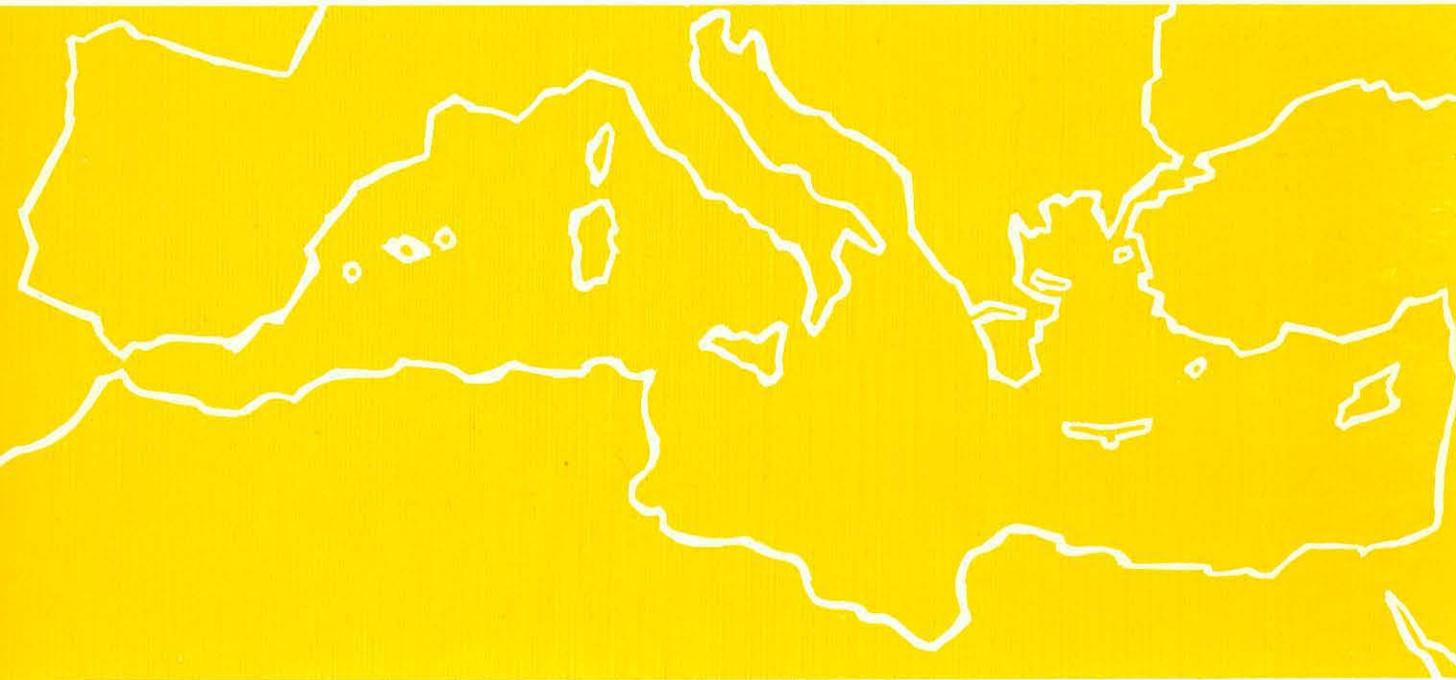


ISSN : 0153-8756

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

ecologia mediterranea

revue d'écologie terrestre et limnique



TOME XXII 1996

Fascicule 3/4

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 Paléocécologie (Case 461)
Avenue escadrille Normandie-Niemen
F 13397 MARSEILLE Cedex 20
Fax : 04 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. GABOURIAU, 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 Politecnica, 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 Boumediene, 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 Cantoblanco, 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 Garenniere, 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 Aplicacions Forestals, 08193 Bellaterra (Barcelona), Espagne.
TAYLOR, H.C., Botanical Research Unit, PO Box 471, 76000 Stellenbosch, République Sud-Africaine.
VAN DEN MAAREL, E., Växthnologiska 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

Etude de la végétation steppique de la région de Karaman et d'Ermenek (sud de l'Anatolie Centrale)

Yildirim AKMAN*, Mecit VURAL**, Pierre QUEZEL***,
Lâtif KURT*, Osman KETENOGLU*, Memduh SERIN**** et Marcel BARBERO***

RÉSUMÉ

Les auteurs décrivent la végétation steppique de la région de Karaman et d'Ermenek au sud de l'Anatolie Centrale. Une alliance nouvelle, le *Genisto involucratae-Marrubion micranthi* est définie ; elle se rapporte à l'ordre des *Onobrychido armeni-Thymetalia leucostomi* et sous-ordre des *Asperulo phrygiae-Thymenetalia chaubardii*. Trois associations et une sous association nouvelles sont également décrites.

MOTS-CLES : Syntaxonomie, phytosociologie, sud Anatolie, *Asperulo phrygiae-Thymenetalia chaubardii*, steppe, (Turquie)

SUMMARY

The authors studied on the steppic vegetation between Karaman and Ermenek in the south part of Central Anatolia. In this study, a new alliance *Genisto involucratae-Marrubion micranthi* included in the sub order *Asperulo phrygiae-Thymenetalia chaubardii* of the order *Onobrychido armeni-Thymetalia leucostomi* were described. Three new associations and one new sub-association were described in the area, two of which and the sub-association were included in the new alliance.

KEY WORDS : Syntaxonomy, Phytosociology, South Anatolia, *Asperulo phrygiae-Thymenetalia chaubardii*, steppic vegetation (Turkey)

INTRODUCTION

Ce travail a été réalisé dans le but d'étudier la végétation des steppes montagneuses de la région de Karaman et Ermenek qui se trouvent dans le sud de l'Anatolie centrale et qui jusqu'à ce jour n'avaient jamais été étudiées.

Du point de vue phytogéographique les montagnes Karaman et Ermenek se situent à la jonction des régions méditerranéenne et irano-touranienne, et à des altitudes moyennes (1200-1600 m). Dans la région de Karaman et jusqu'à Sertavul, des forêts de *Pinus nigra* subsp. *pallasiana* et *Quercus pubescens* existent encore à l'état clairsemé. A partir de Sertavul, vers 1800 m se rencontrent d'abord les forêts dégra-

* University of Ankara, Science Faculty, Department of Biology, Ankara, Turkey

** University of Gazi, Faculty of Science and Lecture, Department of Biology, Ankara, Turkey

*** IMEP, case 461, Université Aix Marseille III. Faculté de Saint-Jérôme, F- 13397 Marseille Cedex 20

**** University of Selçuk, Faculty of Science and Lecture, Department of Biology, Konya, Turkey

dées de *Cedrus libani* et puis plus en altitude, de *Juniperus excelsa*. La steppe étudiée ici, est de toute évidence consécutive à la quasi disparition de ces divers types de forêts. La méthode utilisée est celle de l'école zuricho-montpelliéraine (BRAUN-BLANQUET 1965, BARKMAN *et al.* 1986).

