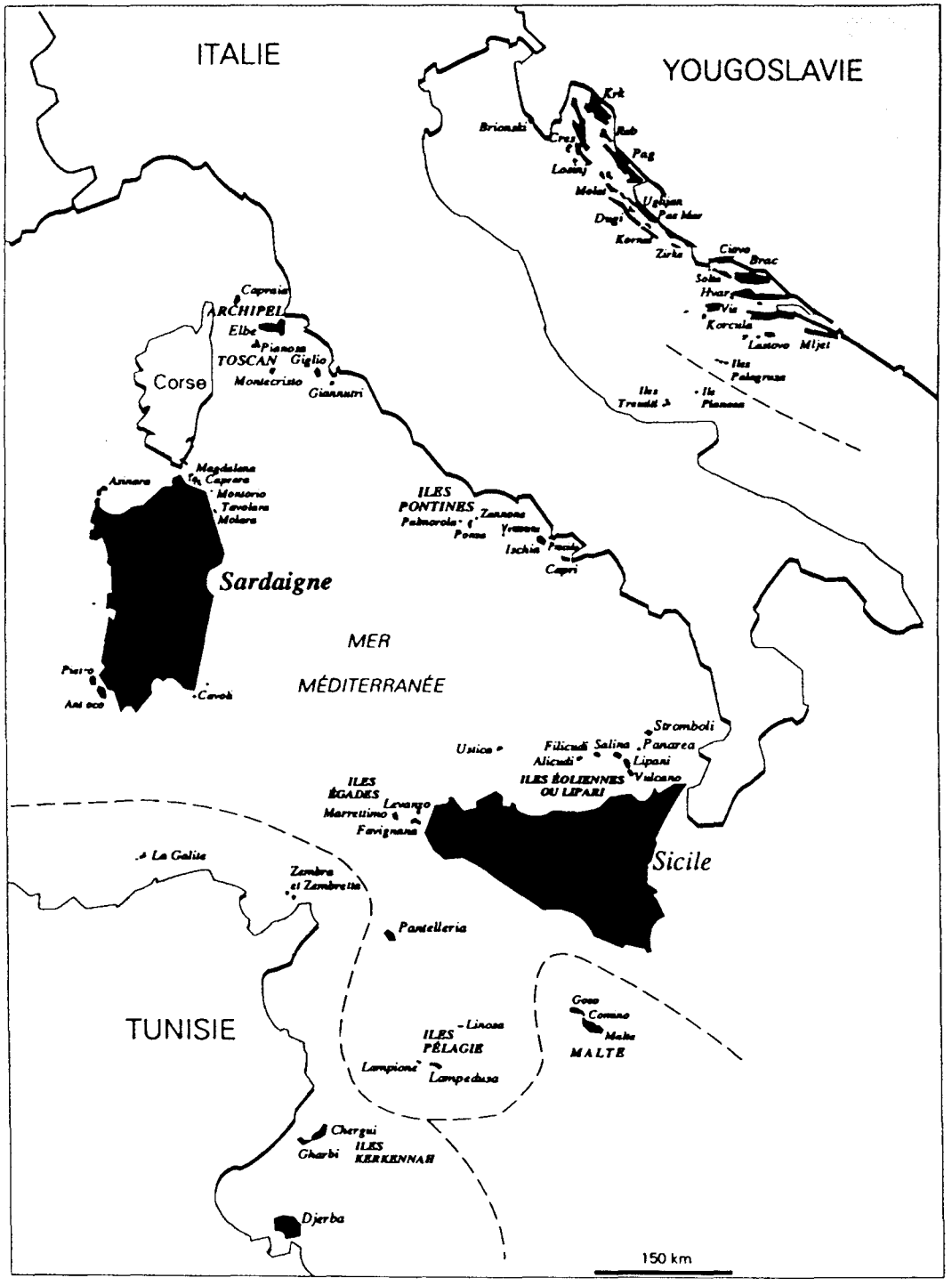


Figure 2.- Iles et archipels centre-méditerranéens (Italie, Malte, Tunisie et Yougoslavie)

Figure 3.- Iles et archipels est-méditerranéens (Chypre, Grèce et Turquie)

Si les explorations récentes de cette flore se sont avérées très fructueuses, d'importants travaux restent encore à réaliser en écologie, chorologie, taxonomie et biologie pour de nombreuses espèces.

Bien que l'état de conservation de cette flore ne puisse pas être considéré comme parfait (des disparitions d'espèces ont déjà été notées), force est de constater que l'ensemble des mesures de conservation en cours ont fait la preuve de leur efficacité.

De sérieuses menaces existent cependant pour bon nombre d'espèces rares principalement sur le littoral où les aménagements récents constituent un des dangers les plus importants. Paradoxalement le déclin du pâturage extensif constitue aujourd'hui une menace pour la conservation future des espèces de milieux ouverts.

4. LA CRETE

L'intérêt patrimonial de cette île est lié à son endémisme (180 taxons endémiques, pour 10 % de la flore totale de l'île) et la présence importante d'un élément tertiaire relictuel. Il s'agit aussi d'un espace capital pour la compréhension des relations floristiques anciennes entre l'Asie, l'Europe et l'Afrique.

Bien que l'état des connaissances sur la flore de Crète puisse être considéré comme satisfaisant du point de vue taxonomique, des compléments et des précisions restent à apporter en ce qui concerne la chorologie, notamment pour l'intérieur de l'île. Les connaissances sont par contre très insuffisantes en écologie, particulièrement pour les espèces endémiques ou relictuelles.

La flore de l'île subit les conséquences d'une augmentation très nette des impacts de la pression anthropique (surpâturage, tourisme, urbanisation) depuis les années 70. Cette flore serait plus particulièrement vulnérable en cas de changement climatique.

5. LES ILES DALMATES

Pour des raisons historiques , la flore des îles dalmates demeure la moins connue des îles ou ensemble d'îles de Méditerranée. Les flores publiées sont toutes anciennes (1842 à 1911). Une base de données fondée sur un herbier célèbre, l'herbier ADRZ, a pourtant été réalisée, mais elle n'a jamais été publiée.

La fraction connue de la flore des îles dalmates montre cependant une grande richesse (2700 espèces environ recensées) et une très importante originalité, avec la présence d'espèces relictuelles, 179 taxons endémiques de l'archipel et 68 sténoendémiques propres à une île.

La flore des îles dalmates est en situation critique, du fait de la mise en oeuvre par le passé de mesures de protection inadéquates qui ont totalement négligé la protection de la diversité de la flore, notamment des endémiques et des taxons relictuels, au profit de considérations plus paysagères. La situation a bien évidemment été aggravée par l'état actuel de belligérance.

6. LES ILES GRECQUES

Les connaissances relatives à la flore des îles grecques ont considérablement progressé durant ces vingt dernières années.

Les données floristiques sur la flore des îles égéennes et ioniennes sont aujourd'hui considérées comme satisfaisantes. Il reste néanmoins à recueillir de nombreuses informations chorologiques sur cet agrégat insulaire de plus de 2000 unités. Les données manquent cependant dans leur majorité en ce qui concerne la biologie, l'écologie, la phytosociologie et la sténochorie des taxons.

Ces compléments permettront de mieux préciser l'étendue de la biodiversité floristique des îles grecques, fortement marquées par l'endémisme, mais aussi de programmer les mesures de protection et de gestion nécessaires à la conservation de ces espèces et de leurs habitats.

7. MALTE

La flore des taxons vasculaires de l'archipel maltais est aujourd'hui bien connue. 1000 espèces ont été recensées, dont près de 700 sont considérées comme indigènes et parmi elles, 16 taxons comme strictement endémiques.

Compte tenu de la position de l'archipel maltais au centre de la Méditerranée, sa flore présente des affinités non seulement avec la Sicile mais aussi avec les autres ensembles biogéographiques méditerranéens.

Certaines espèces de la flore maltaise, d'intérêt international, font désormais l'objet d'une protection légale. Ces mesures sont complétées par la création de réserves et le contrôle des activités économiques susceptibles d'entraîner une dégradation des espaces naturels.

8. LA SARDAIGNE

Cette flore, riche de 2054 taxons, est très originale et présente un taux d'endémisme de 10% (endémique et sub-endémiques).

Bien que l'on puisse considérer que la flore de la Sardaigne soit suffisamment connue, l'exploration floristique de ce territoire insulaire demeure incomplète. La révision systématique d'un certain nombre de genres est aussi d'actualité.

Certains éléments de cette flore font l'objet d'une préservation légale grâce à l'existence d'une loi de protection spécifique. Elle est complétée par une loi sur la création de parcs naturels laissant présager la mise en oeuvre d'une protection de certains territoires particulièrement riches.

9. LA SICILE

En raison de son histoire, ses caractéristiques géomorphologiques et sa position en Méditerranée, la flore de la Sicile s'avère la plus riche des îles ou ensembles insulaires de Méditerranée : plus de 3000 taxons supérieurs ont été recensés.

L'endémisme y est supérieur à 10%. De nombreuses espèces rares en Méditerranée y trouvent un ultime refuge.

Les nombreuses études floristiques et taxinomiques réalisées ont permis d'atteindre un niveau de connaissance satisfaisant sur cette flore, bien que de nombreux groupes ou espèces critiques nécessitent encore des approfondissements.

Le niveau de conservation de cette flore est par contre aujourd'hui encore très insuffisant. De nombreuses extinctions d'espèces ont été dénombrées. D'autres espèces très rares sont en danger de disparition.

La constitution récente de plusieurs réserves naturelles et la création de trois parcs régionaux laissent espérer une amélioration de la situation actuelle.

Les outils de la connaissance et de la gestion de la diversité floristique

1. L'ETUDE ET LA DESCRIPTION DES GROUPEMENTS VEGETAUX

Cette discipline étudie les associations végétales et permet de mettre en évidence des phénomènes de synendémisme (endémisme au niveau des groupements végétaux) révélateurs de l'originalité de conditions écologiques et biotiques particulières. Il s'agit d'un indicateur de biodiversité pertinent permettant d'étendre les actions de conservation des espèces à des biotopes et à des couvertures végétales particulières. En matière de protection on ne peut pas protéger les espèces dans leur singularité mais toujours dans la communauté (ou l'écosystème) où elles vivent.

2. LES ETUDES ECOLOGIQUES

Elles sont indispensables pour :

- déterminer avec précision les facteurs et les seuils physico-chimiques discriminant la présence ou l'absence des espèces végétales,
- préciser les techniques à mettre en oeuvre pour gérer avec précision les populations de ces mêmes espèces, leurs habitats et les relations que les espèces entretiennent entre-elles
- mettre en oeuvre des programmes de restauration qui pourraient s'avérer nécessaires.
- préciser les relations entre usages du milieu naturel et maintien de la diversité (effets du pâturage, impact d'activités agricoles, etc.).

Sur l'ensemble des îles de la Méditerranée ces études restent très parcellaires, un effort particulièrement important devra être réalisé dans ce domaine si l'on souhaite que les expertises réclamées à la communauté scientifique soient à la hauteur des enjeux et des réponses que l'on attend d'elle.

3. LES ETUDES CYTOTAXINOMIQUES

La cytotaxinomie s'impose comme une discipline incontournable en matière d'étude et de conservation végétale, dans la mesure où elle permet de différencier des populations à nombre chromosomique et caryotype différents et de déceler des phénomènes de spéciation anciens ou naissants mais aussi de préciser sur le terrain, l'histoire et la direction des migrations végétales.

Les études cytotaxinomiques permettent de replacer la plupart des taxons à aire restreinte dans une des 4 catégories classiquement reconnues en matière d'endémisme. Appliquées à la Corse et à la Crète, ces études ont permis de montrer que ces îles ont joué un rôle de conservation capital pour la flore paléogène.

4. LES INDICATEURS BIOCHIMIQUES DE VARIABILITE

Les indicateurs biochimiques de la diversité apparaissent de nature à compléter, voire à remplacer avantageusement, les évaluations classiques, au vu de la facilité de leur mise en oeuvre et la rapidité avec laquelle des résultats significatifs peuvent être obtenus.

L'utilisation des isoenzymes mais aussi de nouvelles techniques d'étude du polymorphisme de l'A.D.N. (R.A.P.D. & R.F.L.P.) offrent de grandes possibilités pour :

- caractériser la diversité génétique des populations,
- pouvoir les différencier et préciser leur distance génétique.

Les études du polymorphisme de l'A.D.N. sont appelées à se développer et permettent l'obtention plus rapide et plus économique de données significatives.

L'utilisation des iso-enzymes a par ailleurs été préconisée pour la caractérisation des populations conservées en banques de semences, pour en détecter l'état de conservation et obtenir des indications sur la tolérance au froid et à l'humidité en fonction des techniques de conservation employées.

5. LES ETUDES SUR LA BIOLOGIE DE LA REPRODUCTION

Cette discipline étudie les processus impliqués dans la reproduction végétale. Elle inclut les études de la phénologie, des mécanismes de pollinisation et des systèmes très complexes de reproduction, tant sexués qu'asexués.

La connaissance de l'efficacité reproductive des plantes (se traduisant par le nombre de «diaspores» produites tant en reproduction sexuée par allogamie et autogamie sexuée, ou asexuée par apomixie, que par reproduction végétative et, fréquemment comme résultat d'un équilibre entre ces méthodes reproductives distinctes) est essentielle pour apprécier la capacité de survie d'une espèce dans un environnement déterminé et établir en conséquence les mesures appropriées de conservation.

Tout ou presque reste à faire dans ce domaine où globalement très peu de données sont aujourd'hui disponibles en dehors des espèces cultivées majeures.

Gérer la diversité floristique dans les îles de la Méditerranée

1. INTEGRER LES CONNAISSANCES ACTUELLES SUR LES ESPECES, LEUR CHOROLOGIE ET LEUR BIOLOGIE POUR MIEUX GERER LA BIODIVERSITE VEGETALE DES ESPACES INSULAIRES

Le recours aux données les plus récentes de la biologie de la conservation paraît de nature à apporter aux décideurs, gestionnaires d'espaces naturels ou aménageurs, les éléments nécessaires à l'intégration de la conservation *in situ* de la flore dans la planification de l'espace et à la mise en oeuvre de stratégies de conservation qui soient moins entachées d'empirisme.