Ces forêts situées en bordure du plateau anatolien se situent dans une ambiance nettement continentale. Des forêts de *Pinus brutia* en mauvais état s'observent encore, dans le vallée de Göksu. Toutefois, certains peuplements de *Pinus brutia* sur calcaires marneux de l'étage méditerranéen sont encore bien conservés, dans les zones où les influences maritimes sont effectives.

APERÇU GEOGRAPHIQUE, GEOLOGIQUE ET CLIMATIQUE

La région de Karaman il occupe la partie la plus méridionale de l'anatolie centrale en constituant un ensemble de calcaire compact et calcaires marneux. Les plus hauts sommets de cette région sont Kizildag (2260 m), Arapçat (2010 m), Köselerdı dag (1995 m), Boz dag (1870 m), Adras dag (1780 m).

Les roches-mères dominantes dans tout le secteur sont de type calcaire ou marno-calcaire.

Climat

Le climat de la dition est évalué en fonction des données climatiques des stations de Karaman (1025 m) et d'Ermenek (1250 m).

Au point de vue thermique la température moyenne des maxima du mois le plus chaud (M) est de 29,3°C à Ermenek et 30,4°C à Karaman. La température moyenne des minima du mois le plus froid (m), est de 0,5°C pour Ermenek et de -4,3°C à Karaman, m s'abaissant très vite sur les marges de plateau anatolien en une ambiance nettement continentale.

Les précipitations annuelles (P) sont de 558,5 mm à Ermenek et de 341,3 mm à Karaman. Les portions méridionales de cette région au contact de Taurus, reçoivent donc 217 mm de plus que Karaman sur le plateau anatolien. Ceci est peut-être dû en partie à l'influence de la végétation forestière, qui domine largement au sud de la dition.

La saison la plus pluvieuse est l'hiver. Le régime pluviométrique est du type méditerranéen oriental première variante dans les deux stations (H. P. A. E.).

Les données climatologiques (tableau 1) montrent que la région se situe en bioclimat méditerranéen semi-aride très froid à Karaman et subhumide frais à Ermenek.

Tableau 1
Données bioclimatiques

Stations	Altitude	P (mm)	PE	S	M	m	Q	Bioclimat
Karaman	1025	341,3	29,7	1,14	30,4	-4,3	34	semi-aride inf. très froid
Ermenek	1250	558,5	34,7	1,00	29,3	0,5	67	sub-humide frais

La végétation

L'interprétation générale des structures phytosociologiques de Karaman et Sertavul qui se trouvent dans la partie sud de l'Anatolie centrale sont parfois incluses dans la région Irano-Touranien du point de vue phytogéographique, mais sont encore fortement influencées par la région méditerranéenne. Cette relation est évidente au niveau de la végétation forestière à conifères (*Pinus nigra* subsp. *pallasiana*, *Pinus brutia*, *Cedrus libani*, *Juniperus excelsa*), mais aussi à feuillus (*Quercus pubescens*). Même au niveau de la végétation steppique les influences méditerranéennes sont importantes, comme le soulignent les structures phytosociologiques.

L'endémisme est également élevé.

L'ensemble des relevés réalisés peut être rapporté à la classe des *Astragalo-Brometea* (QUEZEL, 1973) et à l'ordre des *Onobrychido armeni-Thymetalia leucostomi* (AKMAN, KETENOGLU et QUEZEL, 1985) représenté par les sous-ordres des *Onobrychido armeni-Thymetalia leucostomi* et des *Asperulo phrygiae-Thymetalia chaubardii* (AKMAN, KETENOGLU, BARBERO, QUEZEL, 1988).

Dans la région de Karaman et d'Ermenek, l'étude de notre échantillonnage floristique nous permet de décrire une nouvelle alliance : le *Genisto involucratae-Marrubion micranthae*.

Cette alliance paraît occuper la partie sud et sud-ouest de l'Anatolie centrale dans les régions de Karaman, Sertavul et Ermenek. Les principales associations colonisent des calcaires compacts ou des calcaires marneux entre 1450-1650 m, essentiellement sur les reliefs qui, compte tenu de leur situation en zone bioclimatique semi-aride très froide, du moins sur le plateau anatolien, présentent un caractère xérophile marqué.

Cette alliance est caractérisée par un pourcentage élevé en taxa endémiques au niveau local ou sud-anatolien: *Marrubium globosum* subsp. *micranthum*, *Genista involucrata*, *Cousinia ermenekensis*, *Arenaria ledebouriana* var. *parviflora*, *Astragalus acicularis* et *Paronychia argyroloba* (Ass. type: *Tanaceto cadmei-Verbascetum flavipannosi*).

LES STRUCTURES DE LA VEGETATION

L'alliance *Genisto involucratae-Marrubion micranthae*

Elle présente ici deux associations et une sous-association, définies à partir d'un échantillon de 25 relevés.

1. Association à *Tanacetum cadmeum* subsp. *cadmeum* et *Verbascum flavipannosum* (*Tanaceto cadmei-Verbascetum flavipannosii*) (tableau 2, holotype relevé 73)

Ce sont 9 relevés qui ont été sélectionnés pour décrire cette association. Elle s'étend dans la région située au nord-est d'Ermenek, vers Tekeçati, à des altitudes comprises entre 1600 et 1700 m. Les pentes à ce niveau sont en général faibles de l'ordre de 5 %, mais très localement elle peuvent atteindre 15 % ce qui explique la profondeur notable des sols. Le recouvrement est assez important et varie entre 75 et 90 %.

L'association *Tanaceto cadmei-Verbascetum flavipannosii* se développe sur des substrats calcaires compacts et occupe un sol brun-jaunâtre, plus ou moins épais, qui contient 5 % de matière organique. Le pH varie entre 7,3 et 7,9. Ces sols légèrement alcalins, présentent une texture limono-sabloneuse, et sont très riches en CO₃Ca (27,3,-32,8 %). Le profil est de type AC. La genèse de ce sol brun est liée à la présence des vestiges d'un humus de type mull forestier lié à l'existence antérieure de structures à *Juniperus excelsa*, *Cedrus libani* ou *Pinus nigra* subsp. *pallasiana*.

L'association à *Tanacetum cadmeum* subsp. *cadmeum* et *Verbascum flavipannosum* se caractérise par la présence de plusieurs taxa endémiques au niveau local ou anatolien sud-occidental : *Tanacetum cadmeum* subsp. *cadmeum*, *Verbascum flavipannosum*, *Astragalus heldreichii*, *Veronica thymoides* subsp. *hasandaghensis*.

Cette association occupe le plancher de l'étage oroméditerranéen et est consécutive très probablement à la dégradation de forêts méditerranéo-montagnardes anciennement dégradées à *Pinus nigra* subsp. *pallasiana* et *Juniperus excelsa*.

2. L'association à *Pteroccephalus pinardii* et *Silene ermenekensis* (*Sileno ermenekensis-Pteroccephaletum pinardii*) (tableau 2, holotype relevé 86)

Quinze relevés de cette association ont été effectués. Elle occupe également les régions d'Ermenek-Tekeçati et Sertavul. Son amplitude altitudinale se situe entre 1450-1650 m et elle affectionne préférentiellement les versants nord et ouest des massifs sur des pentes moyennes comprises entre 10 et 35 %.

Le recouvrement de cette association varie entre 75 et 90 %, elle est donc caractérisée par un fort recouvrement. Les substrats et sols présentent les mêmes particularités que l'association précédente, mais ces derniers accusent une épaisseur plus faible et contiennent de nombreux éléments grossiers constitués par des graviers calcaires. Ils contiennent 2 à 4 % de matière organique et 34 à 37 % de CO₃Ca avec un pH de 7,5. La texture est encore de type sablon-limoneux. Cette association se développe dans une ambiance nettement plus aride que la précédente.

Cette association est caractérisée par *Pteroccephalus pinardii* et *Silene ermenekensis*, cette dernière espèce étant une endémique local.

Les peuplements constitués par cette association représentent l'évolution régressive des structures méditerranéo-montagnardes pré-steppiques à *Pinus nigra* subsp. *pallasiana* et *Cedrus libani* encore visibles çà et là dans la région à l'état vestigial.

Au sein de cette unité, une sous-association, *Onobrychidetosum cornutae* a pu être individualisée entre 1600 et 1700 m avec comme différentielles : *Onobrychis cornuta*, *Thymus cherlerioides* subsp. *cherlerioides* et *Ebenus longipes*, ces deux dernières espèces sont endé-

miques de l'Anatolie méridionale, mais surtout fréquentes dans la région d'Ermenek. Il faut remarquer que *Onobrychis cornuta* toujours dominant sur les calcaires compacts, devient plus fréquent à des altitudes plus élevées et joue un rôle physiognomique très important dans la végétation orophile de l'Anatolie et en particulier du Taurus (QUEZEL, 1973).

Sur le plan phytosociologique, cette association, comme la précédente, s'inscrit dans l'alliance nouvelle endémique du *Genisto involucratae-Marrubion micranthae*. Les caractéristiques du sous-ordre *Asperulo phrygiae-Thymenetalia leucostomi* déjà définies pour les zones d'altitude d'Anatolie sud-occidentale (AKMAN, QUEZEL, BARBERO, 1991) sont relativement abondantes ici, et permettent de rapporter sans problème ces groupements à cette unité.

La végétation steppique des altitudes inférieures se rapportant aux *Onobrychido armenae-Thymetalia leucostomi*

- L'association à *Alyssum lycaonicum* et *Cousinia iconica* (*Alyso lycaonici-Cousinietum iconicae*) (tableau 3 - Holotype relevé 94)

A de plus basses altitudes, entre 1150 et 1250 m, sur des sols peu profonds (10-20 cm) à substrats toujours calcaires et sur des pentes très faibles à moyennes (2 à 15 %) se développent des structures de végétation où le recouvrement est très élevé, de 75 à 90 %.

Ces structures se rapportent sans conteste possible à la classe des *Astragalo-Brometea* et à l'ordre des *Onobrychido armeni-Thymetalia leucostomi*. Ces pelouses écorchées des régions du Tarlaören et Seyithasan situées au sud de Karaman, peuvent se rattacher à l'alliance que nous avons déjà individualisée pour l'Anatolie centrale, le *Phlomido armeniaca-Astragalion microcephali* puisque *Helianthemum canum*, *Alyssum pateri* subsp. *pateri*, *Phlomis armeniaca* et *Astragalus microcephalus* apparaissent encore dans les relevés.

L'association peut être caractérisée par diverses espèces endémiques et régionales : *Alyssum lycaonicum*, *Ebenus cappadocica*, *Cousinia iconica*, *Allium scabriflorum*, *Ebenus hirsuta*, *Galium stepporum*, *Astragalus podparae* et *Onosma sieheanum*.

Cette association doit être considérée comme un stade d'évolution régressive des peuplements de la série de *Pinus nigra* subsp. *pallasiana*.

DISCUSSION ET CONCLUSIONS

Les structures de végétation de type steppique dans la région de Karaman et Ermenek résultent dans la grande majorité des situations étudiées, de la dégradation des forêts montagnardes méditerranéennes et oroméditerranéennes à Conifères.

Du point de vue climatique elles se situent en climat méditerranéen semi-aride inférieur très froid à Karaman et sub-humide frais à Ermenek qui se trouve plus au sud (m se situant respectivement à -4,3 et 0,5°C).

L'ensemble des relevés étudiés ici appartient du point de vue phytosociologique à la classe des *Astragalo-Brometea* et à l'ordre des *Onobrychido armeni-Thymetalia leucostomi* sous ordre des *Asperulo phrygiae-Thymenetalia chaubardii* décrit par AKMAN, QUEZEL, BARBERO et KETENOGLU : 1985, 1989, 1991) qui permet de réunir la végétation de l'ensemble des steppes d'altitude, mais aussi et des plateaux du sud de l'Anatolie centrale.

L'endémisme est largement représenté tant au niveau des associations que de l'alliance.

Dans les groupements décrits, se retrouvent toujours un mélange d'espèces de souche oro-méditerranéenne et de souche Irano-Touranienne (*Astragalus*, *Acantholimon* et *Bromus*) qui deviennent par contre dominantes aux altitudes plus faibles.

Dans les régions de Karaman et d'Ermenek, nous avons mis en évidence une nouvelle alliance et trois associations et une sous-association nouvelles se rapportant à l'ordre des *Onobrychido armeni-Thymetalia chaubardii*.

L'alliance endémique nouvelle *Genisto involucratae-Marrubion micranthae* est probablement particulière aux régions de Karaman et d'Ermenek, où elle colonise les substrats calcaires et calcaréo-marneux entre 1450 et 1650 m. Cette alliance contient 2 associations et une sous-association nouvelles :

- *Tanaceto cadmei-Verbascetum flavipannosii* ass. nov.

- *Sileno ermenekensae-Pterocephaletum pinardii* ass. nov.

- *Sileno-Pterocephaletum-Onobrychidetosum* sous-ass. nov.