La mise en oeuvre de telles démarches stratégiques devra bien entendu résulter de la synthèse de données très diverses relatives à :

- l'identification du patrimoine à conserver (listes d'espèces végétales et études chorologiques) et de sa variabilité (identification des situations marginales, connaissance de l'histoire du taxon, études caryologiques, études de variabilité faisant appel aux marqueurs biochimiques),

- le choix des priorités d'intervention (identification des responsabilités particulières, prise en compte de la rareté, identification de la rareté intrinsèque et de la rareté anthropogène),

- l'interprétation des informations découlant du fonctionnement des systèmes reproductifs.

Elle visera à assurer la survie des taxons par la gestion de leur variabilité et de leurs capacités évolutives sur le long terme, intégrée à la gestion de leurs habitats.

Deux stratégies complémentaires peuvent être recommandées en fonction de la rareté des taxons concernés :

1) La gestion des taxons les moins menacés devra être de préférence intégrée dans le cadre des activités sociales et économiques traditionnelles dans l'esprit d'un usage durable (pâturage extensif, activités forestières, fauche, agriculture traditionnelle) moyennant une surveillance continue "d'ambiances stationnelles témoins" représentatives de situations "d'unités adaptatives génétiques".

2) Les taxons les plus rares nécessiteront par contre la réalisation d'études spécifiques et la mise en oeuvre de programmes d'expérimentation conjointement aux mesures de conservation à mettre en oeuvre immédiatement. Dans l'attente des résultats des expérimentations, les mesures provisoires viseront à favoriser à la fois le maintien d'un certain nombre de populations à grands effectifs en complément de métapopulations.

Les espaces protégés doivent jouer un rôle privilégié dans la conservation de la flore en mettant effectivement en oeuvre de telles stratégies au sein de leur propre territoire mais aussi en veillant à compléter leur réseau de manière à intégrer toutes les superficies nécessaires à la protection des éléments les plus rares ou les plus représentatifs des flores insulaires.

2. LA NECESSITE D'EXPERIMENTER POUR MIEUX CONSERVER

Que faut-il protéger ? Pourquoi ? Comment ?

Contrairement aux habitudes acquises et à une certaine logique qui voudrait que les efforts portent sur les deux premières interrogations, il convient pour être en mesure d'apporter des réponses pertinentes et appropriées à l'extinction des espèces à laquelle sera confrontée notre société, d'entreprendre dès à présent des expérimentations sur le "comment protéger".

En matière de stratégie de conservation, les biologistes de la conservation résument la problématique en terme de S.L.O.S.S. (Single Large Or Several Small populations). A ce sujet les connaissances actuelles inclinent à penser que la conservation de la variabilité génétique serait assurée de meilleure manière au sein de métapopulations.

L'obligation de prévoir, donc de programmer la conservation de la diversité, nécessite de sortir de l'académisme et de mettre en place des séries d'expérimentations permettant la validation de modèles reproductibles dans les actions de gestion.

3. CONSERVATION *EX SITU* ET BANQUES DE SEMENCES

L'intérêt exceptionnel des flores insulaires de Méditerranée amène à s'interroger sur les contraintes rencontrées par les décideurs pour la mise en oeuvre, dans les délais requis, des politiques de gestion *in situ* susceptibles d'offrir toutes les garanties requises du point de vue de la conservation de la biodiversité.

Bien au contraire, les menaces d'origine anthropique, aujourd'hui parfaitement recensées sur ces îles conduisent à recommander la mise en oeuvre de programmes rapides de conservation *ex situ*, en complément et non en substitution des programmes de conservation *in situ*.

Celles-ci devront bien entendu être orientées prioritairement vers la conservation de taxons rares et endémiques, sans pour autant exclure les autres éléments des flores insulaires. Les uns et les autres, plus spécialement dans les petites îles, sont aussi menacés par l'expansion de plantes et d'animaux non indigènes, phénomènes qui se combinent aux déséquilibres résultant de perturbations d'origines anthropiques.

Les caractéristiques des semences méditerranéennes conduisent à recommander l'organisation et le développement d'un réseau de banques de semences spécialisées sur la conservation de la flore sauvage. Un tel réseau pourrait profiter de l'expérience et des infrastructures existant au nord-ouest de la Méditerranée. Il devrait cependant être complété par la création de nouvelles banques de semences dans les régions où elles font défaut principalement à l'est et au sud de la Méditerranée.

4. CULTURE DE TISSUS ET CONSERVATION DE LA FLORE INSULAIRE

L'existence de végétaux à fertilité réduite ou possédant des semences récalcitrantes conduira inévitablement les organismes chargés de la mise en oeuvre des programmes de conservation *ex situ* à avoir recours aux techniques de multiplication par culture de tissus *(in vitro)*.

Ce type de techniques pourra être utile pour la propagation mais aussi pour le stockage à moyen ou long terme (cryoconservation) de plantes menacées, moyennant le respect de méthodologies et de règles déontologiques strictes.

Concernant les îles méditerranéennes, il est recommandé, compte tenu des coûts engendrés tant en investissement qu'en fonctionnement, de s'appuyer sur le réseau d'organismes présents dans les pays riverains de la Méditerranée qui maîtrisent déjà ce type de techniques.

5. APERCU SUR LES MESURES REGLEMENTAIRES CONCERNANT LA FLORE INSULAIRE

Dans les îles méditerranéennes, la plupart des législations nationales se limitent à l'interdiction du prélèvement et du commerce des espèces protégées. Ceci ne permet pas d'assurer une conservation satisfaisante de ces plantes dans la mesure où la protection de leurs habitats n'est pas assurée.

L'interdiction de détruire les plantes protégées, qui figure dans certains textes, s'avère en général insuffisamment appropriée aux problèmes rencontrés dans la mesure où seule la destruction délibérée est généralement prohibée.

Dans tous les cas, la réglementation existante demeure très difficile à appliquer, qu'elle concerne les prélèvements illégaux ou la destruction de plantes protégées, quand il s'agit d'activités qui ne sont pas, dans un autre cadre règlementaire légalement soumises à autorisation.

Dans beaucoup de cas, ces législations restrictives devront être accompagnées de mesures incitatives, par exemple fondées sur la conclusion de contrats. Une telle démarche ne sera réellement possible que dans la mesure où les moyens financiers nécessaires seront dégagés. A ce propos, la mise en application des conventions internationales et des instruments communautaires (y compris les directives européennes et les instruments financiers qui pourraient y être liés) pourrait constituer une opportunité à saisir pour les îles relevant de l'autorité de pays signataires.

6. ROLE DES JARDINS BOTANIQUES POUR LA CONSERVATION DES ESPECES VEGETALES INSULAIRES

Tous les jardins botaniques ont la possibilité de contribuer à la conservation des flores insulaires en s'associant à des programmes de recherches sur les plantes insulaires et en utilisant les résultats de ces recherches pour concevoir de manière scientifique des plans de gestion et des programmes de conservation *in situ* de ces espèces.

La longue expérience des jardins botaniques en matière de culture de plantes rares ou peu communes, associée aux techniques modernes comme la multiplication *in vitro* et des recherches telles que isoenzyme et DNA, constitue un potentiel propre à contribuer à la conservation et la sauvegarde des espèces insulaires, en permettant la résolution de problèmes de reproduction des espèces, leur réintroduction dans leur habitat naturel et le maintien des effectifs dans les populations à des niveaux assurant leur viabilité.

L'expérience, les infrastructures et les moyens humains des jardins botaniques, apparaissent comme indispensables pour la constitution des banques de germoplasmes et des banques de gènes, nécessaires pour assurer la conservation *ex situ* de "copies de sauvegarde" de la variabilité réunie au sein des populations spontanées d'espèces insulaires.

7. DES EXPERIENCES ORIGINALES DE CONSERVATION

Des expériences de conservation originales faisant appel à l'ensemble des outils d'étude et de conservation de la diversité existent déjà en Méditerranée notamment en Corse, dans les îles Baléares et au sein de la Communauté Valencienne.

Elles tendent à montrer que si l'approche spécifique est souvent nécessaire, les mesures de conservation des espèces végétales relèvent de prises en compte au niveau local et doivent de ce fait être intégrées à des programmes de gestion plus globaux, visant par exemple à la maîtrise de l'érosion, à la protection de la couverture végétale, au maintien d'usages traditionnels, etc.

En guise de conclusion : intégrer la conservation au développement durable

Comme les lignes qui précèdent ont souhaité le démontrer, la conservation de la diversité des flores des îles méditerranéennes doit être intégrée au rang des programmes prioritaires de conservation de la biodiversité mondiale.

Dans cette région du monde de vieille civilisation, le succès d'une telle entreprise reste conditionné à un **"retour d'investissement"** vers le grand public (aspect éducatif), les décideurs (aspect développement-aménagement), le secteur économique (aspect valorisation) et la communauté scientifique (aspect progrès de la connaissance).

1. L'ASPECT EDUCATIF

Les îles méditerranéennes abritent une flore originale, parfois étrange, toujours fascinante, reflet ou mémoire de paysages du passé, d'un temps révolu. Sa grande diversité (de nombreuses familles végétales sont représentées), l'éclat de ses floraisons, la puissance et la variété de ses arômes en font une gamme de prédilection pour l'éducation du public en matière de botanique et d'écologie végétale. N'est-il pas temps de compléter les manuels nordiques, les modèles biologiques pris dans les flores d'Europe du nord, par ceux du monde méditerranéen qui fut aussi le berceau de nombreuses plantes domestiquées ?

Un programme éducatif développé à l'échelle des îles méditerranéennes devra comporter la création de parcs et de jardins botaniques, le développement de secteurs pédagogiques dans les espaces protégés, spécialement orientés sur la flore, l'édition de documents pédagogiques touchant les différentes tranches d'âge du grand public, l'engagement de moniteurs botaniques chargés, par le contact avec le public, de faire découvrir la beauté de ces flores et d'éduquer à leur respect.

2. LE DEVELOPPEMENT ET L'AMENAGEMENT

L'explosion touristique que connaissent les îles méditerranéennes doit permettre de **développer un "tourisme vert"** qui réponde désormais à la demande du public, et qui s'avère susceptible tout à la fois de financer partiellement les actions de conservation, et de démontrer que la protection peut être totalement intégrée aux programmes de développement. Il en résultera un meilleur respect de la qualité des paysages, génératrice au premier chef de l'attraction touristique. Les options pédagogiques déjà citées doivent trouver là matière à leur application.

Les politiques de développement doivent intégrer les aspects de la protection de la flore, et inversement. Ainsi un dialogue doit-il s'instaurer entre aménageurs et protecteurs de la biodiversité

pour bâtir les **fondements d'un développement durable,** évitant gaspillage des ressources (ici végétales, paysagères, génétiques, etc.) et tout en permettant les aménagements nécessaires au développement des économies locales.

Une meilleure connaissance de la biodiversité sera de nature à dépassionner les débats traitant du thème "environnement-développement" en permettant l'instauration de débats techniques comme substitut aux débats idéologiques d'aujourd'hui.

3. UN POTENTIEL DE VALORISATION

Le développement des biotechnologies, l'évolution rapide des gammes végétales employées, la présence de nombreuses formes sauvages de plantes cultivées, rendent **la conservation partenaire d'une valorisation potentielle de végétaux**, par leurs gènes (amélioration des plantes) ou par leurs molécules (les flores méditerranéennes sont des réservoirs impressionnants de composés chimiques souvent aromatiques). La conservation des flores, et par là même, de constituants chimiques ou de systèmes génétiques originaux, permet le maintien d'un réservoir de valorisation très important, insuffisamment exploré et très différent de celui des zones tropicales du monde.

4. LES PROGRES DE LA CONNAISSANCE

L'intérêt des flores insulaires méditerranéennes a suffisamment été souligné ci-dessus pour ne pas argumenter davantage sur les apports mutuels de la conservation et de la connaissance scientifique de ces flores à fort taux d'endémisme, gardant en mémoire des formes végétales du passé et riches en originalités chimiques ainsi qu'écologiques.

L'instauration d'une politique systématique de recueil périodique et de synthèse des différentes avancées scientifiques, organisée par secteur insulaire, constituerait une jauge pratique. Ceci permettrait le suivi puis l'adaptation des programmes de recherche, la communication aisée auprès des scientifiques investis dans d'autres secteurs, et pour les décideurs l'instauration d'un tableau de bord fiable pour suivre la flore des îles de la Méditerrannée.

COLLOQUE INTERNATIONAL

CONNAISSANCE ET CONSERVATION DE LA FLORE DES ILES DE LA MÉDITERRANÉE

Ajaccio, Corse, France (5-8 octobre 1993)

LISTE DES PARTICIPANTS

ABOUCAYA Annie (Melle)
Conservatoire Botanique National de Porquerolles
Le Hameau Agricole
F-83400 ILE DE PORQUEROLLES
FRANCE

AGUINAGALDE Itziar (Mme)
Universidad politecnica
Escuela Técnica Superior de Ingenieros Agronomos
Ciudad Universitaria, E-28040 MADRID
ESPAGNE

ALCOVER (Mme)
Palma de Mallorca, Baléares
ESPAGNE

ALZIAR Gabriel (M.)
Jardin Botanique de la Ville de Nice
20 traverse des Arboras, F-06000 NICE
FRANCE

AMENGUAL RAMIS Jose (M.)
Parc Nacional de Cabrera
c/ San Miguel 79, 1a
E-07002 PALMA DE MALLORCA
ESPAGNE

ANTONA Madeleine (Melle)
Parc Naturel Régional de Corse
F-20248 MACINAGGIO
FRANCE