Tableau 3
Végétation steppique des altitudes inférieures

Numéro des relevés	93	94	95	103	97	98	99	100	101	102	103	
Surface (m ²)	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	
Altitude (m)	1150	1200	1200	1210	1200	1200	1200	1250	1230	1200	1210	
Exposition	NE	NE	-	S	NW	E	E	SE	NE	W	NW	
Inclinaison (%)	3	3	-	15	2	5	5	3	3	2	2	
Substrat Calc	Calc	Calc	Calc	Calc	Calc	Calc	Calc	Calc	Calc	Calc	Calc	
Recouvrement (%)	85	75	85	80	85	85	85	85	85	85	95	
Caractéristiques de l'association <i>Alyso lycaonici-Cousinietum iconicae</i>												
<i>Cousinia iconica</i>	11	+1	+1	+1	11	+1	+1	+1	+1	+1	+1	11
<i>Alyssum lycaonicum</i>	12	11	11	+1	.	11	+1	+1	+1	+1	.	9
<i>Astragalus podporae</i>	11	+1	.	11	11	+1	11	.	+1	11	11	9
<i>Ebenus cappadocica</i>	+1	+1	+1	.	+1	12	22	12	.	.	.	7
<i>Allium scabriflorum</i>	+1	.	.	.	.	+1	+1	+	+1	+1	.	6
<i>Ebenus hirsuta</i>	+	+	+1	+1	.	.	.	.	.	.	.	4
<i>Galium stepparum</i>	.	+	.	.	+1	.	+	.	+	.	.	3
<i>Onosma sieheanum</i>	.	.	.	+	.	.	+	.	.	.	.	2
Caractéristiques des <i>Phlomis-Astragalion microcephali</i>												
<i>Phlomis armeniaca</i>	11	.	11	12	+1	11	11	12	11	11	11	10
<i>Astragalus microcephalus</i>	11	+1	.	12	+1	11	11	.	12	+1	.	8
<i>Helianthemum canum</i>	+	+	+	+1	+1	+1	+	+	.	.	.	8
<i>Alyssum pateri</i> subsp. <i>pateri</i>	.	+1	+1	.	.	.	+	.	.	+1	+1	5
Caractéristiques des <i>Onobrychido-Thymetalia leucostomi</i>												
<i>Astragalus lydius</i>	+1	+1	11	11	11	11	+1	+1	11	11	11	11
<i>Minuartia hamata</i>	11	+1	.	12	+1	11	11	.	12	+1	.	10
<i>Salvia cryptantha</i>	+1	.	+1	12	12	12	12	22	12	11	.	9
<i>Onobrychis armena</i>	+1	+1	.	+1	.	+1	+1	+1	11	+1	+	9
<i>Fumana aciphylla</i>	+1	+1	+1	+	+	+1	+1	11	.	.	.	8
<i>Lappula barbata</i>	+1	+1	+1	.	.	+1	.	.	+1	+1	+1	7
<i>Helianthemum nummularium</i> subsp. <i>lycaonicum</i>	+1	.	+1	+1	+1	+1	+1	.	.	.	.	6
<i>Centaurea virgata</i>	.	+1	+1	+1	.	.	.	+1	.	+1	+1	6
<i>Convolvulus holosericeus</i> subsp. <i>holosericeus</i>	.	+1	.	+	.	+1	.	.	.	.	.	3
<i>Marrubium parviflorum</i>	+1	.	.	.	+	.	.	.	.	+	.	3
<i>Noaea mucronata</i> subsp. <i>mucronata</i>	.	.	+	.	.	.	.	+	.	.	.	3
Caractéristiques des <i>Astragalo-Brometea</i>												
<i>Thymus sipyleus</i> subsp. <i>rosulans</i>	33	23	33	34	33	33	23	33	33	34	33	11
<i>Festuca valesiaca</i>	12	12	12	12	11	12	12	22	12	12	22	11
<i>Bromus tomentellus</i>	22	12	22	12	22	22	22	22	12	22	22	11
<i>Teucrium polium</i>	+1	+	+	+	+1	11	+1	11	+1	11	.	10
<i>Stipa holosericea</i>	11	11	12	11	12	11	11	11	11	.	11	10
<i>Scutellaria orientalis</i>	+1	.	11	+1	+1	+1	+	+1	.	+1	+	9
<i>Minuartia anatolica</i> var. <i>arachnoidea</i>	.	+1	+1	+	+	+	+	+	+	+1	+	9
<i>Anthemis cretica</i> subsp. <i>anatolica</i>	+	.	+	+1	.	+	.	+	+	+	+	8
<i>Euphorbia macroclada</i>	.	.	.	+	+	+	+	.	.	+	+	6
<i>Centaurea urvillei</i> subsp. <i>urvillei</i>	+	+	+	+	.	.	.	+1	+	.	.	6
<i>Scabiosa rotata</i>	+	+	.	.	.	.	+	.	.	+	+	5
<i>Morina persica</i>	+	.	.	.	.	+	+	.	.	.	.	3
Compagnes												
<i>Poa bulbosa</i>	+1	+1	11	11	11	12	11	11	11	12	11	11
<i>Bromus squarrosus</i>	+1	+1	+1	+1	+1	+1	+1	+1	+	11	+	11
<i>Eryngium campestre</i> var. <i>virens</i>	+	+	.	+	+	+	.	+	+	+	11	9
<i>Asperula stricta</i> subsp. <i>stricta</i>	+	.	+	+	+	+	+	+	.	+	+	9
<i>Convolvulus compactus</i>	11	11	12	12	.	11	11	11	.	.	11	8
<i>Anthemis fimbriata</i>	+	+	+	+	+	.	.	+	+	.	.	7
<i>Valerianella coronata</i>	.	.	+	+	+	+	+	.	.	+	+	7
<i>Ziziphora tenuior</i>	+	+	+	.	.	.	+	+	.	.	+	6
<i>Sanguisorba minor</i> subsp. <i>muricata</i>	+	+	+	.	.	.	+	+	.	+	.	6
<i>Lotononis genistoides</i>	+	+	.	.	.	+	.	+	.	+	.	5
<i>Bromus tectorum</i>	+	+	.	.	.	.	.	.	+	+	+	5
<i>Allium stamineum</i>	.	.	.	.	+	+	+	+	+	.	.	5
<i>Bupleurum sulphureum</i>	.	.	.	.	+	+	+	.	.	.	+	4
<i>Vulpia ciliata</i>	+	+	.	.	.	.	.	.	.	+	.	4
<i>Briza humilis</i>	+	+	+	.	.	.	.	+	.	.	.	4
<i>Sideritis montana</i>	+1	.	.	.	+	+	.	.	+	.	.	4
<i>Salvia tomentosa</i>	.	+	.	.	.	.	+	+	.	.	.	3

L'alliance *Phlomido armeniacaе-Astragalion microcephali* contient une seule association nouvelle :

- *Alyso lycaonici-Cousinietum iconicae*

Ces associations possèdent un important cortège d'espèces de souche Irano-Touranienne.

Il faut également, en terminant, insister sur les relations encore visibles sur le terrain existant entre les structures de végétation de type steppique décrites ici, et les systèmes forestiers encore présents dans la région sous forme de lambeaux très inégalement répartis et constituant les derniers vestiges de la végétation potentielle arborée initiale.