ARMAND Françoise (Mme)
Promonature
Beauloup, F-71110 BRIANT
FRANCE

BIBILONI Gabriel (M.)
Universitat de les Illes Balears
Depto. de Biologia Ambiental,
Carrt. Valldemossa, Km 7,5
E-07071 PALMA DE MALLORCA
ESPAGNE

BIJLEVELD VAN LEXMOND Maarten (M.)
Foundation for the Conservation of the Bearded Vulture
En Levremont 19, CH-1143 APPLES
SUISSE

BOCCHIERI Emanuele (M.)
Istituto di Botanica e Orto Botanico
Universita di Cagliari
Viale Fra Ignazio da Laconi 13, I-09100 CAGLIARI
ITALIE

BOILLOT François (M.)
Centre d'activités régionales du Plan Bleu
Place S. Laffitte, Sophia Antipolis
F-06560 VALBONNE
FRANCE

BOSC Georges (M.)
11 rue Deville, F-31000 TOULOUSE
FRANCE

BOUKHALFA Djahida (Melle)
CREA
B.P. 334, Hussein Dey, ALGER 16040
ALGERIE

BRAMWELL David (M.)
Jardin Botanico Canario «Viera y Clavijo»
Apartado de correos 14 de Tafira Alta
E-35017 LAS PALMAS DE GRAN CANARIA
ESPAGNE

BRULLO Salvatore (M.)
Istituto e Orto Botanico - Universita di Catania
Via A. Longo 19, I-95125 CATANIA
ITALIE

CAILLAUD Jean-Michel (M.)
Parc Naturel Régional de Corse
4 rue Fiorella, B.P. 417, F-20184 AJACCIO CEDEX
FRANCE

CASANOVA Jean-Baptiste (M.)
Parc Naturel Régional de Corse
Casa Pastureccia, Riventosa, F-20250 CORTE
FRANCE

CHARRAS André (M.)
6 rue Louis Ageron, F-26000 VALENCE
FRANCE

CLEMENTE-MUNOZ Margarita (Mme)
Jardin Botanico de Cordoba
Avenida de Linneo, s/n, Apdo. 3048
E-14080 CORDOBA
ESPAGNE

CONTANDRIOPOULOS Juliette (Melle)
CNRS - Université Provence-St Charles
Laboratoire Biosystématique et Ecologie méditerranéenne, Case 4, Place Victor Hugo
F-13331 MARSEILLE CEDEX 3
FRANCE

CONVENTI Yves (M.)
Parc Naturel Régional de Corse
Casa Pastureccia, Riventosa, F-20250 CORTE
FRANCE

CORDIER Marie-Odile (Mme)
Conservatoire Botanique National de Porquerolles
Le Castel Sainte Claire, Rue Ste Claire
F-83418 HYERES CEDEX
FRANCE

DEL PRETE Carlo (M.)
Istituto e Orto Botanico - Universita di Modena
Viale Caduti in guerra 127, I-41100 MODENA
ITALIE

DELEUZE Jacques (M.)
Bocca alla Leccie, F-20230 SAN NICOLAO
FRANCE

DESCHATRES Robert (M.)
Les Barges, F-03700 BELLERIVE sur ALLIER
FRANCE

DEVAUCHELLE Nicole (Mme)
Office National des Forêts
Résidence Pietrina, Av. de la Grande-Armée
F-20000 AJACCIO
FRANCE

DUBOST Michel (M.)
ICALPE
Casa Pastureccia, Riventosa, F-20250 CORTE
FRANCE

DUTARTRE Gilles (M.)
Jardin botanique de la ville de Lyon
Parc de la Tête d'Or, F-69459 LYON CEDEX 6
FRANCE

ECONOMIDOU Eva (Mme)
Musée Goulandris d'Histoire Naturelle
Levidou 13, GR-14562 KIFISSIA
GRÈCE

EPPENDAHL Peter (M.)
Interprète Interface, 10 Blvd. Jules Favre
F-69006 LYON
FRANCE

FIGARELLA Mauricette (Melle)
DIREN Corse
Route d'Agliani, F-20600 BASTIA
FRANCE

FRIDLENDER Alain (M.)
Agence pour la Gestion des Espaces Naturels de Corse
3, rue Luce de Casabianca, F-20200 BASTIA
FRANCE

FRISONI Guy-François (M.)
Parc Naturel Régional de Corse
4 rue Fiorella, B.P. 417, F-20184 AJACCIO CEDEX
FRANCE

GALLAND Jean-Paul (M.)
Ministère de l'Environnement
Direction de la Nature et des Paysages (DNP)
20, avenue de Ségur, F-75302 PARIS 07 SP
FRANCE

GAMISANS Jacques (M.)
Université d'Aix Marseille III
Faculté des Sciences de St Jérôme
Laboratoire Botanique & Ecologie médit. (Case 461)
Av. Escadrille Normandie-Niemen
F-13397 MARSEILLE CEDEX 20
FRANCE

GARRIDO Fernando (M.)
Govern Balear - Conselleria d'Agricultura i Pesca
c/ Foners 10, E-07006 PALMA DE MALLORCA
ESPAGNE

GAVAZZI Emilia (Mme)
Secrétariat de la Faune et de la Flore
Muséum National d'Histoire Naturelle
57, rue Cuvier, F-75231 PARIS CEDEX 05
FRANCE

GEHU J.-M. (M.)
Conservatoire Botanique National de Bailleul
Centre régional de phytosociologie
Haendries, F-59270 BAILLEUL
FRANCE

GERVOSON Marie Haude (Mme)
Fondation TOTAL
24 cours Michelet, F-92069 PARIS LA DÉFENSE
FRANCE

GIL VIVES Lorenzo (M.)
Universitat de les Illes Baleares
Dpto. de biologia ambiental, Lab. de Botanica
Carrt. Valldemossa, Km 7,5
E-07071 PALMA DE MALLORCA
ESPAGNE

GODEFROY Laurent (M.)
DIREN Corse
19 cours Napoléon, BP 197
F-20179 AJACCIO CEDEX
FRANCE

GOMEZ-CAMPO César (M.)
Universidad politecnica
Escuela Técnica Superior de Ingenieros Agronomos
Ciudad Universitaria, E-28040 MADRID
ESPAGNE

GOUDARD Martine (Mme)
Faculté de Pharmacie
Labo de botanique-cryptogamie-biologie cellulaire
27, bd. Jean Moulin, F-13385 MARSEILLE CEDEX
FRANCE

GOUYON Pierre-Henri (M.)
Université Paris XI, Centre d'Orsay
Laboratoire d'Evolution et Systématique des végétaux
Bâtiment 362
F-91405 ORSAY CEDEX
FRANCE

GRADAILLE TORTELLA Josep Lluis (M.)
Jardi botanic de Soller
Carrt. Palma-Port de Soller, Km 30, Apto 55
E-07100 SOLLER - BALEARES
ESPAGNE

GREUTER Werner (M.)
Botanischer Garten & Bot. Museum Berlin-Dahlem
Königin-Luise Str. 6-8, D-14191 BERLIN
ALLEMAGNE