BIBLIOGRAPHIE

- AKMAN, Y., 1982.- Climats et bioclimats méditerranéens en Turquie. *Ecologia Mediterranea*, VIII., 1,2 : 73-87.
- AKMAN, Y., QUEZEL, P., BARBERO, M., KETENOGLU, O., et AYDOGDU, M., 1991.- La végétation des steppes, pelouses écorchées et à xérophytes épineux de l'Anatolie. *Phytocoenologia* 19(3) : 391-428. Berlin - Stuttgart.
- AKMAN, Y., KETENOGLU, O., QUEZEL, P., 1985.- A new Syntaxon from Central Anatolia. *Ecologia Mediterranea*, Tome XI. Page 2/3.
- AKMAN, Y., QUEZEL, P., AYDOGDU, M., KETENOGLU, O., KURT, L., EVREN, H.- A Phytosociological research on the steppe vegetation of the Yaprakly mountains (Çankyry/Turkey). *Ecologia Mediterranea*, XX (3/4) : 1-7 (1994).
- AYDOGDU, M., AKMAN, Y., QUEZEL, P., BARBERO, M., KETENOGLU, O., KURT, L. 1994.- Syntaxonomic analysis of gypsaceous vegetation of the surrounding area between Ayas-Polatli and Beypazary (Ankara-Turkey). *Ecologia Mediterranea*, XX (3/4) : 9-19.
- BARKMAN, J.J. *et al.*, 1986.- Code of Phytosociological Nomenclature. *Vegetatio* 67, 145-195.
- BRAUN-BLANQUET J., 1965.- *Plant Sociology*. Translated by Fuller and Conard, New York and London. 469 p.
- DAVIS, P.H., 1965-1985.- *Flora of Turkey and East Aegean Islands*. 1-9. Univ. Press Edinburgh.
- DAVIS, P.H., MILL, R.R., TAN, K., 1988.- *Flora of Turkey and East Aegean Islands (Supplement)*. Univ. Press Edinburgh.
- QUEZEL, P., 1973.- Contribution à l'étude phytocoenologique du massif du Taurus. *Phytocoenologia*, 1,2 : 131-222 (1973).
- QUEZEL, P., 1973.- Contribution à l'étude phytosociologique du Massif du Taurus. *Phytocoenologia*. 1 (2) 131-222. Stuttgart.

Ségrégation spatiale dans l'implantation de l'alfa, *Stipa tenacissima*, et de l'armoise, *Artemisia herba-alba*, dans les hautes plaines steppiques d'Algérie

Spatial segregation between alfa, *Stipa tenacissima*, and the sagebrush, *Artemisia herba-alba*, in the high steppic plains of Algeria

Tsouria BENSID* et Domitien DEBOUZIE**

RESUME

Les nappes alfatières se dégradent rapidement depuis une trentaine d'années dans les hautes plaines steppiques algériennes. Dans de nombreux sites l'alfa, *Stipa tenacissima*, tend à être remplacé par l'armoise *Artemisia herba-alba*. Le présent travail étudie l'existence d'une ségrégation entre les deux espèces à deux échelles spatiales. Des relevés systématiques sur cinq transects, complétés par des dénombrements exhaustifs, confirment l'implantation régulière des touffes d'alfa mais soulignent la complexité des structures horizontales de l'armoise : variations de densité à grande échelle et agrégativité ou non à échelle locale. Une analyse statistique de données exhaustives cartographiées montre une ségrégation asymétrique dans l'implantation locale des deux espèces. Sont discutées les causes de ces structures ainsi que l'existence d'un effet inhibiteur de l'armoise blanche sur l'alfa.

MOTS-CLES : ségrégation spatiale, steppe, alfa, armoise, structures spatiales

SUMMARY

In Algeria, alfa (*Stipa tenacissima*) steppes decreased both in areas and in cover rate during the last thirty years. In many sites alfa is progressively replaced by the sagebrush, *Artemisia herba-alba*. This paper concerns the spatial pattern and segregation of the two species at several scales. Systematic sampling of five transects and exhaustive counts confirm the regular pattern of alfa tufts but distribution of the sagebrush is more complex with density variation at large scale and aggregation or not at fine scale. A statistical analysis applied to completely mapped data shows an asymmetrical segregation of the two species. We discussed the causes of these patterns and the existence of an inhibition of alfa in sagebrush stands.

KEY WORDS : spatial segregation, steppe, alfa, sagebrush, spatial patterns

* Institut d'Ecologie - Université de Tlemcen - IMAMA 13 000 TLEMCEŃ (Algérie)

** Biométrie, Génétique et Biologie des Populations - UMR CNRS 5558 - Université Claude Bernard, Lyon 1
43, bd du 11 novembre 1918 - 69622 VILLEURBANNE Cedex

INTRODUCTION

Les régions steppiques des hautes plaines algériennes sont majoritairement occupées par l'alfa (*Stipa tenacissima* L.). Cette graminée vivace se présente sous forme de touffes dont les dimensions reflètent la qualité des nappes alfatières. Les dépressions limoneuses sont en revanche occupées par l'armoise blanche (*Artemisia herba-alba* Asso.) associée à d'autres espèces (POURRAT, 1974 ; CELLES, 1975).

En Algérie, la steppe qui occupait environ 40 000 km² au début du siècle (METRO, 1947), s'est réduite à environ 30 000 km² au début des années 80 (AIDOU, 1989) ; l'érosion contribue à la désertification d'environ 400 km² de steppe chaque année (LE HOUEROU, 1985). Une surexploitation par l'homme et ses troupeaux accentue cette régression.

Les steppes à alfa tendent alors à être remplacées par celles à chamaephytes (*A. herba-alba* et *A. campestris*) (DJEBAÏLI, 1978 ; LE HOUEROU, 1981). Cette succession peut être étudiée dans certains sites où les deux espèces coexistent. La question de leur compétition se pose compte tenu des conditions semi-arides des sites, connues pour entraîner une compétition intra- et interspécifique chez de nombreuses espèces (KING & WOODSELL, 1984 ; FOWLER, 1986). Si une interférence entre les deux espèces est connue et facilement observable à grande échelle, en revanche leur ségrégation à échelle locale ne semble pas avoir été étudiée par des méthodes quantitatives. C'est à cette question que cherche à répondre l'article en décrivant d'abord les structures spatiales séparées de l'armoise et de l'alfa, puis en quantifiant le degré de leur ségrégation.

MATERIELS ET METHODES

Présentation de la zone d'étude

L'étude a porté sur deux stations des hautes plaines steppiques algériennes. La première est située dans la région de Ras el Ma à 78 km au sud de Tlemcen, à 1093 m d'altitude. Elle a été mise en défens en 1984 par l'INRF (Institut National de Recherches Forestières) et un gardien assure sa protection vis-à-vis des troupeaux. La seconde se trouve à 80 km au sud de Tlemcen, près du village d'El Aricha à une altitude de 1250 m. Ce site est très dégradé par suite d'une forte anthropisation et du surpâturage.

Le climat est méditerranéen avec une saison chaude et sèche qui dure plus de six mois et peut atteindre onze mois. Les deux stations sont classées dans le diagramme d'EMBERGER dans l'étage bioclimatique aride à hiver froid (GAOUAR, 1980). Les précipitations annuelles sont très faibles, en moyenne 180 mm (calcul sur la période 1970-1987). Les deux stations se caractérisent par des sols de texture limono-sableuse (POUGET, 1980). A partir de 18 échantillons prélevés au hasard dans les stations, BENSID (1990) a montré que la teneur en sable varie de 49 à 84 % à El Aricha, de 45 à 74 % à Ras el Ma. Les deux sites ne diffèrent pas par leur taux moyen de limon : respectivement 10,1 et 10,7 %. En revanche, la teneur en matière organique, mesurée par la méthode de Tiurin (KAOURITCHEV, 1972), est supérieure à Ras el Ma : 1,22 % (seulement 0,47 % à El Aricha) (test de Student $t = 6,78$; $P < 0,001$).

Méthodes d'échantillonnage

Deux techniques complémentaires ont été mises en oeuvre : des échantillonnages systématiques pour l'étude des structures spatiales à moyenne échelle, et des cartographies exhaustives à petite échelle. Dans les deux stations, les données ont été acquises avant la reprise de végétation, en mars 1988 pour la première technique et en avril 1989 pour la seconde.

Nous avons défini des transects (quatre à El Aricha, un à Ras el Ma) dans les parties des stations qui contenaient les deux espèces. Compte tenu de la topographie des deux sites, chaque transect mesure 2040 m à El Aricha et 1560 m à Ras el Ma. Les quatre transects d'El Aricha sont parallèles, séparés de 40 m. Un échantillonnage systématique par placettes de 1 m² espacées de 40 m (soit 52 placettes à El Aricha et 40 à Ras el Ma) permet de dénombrer les touffes d'alfa et des pieds d'armoise (pour l'alfa seules sont considérées les touffes dont les centres de gravité appartiennent à une placette). La distribution de l'armoise étant très discontinue dans les stations étudiées, nous avons complété le dispositif précédent par des dénombrements exhaustifs des touffes d'alfa et des pieds d'armoise, entre deux placettes successives (espacées de 40 m) dans les parties des transects qui contiennent de l'armoise.

Les interférences entre les deux espèces ont été recherchées par cartographie. Nous avons délimité dans chaque station un rectangle de 8 x 16 m, soit 128 m², dans lequel les deux espèces sont implantées. Ces rectangles se situent dans les deux cas dans des parties dégradées où les

touffes d'alfa sont claisemées et fragmentées. Chaque touffe d'alfa et chaque pied d'armoise ont été cartographiés, en mesurant les abscisses et ordonnées de leur centre de gravité. Nous avons aussi estimé la surface de chaque touffe d'alfa.

Méthodes statistiques

Parmi les nombreux tests disponibles, nous en avons choisi trois pour rechercher les structures horizontales individuelles des deux espèces : l'indice classique de dispersion I_D , l'indice de GEARY I_G (CHESSEL, 1981) et l'indice de contagion vraie I_{CV} (CHESSEL & DE BELAIR,

1973). Ils sont appliqués aux effectifs d'alfa ou d'armoise par placette de l'échantillonnage systématique. Pour les deux premiers, les placettes sont progressivement regroupées et les valeurs maximales des indices correspondent, dans certaines conditions (GREIG-SMITH, 1952 ; CHESSEL, 1978), à des échelles d'hétérogénéité.

L'indice I_D ($I_D = S^2/x$) mesure globalement un écart à une distribution aléatoire, incorporant à la fois des patrons à petite et grande échelles. Il n'a été calculé que pour l'alfa car l'armoise n'est présente qu'en des parties très localisées des transects ; l'indice de dispersion intègre alors surtout ces variations de densité.

L'indice de GEARY a été utilisé pour rechercher des échelles d'hétérogénéité à l'échelle des transects ; les données complémentaires, exhaustives et contiguës, entre deux placettes ont servi pour son calcul. Il est calculé par :

$$I_G = (1 - H_v / H_T) / \sqrt{Var} \text{ avec}$$

$$H_v = \sum_{ij} V_{ij} (x_i - x_j)^2 / A,$$

A étant le nombre de couples de points voisins,

$$H_T = 2 \sum_i (x_i - \bar{x})^2 / (N - 1),$$

N étant le nombre de points,

$$A^2 N(N-2)(N-3)Var = [(N^2 - 3) - (N-1)^2 B] A^2 + 2A(N-1)[N^2 - 3N + 3 - (N-1)B] + (N-1)(D+A)[(N^2 - N + 2)B - (N^2 + 3N - 6)]$$

D étant le nombre total de points voisins de chaque point,

$$B = N \sum (x_i - \bar{x})^4 / \sum (x_i - \bar{x})^2.$$

L'indice de contagion vraie I_{CV} permet de séparer une réelle agrégativité entre individus, de variations de densité observées à moyenne ou grande échelle (CHESSEL & DE BELAIR, 1973). Il a été calculé sur les mêmes placettes que pour l'indice précédent mais en se limitant à des couples de placettes contiguës le long d'un transect, donc à l'échelle du m². Soient D et G les nombres de plantes présentes dans deux placettes contiguës. On note P = D + G. I_{CV} est calculé par :

$$I_{cv} = (1 / \sqrt{N^*}) \sum [H - E(H)] / \sqrt{V(H)}, \text{ avec}$$

N^* = Nombre de couples de placettes tels que P ≥ 2,

$$H = |D - G|,$$

$$E(H; 2) = 1$$

$$E(H; 2k + 1) = E(H; 2k) + (2k)! / [(k!)^2 2^{2k}]$$

$$E(H; 2k) = E(H; 2k - 1)$$

$$E(H; 2k + 1) = E(H; 2k) + (2k)! / [(K!)^2 2^{2k}]$$

$$V(H; k) = k - [E(H; k)]^2$$

Pour rechercher une ségrégation entre les deux espèces, nous avons utilisé un test publié par DIXON (1994), le test de PIELOU (1961) étant inapproprié dans le cas de données exhaustives cartographiées (DIXON, 1994). Ce test s'appuie sur la table de contingence des plus proches voisins, qui est formée des quatre effectifs suivants : 1° les touffes d'alfa ayant comme plus proche voisin (ppv) une autre touffe d'alfa (N_{AA}), 2° celles dont le ppv est une armoise (N_{AB}), 3° les pieds

d'armoise dont le ppv est un alfa (N_{BA}), et 4° ceux dont le ppv est une armoise (N_{BB}). DIXON (1994) donne les valeurs attendues des espérances et des variances de ces effectifs, sous l'hypothèse d'indépendance des deux espèces, ce qui permet de construire des tests de ségrégation. Comme dans toute étude de données cartographiées, nous avons tenu compte des effets de bordure en éliminant toute plante dont le ppv situé dans la grille dépassait la distance entre la plante et les limites du rectangle.

Le test de ségrégation de DIXON repose sur une statistique, C qui, sous l'hypothèse d'une absence de ségrégation entre les deux espèces, est distribuée comme un Chi2 à 2 degrés de liberté. C est calculée par :

$$C = (z_{AA}^2 + z_{BB}^2 - 2rz_{AA}z_{BB}) / (1 - r^2), \text{ avec}$$

$$z_{AA} = [N_{AA} - E(N_{AA})] / \sqrt{\text{Var}(N_{AA})}$$

$E(N_{AA}) = N_A(N_A - 1) / (N - 1)$, N_A représente le nombre de plantes A (formules identiques pour B),

$$\text{Var}(N_{AA}) = (N + R)P_{AA} + (2N - 2R + Q)P_{AAA} + (N^2 - 3N - Q + R)P_{AAAA} - N^2P_{AA}^2$$

$$P_{AA} = N_A(N_A - 1) / [N(N - 1)]$$

$$P_{AAA} = N_A(N_A - 1)(N_A - 2) / [N(N - 1)(N - 2)]$$

$$P_{AAAA} = N_A(N_A - 1)(N_A - 2)(N_A - 3) / [N(N - 1)(N - 2)(N - 3)]$$

$$r = \text{Cov}(N_{AA}, N_{BB}) / \sqrt{\text{Var}(N_{AA})\text{Var}(N_{BB})}$$

$$\text{Cov}(N_{AA}, N_{BB}) = (N^2 - 3N - Q + R)P_{AABB} - N^2P_{AA}P_{BB}$$

$$P_{AABB} = N_A(N_A - 1)N_B(N_B - 1) / [N(N - 1)(N - 2)(N - 3)]$$

$$Q = 2[N_2 + 3N_3 + 6N_4 + 10N_5 + 15N_6]$$

N_i étant le nombre de plantes qui sont le ppv de i plantes, R vaut deux fois le nombre de couples de ppv réflexifs.