GUYOT Isabelle (Mme)
Agence pour la Gestion des Espaces Naturels de Corse
3, rue Luce de Casabianca, F-20200 BASTIA
FRANCE

HERNANDEZ-BERMEJO Esteban (M.)
Jardin Botanico de Cordoba
Avenida de Linneo, s/n, Apdo. 3048
E-14080 CORDOBA
ESPAGNE

HEYWOOD Vernon (M.)
Botanic Gardens Conservation International
Descanso House, 199 Kew Road
RICHMOND, SURREY TW9 3BW (UK)
ROYAUME-UNI

IATROU Gregory (M.)
University of Patras
Dept. of Biology, Division of plant biology
Institute of Botany GR-26010 PATRAS
GRÈCE

JAUZEIN Philippe (M.)
E. N. S. H.
4 rue Hardy, F-78009 VERSAILLES CEDEX
FRANCE

JEANMONOD Daniel (M.)
Conservatoire et Jardin botaniques de la Ville de Genève
Chemin de l'Impératrice 1, Case postale 60
CH-1292 CHAMBESY/GENÈVE
SUISSE

LAGUNA-LUMBRERAS Emilio (M.)
Generalitat Valenciana - Conselleria de Medi Ambient
c/ Arquitecte Alfaro, 39, 6a, E-46071 VALENCIA
ESPAGNE

LANFRANCO Edwin (M.)
University of Malta
Department of Biology, MSIDA MSD 06 (Malta)
MALTE

LANGIANNI Martine (Melle)
Agence pour la Gestion des Espaces Naturels de Corse
3, rue Luce de Casabianca, F-20200 BASTIA
FRANCE

LAZARE Jean-Jacques (M.)
Université Bordeaux I
Laboratoire d'Ecologie montagnarde de Gabas
F-64440 LARUNS
FRANCE

LE HOUEROU Y. (M.)
CEFE / CNRS
BP 5051, F-34033 MONTPELLLIER CEDEX 01
FRANCE

LEENHARDT Michel (M.)
Parc Naturel Régional de Corse
4 rue Fiorella, BP 417, F-20184 AJACCIO CEDEX
FRANCE

LESOUEF Jean-Yves (M.)
Conservatoire Botanique National de Brest
52 allée du Bot, F-29200 BREST
FRANCE

LLORENS GARCIA Lleonard (M.)
Universitat de les Illes Balears
Depto. de Biologia Ambiental
Carrt. Valldemossa, Km 7,5
E-07071 PALMA DE MALLORCA
ESPAGNE

LOISEL Roger (M.)
Université d'Aix Marseille III
Faculté des Sciences de St Jérôme
Laboratoire Botanique & Ecologie médit. (Case 461)
Av. Escadrille Normandie-Niemen
F-13397 MARSEILLE CEDEX 20
FRANCE

LORENZONI Corinne (Melle)
Agence pour la Gestion des Espaces Naturels de Corse
3, rue Luce de Casabianca, F-20200 BASTIA
FRANCE

LOVRIC A. Z. (M.)
Institut «Ruder Boskovic» / Herb. ADRZ
Lab. Biocénotique, P.P. 1016, Bijenicka 54
ZAGREB 41001
CROATIE

MARY Marie-Germaine (Mme)
9 chemin des Ecoles, Miomo, F-20200 BASTIA
FRANCE

MAXIMOVA Svletana (Mme.)
The Donetsk Botanical Garden Acad. Sci. of Ukraine
Illich's Prospekt 110, 340059 DONESTK 59
UKRAINE

MAYER Alfred (M.)
University of Regensburg
Moeglinger Weg 18, TROTSBERG 8223
ALLEMAGNE

MAYOL Joan (M.)
Govern Balear - Conselleria d'Agricultura i Pesca
D. G. Medi Natural, c/ Foners 10
E-07071 PALMA DE MALLORCA
ESPAGNE

MEDAIL Frédéric (M.)
Université d'Aix Marseille III
Faculté des Sciences de St Jérôme
Laboratoire Botanique & Ecologie médit. (Case 461)
Av. Escadrille Normandie-Niemen
F-13397 MARSEILLE CEDEX 20
FRANCE

MONTMOLLIN de Bertrand (M.)
Université de Neuchâtel
Biol - conseils S.A., Rue de la Serre 5
CH-2000 NEUCHÂTEL
SUISSE

MULAS Bonaria (M.)
Istituto di Botanica e Orto botanico
Universita, Viale Fra Ignazio da Laconi 13
I-09123 CAGLIARI
ITALIE

MUNOZ SERRANO Maria Angeles (Melle)
ICALPE
Casa Pastureccia, Riventosa, F-20250 CORTE
FRANCE

MURACCIOLE Michel (M.)
Agence pour la Gestion des Espaces Naturels de Corse
3, rue Luce de Casabianca, F-20200 BASTIA
FRANCE

MUS AMÉZQUITA Maurici (M.)
Universitat de Valencia
Facultat cc. biologiques, c/ Dr. Moliner 50
E-46100 BURJASSOT (VALENCIA)
ESPAGNE

NORTH Christopher (M.)
Newmill of Knapp, INCHTURE PH14 9SW
Scotland (UK)
ROYAUME-UNI

OLIVIER Louis (M.)
Conservatoire Botanique National de Porquerolles
Parc National de Port-Cros
Le Castel Sainte Claire, Rue Ste Claire
F-83418 HYERES CEDEX
FRANCE

PANITSA Maria (Mme)
University of Patras
Dept. of Biology, Div. of Plant biology
Institute of Botany
GR- 260 10 PATRAS
GRÈCE

PARADIS Guilhan (M.)
Université de Corse
C.E.V.A.R.E.N., Botanique
Faculté des Sciences, B.P. 52, F-20250 CORTE
FRANCE

PERRIER Nicole (Mme)
Interprète
Villa Sisley, Parc Liserb, 11 Allée centrale
F-06000 NICE
FRANCE

PIAZZA Carole (Melle)
Agence pour la Gestion des Espaces Naturels de Corse
3, rue Luce de Casabianca, F-20200 BASTIA
FRANCE

QUEZEL Pierre (M.)
Université d'Aix Marseille III
Faculté des Sciences de St Jérôme
Laboratoire Botanique & Ecologie médit. (Case 461)
Av. Escadrille Normandie-Niemen
F-13397 MARSEILLE CEDEX 20
FRANCE

RECORBET Bernard (M.)
DIREN Corse
19 cours Napoléon, BP 197
F-20179 AJACCIO CEDEX
FRANCE

REDURON Jean-Pierre (M.)
AFCEV
Mairie de Mulhouse (MIRE), 2 rue Pierre Curie
F-68200 MULHOUSE
FRANCE

RICHARDSON Ian (M.)
University of Reading
Dept. of Botany, 49 Whiteknights road
READING RG6 2BB (UK)
ROYAUME-UNI

RITA LARRUCEA Joan (M.)
Universitat de les Illes Balears
Depto. de Biologia Ambiental
Carrt. Valldemossa, Km 7,5
E-07071 PALMA DE MALLORCA
ESPAGNE