Une valeur significative de C indique une ségrégation. DIXON a introduit une autre statistique, dite de symétrie, Z_S qui compare les effectifs des voisins les plus proches entre les deux espèces (dans notre cas, alfa-armoise et armoise-alfa) :

$$Z_S = (N_{BA} - N_{AB}) / \sqrt{\text{Var}(N_{AA}) + \text{Var}(N_{BB}) - 2\text{Cov}(N_{AA}, N_{BB})}$$

Sous l'hypothèse d'une symétrie des interactions, Z_S est distribuée comme la loi normale centrée réduite. Les deux statistiques convergent vers leurs lois théoriques (Chi2 et loi normale) dès que les effectifs totaux pour l'une des deux espèces atteignent 50 (DIXON, 1994).

Nous avons aussi calculé les distances moyennes entre les plus proches voisins, de la même espèce ou entre espèces, en considérant les centres de gravité des individus des deux grilles.

RESULTATS

Structures spatiales des deux espèces

Le tableau 1 regroupe, pour les cinq transects et chaque espèce, la densité moyenne, calculée à partir des placettes de 1 m², l'indice de dispersion et l'indice de contagion vraie. La densité en alfa varie de 0,53 à 0,74 touffe/m², soit en moyenne environ 6600 touffes/ha. Celle de l'armoise varie de 0,92 à 1,39 pieds/m² mais une valeur moyenne n'a que peu de signification

compte tenu des structures spatiales de cette espèce (cf. § suivant).

A l'échelle du m², la distribution des touffes d'alfa peut être considérée comme régulière puisque l'indice de dispersion est significativement inférieur à l'unité dans les quatre transects d'El Aricha ; il existe également une régularité dans le transect de Ras el Ma mais la valeur de l'indice n'est pas significative (Tableau 1). L'indice de contagion vraie confirme la régularité par ses valeurs négatives, toutes signi-

Tableau 1
Structures spatiales de l'alfa et de l'armoise dans cinq transects de deux régions des hautes plaines steppiques de Tlemcen.

La densité est exprimée en nombre d'individus par m². I_D = indice de dispersion. La densité et I_D sont calculés sur les données des transects. I_G = indice de GEARY (valeur maximale selon les regroupements de placettes), I_{CV} = indice de contagion vraie. I_G et I_{CV} sont calculés sur les données des placettes contiguës au sein des transects, n₁ = nombre de couples de valeurs qui ont servi au calcul de I_{CV}, n₂ = nombre de placettes pour le calcul de I_G. P = probabilité d'accepter l'hypothèse d'une répartition poissonnienne. m = taille (en mètres) de l'échelle d'hétérogénéité.

Site		El Aricha				Ras el Ma
Transect		1	2	3	4	5
ALFA	Densité	0,70	0,72	0,74	0,53	0,58
	I _D	0,43	0,74	0,56	0,68	0,84
	P	<0,001	<0,001	<0,001	0,008	0,23
	I _{CV}	-9,45	-6,22	-4,23	-3,00	-2,72
	n ₁	140	118	37	26	36
	P	<0,001	<0,001	<0,001	0,003	0,007
	Densité	1,39	1,25	0,92	1,18	1,22
	I _G	31,8	33,5	19,3	12,1	3,53
	n ₂	1033	490	537	131	108
	P	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	0,001
ARMOISE	m	64	64	8	64	16
	I _{CV}	3,57	2,80	1,01	3,97	1,48
	n ₁	169	125	36	46	64
	P	<0,001	0,005	0,31	<0,001	0,14

ficatives. En revanche, les structures à échelle fine sont moins claires pour l'armoise blanche : l'indice de contagion vraie est positif et significatif dans trois transects, ce qui indique un patron agrégatif, mais aucune contagion n'est observée dans les deux autres.

A l'échelle des transects, l'implantation de l'alfa ne présente pas de structure particulière. Celle de l'armoise est fortement hétérogène, avec des présences et des absences dans certaines parties des transects (Figure 1). Ainsi, l'armoise est présente dans 183 placettes du transect 1 (réparties sur 2040 m) mais seulement dans 47 du transect 4. L'indice de Geary (Tableau 1) indique une hétérogénéité maximale pour des regroupements linéaires de 8 (transect 3) à 64 mètres (transects 1, 2 et 5), soit en considérant des structures à peu près circulaires, des taches de 200 à 12 000 m². Calculée à ces échelles, la densité de l'armoise varie de 0 à 2700 pieds/1000 m².

Distribution conjointe des deux espèces

A l'échelle des transects nos données con-

firmement les implantations différentes des deux espèces (Figure 1).

La cartographie précise des touffes d'alfa et des pieds d'armoise dans les deux rectangles permet de tester l'indépendance ou la ségrégation des deux espèces à une échelle fine, de l'ordre d'une centaine de m². Nous avons tout d'abord dénombré les quatre types de plus proches voisins de chaque espèce (Tableau 2). L'indice C de ségrégation est significatif dans les deux sites (Chi² = 16,81 et 11,11 ; 2 ddl ; P < 0,001) ; l'alfa et l'armoise ne sont pas répartis au hasard l'un par rapport à l'autre. Les deux espèces ont donc tendance à s'éviter (d'un point de vue statistique). Les relations de plus proches voisins ne sont pas symétriques compte tenu de la valeur significative de l'indice Z_s (3,55 et 3,14 ; P ≤ 0,002). La ségrégation n'est pas symétrique : un pied d'armoise a relativement plus souvent une touffe d'alfa comme plus proche voisin qu'une touffe d'alfa n'a une armoise comme plus proche voisin.