RIVIERE Laurent (M.)
Office National des Forêts
Centre Administratif «Nouveau Port»
F-20407 BASTIA CEDEX
FRANCE

SUSINI Françoise Marie (Mme)
F-20160 RENNO
FRANCE

TEBAR Francisco Javier (M.)
Universitat de les Illes Balears
Depto. de Biologia Ambiental
Carrt. Valldemossa, Km 7,5
E-07071 PALMA DE MALLORCA
ESPAGNE

THIEBAUD Marc-André (M.)
Conservatoire et Jardin botaniques de la Ville de Genève
Chemin de l'Impératrice 1, Case postale 60
CH-1292 CHAMBESY/GENÈVE
SUISSE

TOISON Bruno (M.)
Conservatoire de l'Espace Littoral et des rivages lacustres
Corderie Royale, B.P.137, F-17300 ROCHEFORT
FRANCE

TZANOUDAKIS Dimitris (M.)
University of Patras
Dept. of Biology
Div. of plant biology, Institute of Botany
GR- 260 10 PATRAS
GRÈCE

VALDES-CASTRILLON Benito (M.)
Universidad de Sevilla
Depto. Biologia Vegetal y Ecologia, Apto. 1095
Facultad. de Biologia, Avda. Reina Mercedes s/n
E-41080 SEVILLA
ESPAGNE

VERLAQUE Régine (Mme)
CNRS - Université Provence-St Charles
Laboratoire Biosystématique et Ecologie méditerranéenne (Case 4)
Place Victor Hugo, F-13331 MARSEILLE CEDEX 3
FRANCE

VICENS FANDOS Josep (M.)
Universitat de Barcelona
Facultat de Farmacia, Lab. de Botanica
Av. Joan XXIII s/n, E-08028 BARCELONA
ESPAGNE

XIMA Paul (M.)
Office National des Forêts
Centre Administratif «Nouveau Port»
F-20407 BASTIA CEDEX
FRANCE

TABLE DES MATIERES

Préface

Flore de la région méditerranéenne et des îles de la Méditerranée

GREUTER W.- Origin and peculiarities of Mediterranean island floras 1

HEYWOOD V. H.- The Mediterranean flora in the context of world biodiversity 11

QUEZEL P.- La flore du bassin méditerranéen : origine, mise en place, endémisme .. 19

VALDES CASTRILLON B. and HERNANDEZ BERMEJO E. J.- The Mediterranean flora as a reservoir of genetic resources for cultivated plants 41

Bilan des connaissances, intérêt patrimonial et conservation de la flore et de la végétation des îles méditerranéennes

ALZIAR G.- Généralités sur la flore de l'île de Chypre. Quelques données quantitatives 47

BARBERO M., LOISEL R. et QUEZEL R.- Les essences arborées des îles méditerranéennes : leur rôle écologique et paysager 53

BOCCHIERI E.- La connaissance et l'état de conservation de la flore en Sardaigne ... 71

BOCCHIERI E.- Vegetal landscape and flora of Mortorio island (northeastern Sardinia) 83

BRULLO S., MINISSALE P. e SPAMPINATO G.- Bilancio delle conoscenze, interesse stato di conservazione della flora della Sicilia 99

DEL PRETE C. and MAZZOLA P.- Endemism and speciation in the orchids of Mediterranean Islands 119

GAMISANS J. et JEANMONOD D.- La flore de Corse : bilan des connaissances, intérêt patrimonial et état de conservation 135

GÉHU J.M.- Géosynvicariance et synendémisme des phytocoenoses littorales en Corse et dans le bassin méditerranéen 149

LANFRANCO E.- The Maltese flora and conservation 165

LLORENS GARCIA L.- Bilan de l'état actuel de la conservation et des connaissances de la flore et végétation des îles Baléares 169

MONTMOLLIN B. de et IATROU G. A.- Connaissance et conservation de la flore de l'île de Crète 173

MUS M.- Conservation of flora in the Balearic Islands 185

TZANOUDAKIS D. and PANITSA M.- The flora of the Greek islands 195

Expérience corse

ABOUCAYA A., DUTARTRE G. et OLIVIER L.- Les banques de données et les banques de semences de la flore corse 213

GAMISANS J.- Les études de végétation en Corse 221

GUYOT I. et MURACCIOLE M.- Inventaire et actions de conservation *in situ* des plantes rares ou menacées de Corse 231

JEANMONOD D.- Le «Projet Flore Corse» et son état d'avancement 243

LEENHARDT M.- Gestion et conservation de la flore et de la végétation méditerranéennes insulaires 253

VERLAQUE R., CONTANDRIOPOULOS J. et ABOUCAYA A.- Cytotaxonomie et conservation de la flore insulaire : les espèces endémiques ou rares de Corse 257

Gestion et conservation

AGUINAGALDE I.- Quimiotaxonomia y conservacion de la flora mediterranea .. 269

BOILLOT F.- Tendances évolutives socio-économiques des îles de la Méditerranée 277

BRAMWELL D.- Living collections and the role of botanical gardens 287

CLEMENTE MUÑOZ M.- Micropropagation of endangered plant species 291

ECONOMIDOU E.- L'appauvrissement de la flore et de la végétation des îles grecques par les activités humaines 299

GOMEZ-CAMPO C.- Vers un réseau de banques de graines dans la Méditerranée 305

GOUYON P.H.- Etudier ou conserver ? De la biologie des populations à la biologie de la conservation 309

KLEMM C. de,- Aperçu sur les mesures réglementaires de conservation de la flore en Méditerranée 313

LAGUNA E. y JIMENEZ PEREZ J.- Conservacion de la flora de las islas Columbretes (España) 325

MAYOL J.- Changements socio-économiques et conservation de la flore aux îles de la Méditerranée 337

OLIVIER L. et HERNANDEZ BERMEJO E. J.- Aspects pratiques et théoriques de la conservation *in situ* des espèces végétales insulaires de Méditerranée 345

Conclusion : Premiers bilans 355

Liste des participants 373

Avis aux auteurs désirant publier dans la revue

Ecologia Mediterranea

Généralités

Ecologia Mediterranea publie des travaux originaux et des mises au point sur des sujets se rapportant à l'écologie générale, fondamentale ou appliquée, terrestre et limnique, en régions méditerranéennes. Les articles peuvent être rédigés, de préférence, en français ou en anglais, mais aussi en allemand, en espagnol ou en italien.

Ecologia Mediterranea est équipé d'un matériel informatique destiné à assurer la composition de la revue, tout en augmentant sa qualité et son homogénéité, permettant ainsi une parution plus rapide.

Ce matériel comporte d'une part un micro-ordinateur de la famille des **PC compatibles MS-DOS**, muni de deux lecteurs permettant de lire des disquettes de 3" 1/2 (de 720 Ko ou 1,4 Mo) et de 5" 1/4 (de 360 Ko ou 1,2 Mo) et, d'autre part, d'une imprimante Laser Postscript. Les logiciels utilisés sont «PageMaker» pour la composition et «**Word5**» pour le traitement de texte. A défaut de ce logiciel, il est souhaitable de transformer les fichiers au moyen du format d'échange appelé RTF (Rich Text Format). Néanmoins, les textes saisis sous «MacIntosh» seront récupérés sous «MS-DOS».

Texte

Les articles proposés doivent être envoyés, en **triple** exemplaires, dactylographiés en double interligne, en format A4, au Secrétariat général de la revue, accompagnés de la disquette contenant le texte **déjà informatisé**. Les articles doivent être **complets** : titres français et anglais, auteur(s) et adresse(s), résumé et abstract (au minimum), mots clés, texte, conclusion, bibliographie, figures et tableaux, afin d'être soumis au Comité de lecture avant confirmation de leur acceptation. Les tableaux numériques, les tableaux phytosociologiques et, si possible les graphiques, seront inclus dans le texte informatisé. N'envoyez les figures originales qu'après acceptation de l'article. Les disquettes seront renvoyées.

Les articles comportant plus de 20 pages seront acceptés dans la mesure des possibilités. Les vingt premières pages des articles (incluant tableaux et figures) seront éditées à titre gracieux. Les pages excédentaires seront facturées. Il est fourni 25 tirés-à-part par article, même lorsqu'il y a des auteurs multiples. A la demande, des tirés-à-part supplémentaires peuvent être obtenus : ils seront facturés.

Une fois leur article accepté, les auteurs devront tenir compte des remarques des lecteurs, puis ils renverront leur **texte corrigé imprimé** (en un exemplaire) et **informatisé**. Ils devront s'assurer de la correspondance entre le texte imprimé (pour contrôle) et le texte informatisé. Les figures et les photographies **originales** seront jointes à l'envoi. La disquette et les documents associés doivent parvenir dans les meilleurs délais au Secrétariat de la revue.

Résumé et mots-clés

Le résumé doit comporter 100 à 150 mots au maximum. Le nombre de mots-clés est limité à 5, dans la langue des résumés.

Auteurs et Adresses

L'adresse de chaque auteur sera indiquée. Chaque adresse doit être complète et comportera le numéro de téléphone ou de télécopie (fax), pour faciliter les communications avec l'auteur principal. Dans le cas où une publication est le fait de plusieurs auteurs, lors du premier envoi, l'auteur devra préciser la personne à qui doit être retourné l'article, après lecture.

Bibliographie

La bibliographie regroupera toutes les références citées et elles seules. Les références seront rangées dans l'ordre alphabétique des auteurs et de façon chronologique. Les abréviations internationales des titres des revues peuvent être utilisées.

Conventions

Sur le plan de la saisie du texte, il est simplement demandé aux auteurs de distinguer clairement les titres des différents paragraphes, de taper le texte «au kilomètre», en respectant les conventions ci-dessous. La mise en forme définitive du texte sera assurée par la revue.

Principaux titres et numérotation

Introduction, Matériel et méthodes, Résultats, Conclusion et Bibliographie seront centrés pour faciliter la lecture : ils ne seront pas numérotés. Pour numéroter les sous-chapitres, éviter les lettres.

Abréviations

Les abréviations sont à proscrire, sauf les plus courantes. En tout état de cause, l'usage d'une abréviation technique doit être précédée de sa signification lors de sa première apparition.

Citations et renvois appelés dans le texte

Les mots «figures» et «tableaux» annoncés dans le texte sont écrits en toutes lettres et en minuscules. *Exemples :* ... sur la figure 3. ... comme le montre la carte (figure 3). Ne pas écrire : «voir figure 3», ni «cf. fig. 3». Pour les citations, suivre ces exemples : «ainsi que le dit DUPONT (1962)» ou, dès qu'il y a plus d'un auteur, «(DUPONT *et al.*, 1962)». La page de la citation n'est mentionnée que dans le cas où elle correspond à une citation entre guillemets.

Mots latins

Les mots latins doivent être mis en *italiques* afin de les distinguer du reste du texte *(et al., a priori, stricto sensu, etc.)*, et en particulier les noms de plantes ou d'animaux *(Quercus toza* et *Q. pubescens)*. Pour les plantes une seule majuscule sur le nom de genre, l'épithète reste en minuscules. Pour distinguer un nom d'espèce d'un **groupement végétal** en latin, il peut être utile de différencier la typographie de ce dernier par des **lettres grasses**.

Unités et symboles

Les unités de mesure et les symboles ne sont jamais suivis d'un point. *Exemples* : «10 °C, 100 mm, 10 s, 2 500 m, 50 FF, 50 ‰».

Typographie

En français, n'utilisez les majuscules que pour les noms propres, sauf exception justifiée. Pour associer l'unité de mesure à sa valeur, utilisez l'«espace insécable» plutôt que la barre d'espacement pour éviter que, lors de la justification, la valeur ne se trouve en fin de ligne et son unité en début de la ligne suivante. De même, pour les doubles ponctuations (: ; ! ?), les faire précéder d'un espace insécable. Les ponctuations simples (, .) ne sont pas précédées d'un espace. Par contre, toutes les ponctuations sont suivies d'un espace. Les (parenthèses), les [crochets], les {accolades} et les «guillemets» doivent être accolés aux mots qu'ils enserrent. Le tiret «-» marquant un sous-alinéa sera avantageusement suivi d'un espace «insécable» de façon que le mot qui suit le tiret ne soit séparé que d'un seul espace.

Figures et tableaux

Les figures rassemblent tout ce qui est dessin ou photographies ; les tableaux, tout ce qui peut être écrit avec une machine à écrire. Les figures et tableaux, doivent être remis **prêts à l'impression, sans nécessiter de réduction (format 16 x 22 cm au maximum, ou 8 x 22)**. Les figures comme les tableaux doivent être conçus pour être vus ou lus en format "**Portrait**" et non "Paysage" (ou "à l'italienne"). Les caractères utilisés doivent avoir au minimum un millimètre de hauteur tout en restant lisibles (caractères de qualité professionnelle, non manuscrits). Les figures qui ne se prêtent pas à la reproduction seront retournées. Tous les documents (figures et tableaux) devant être insérés dans le texte doivent être annoncés et numérotés dans l'ordre croissant : ils doivent comporter une légende (éviter les formules vagues telles que «pour les explications, voir dans le texte»). Les titres des figures seront inscrits là où l'auteur veut les faire apparaître, en tenant compte de la place qu'elles occuperont. En ce qui concerne les tableaux phytosociologiques, il est indispensable d'indiquer par des points les relevés où la plante ne figure pas, de façon à en permettre l'observation dans les différents relevés où elle se trouve. Les tableaux informatisés ne doivent pas comporter de signes (: ou !) pour marquer les colonnes.

Les propositions de publication d'articles doivent être adressées au **Secrétaire général**.

Dessin E. SIERRA I RÀFOLS

Editions des Conservatoire et Jardin Botaniques de Genève

Conservatoire Botanique National de Porquerolles

Commission des Communautés Européennes

Collectivité Territoriale de Corse

PARC NATUREL REGIONAL DE CORSE

FONDATION D'ENTREPRISE TOTAL

MINISTÈRE DE L'ENVIRONNEMENT