La cartographie permet aussi de calculer les distances moyennes au plus proche voisin pour chaque espèce (Tableau 3). Dans les zones dégradées étudiées et quel que soit le site, deux

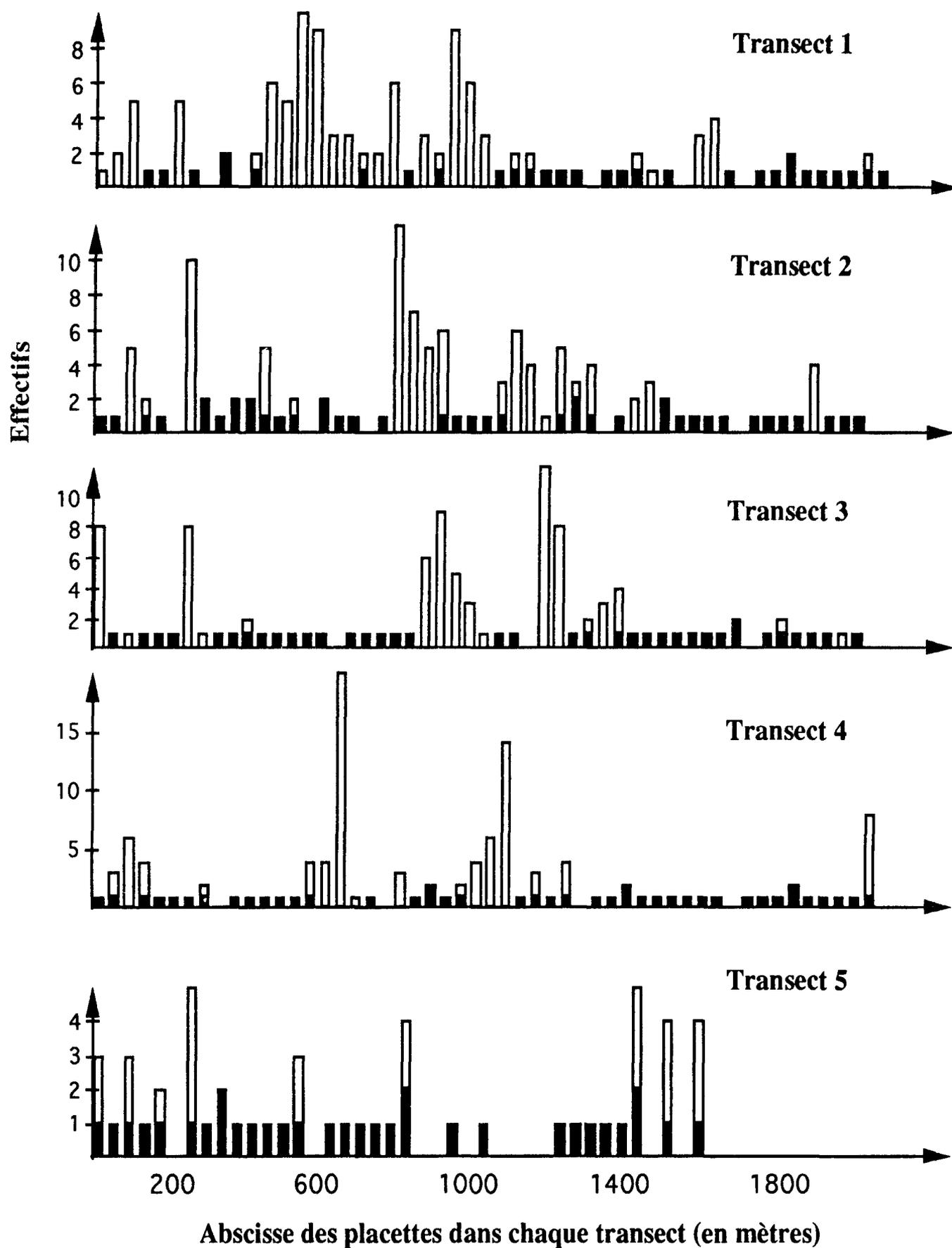


Figure 1.- Effectifs des touffes d'alfa (en noir) et des pieds d'armoise (en blanc) dans les 5 transects (1 à 4 : El Aricha, 5 : Ras el Ma). Les transects sont séparés de 40 mètres.

Tableau 2

Ségrégation entre l'alfa et l'armoise dans deux stations steppiques

Les effectifs correspondent aux nombres de plus proches voisins entre les espèces prises deux à deux. C = indice de ségrégation de DIXON, Z_s = test de symétrie des interactions.

Site		alfa	armoise	Total	C	Z_s
El Aricha	alfa	54	39	93	16,81 (P<0,001)	3,36 (P=0,001)
	armoise	26	35	61		
Ras el Ma	alfa	44	27	71	11,11 (P<0,001)	3,14 (P=0,002)
	armoise	17	17	34		

Tableau 3

Distances au plus proche voisin entre deux plantes de la même espèce ou de deux espèces différentes (écart-type entre parenthèses)

Site		alfa	armoise
El Aricha	alfa	74,9 (20,9)	79,9 (46,5)
	armoise	62,2 (24,2)	54,7 (34,4)
Ras el Ma	alfa	74,0 (20,5)	87,8 (44,2)
	armoise	65,2 (39,0)	70,4 (50,8)

touffes d'alfa voisines sont distantes d'environ 75 cm (sd=21 cm) tandis que la distance moyenne entre deux armoises varie de 55 (El Aricha) à 70 cm (Ras el Ma) (sd=34 et 51, resp.). L'armoise la plus proche d'une touffe d'alfa en est distante d'un peu plus 80 cm en moyenne (sd = 45) et l'alfa le plus proche d'une armoise se trouve à environ 62-65 cm (sd = 24 et 39 cm, respectivement à El Aricha et Ras el Ma).

Nous avons aussi recherché si, dans les deux rectangles, la surface des touffes d'alfa variait selon la nature du plus proche voisin. Aucune différence significative n'est observée quel que soit le site. A El Aricha, la surface moyenne d'une touffe varie de 470 cm² si le voisin le plus proche est une autre touffe d'alfa, à 542 cm² si le voisin est une armoise (t de Student = 0,48 ; 113 ddl ; P = 0,63). A Ras el Ma, les mêmes surfaces valent respectivement 981 et 834 cm² (t = 0,79 ; 96 ddl ; P = 0,43).

DISCUSSION

La présente étude apporte des informations sur les structures horizontales séparées de l'alfa et de l'armoise blanche. L'alfa *Stipa tenacissima* se distribue selon une répartition régulière. L'espacement régulier des individus vivant dans des conditions arides ou semi-arides a fait l'objet de nombreuses observations (par ex. KING & WOODSELL, 1986 ; FOWLER, 1986)

mais les causes précises de telles structures sont discutées : compétition pour les ressources comme l'eau, allélopathie ou interactions entre espèces (AGUIAR & SALA, 1994). Dans les hautes plaines steppiques d'Algérie, une forte pression anthropique et une succession d'années fortement déficitaires en précipitations ont considérablement réduit les surfaces alfatières et les taux de recouvrement (LE HOUEROU, 1985 ; DEBOUZIE *et al.*, 1996). Dans la région d'El Aricha, la notion de touffe d'alfa pose d'ailleurs problème car les touffes sont âgées, circonscrites et fragmentées (BENSID, 1990). Nous n'avons pas observé de régénération naturelle, hors mise en défens des parcelles, les jeunes pousses étant rapidement broutées par les moutons (DJEBAÏLI, 1990). Cette dégradation explique les valeurs anormalement faibles des surfaces moyennes de touffe, environ 500 cm², soit l'équivalent d'un cercle de diamètre égal à 25 cm.

Pour l'armoise *Artemisia herba-alba*, nos résultats soulignent la complexité des structures spatiales et en particulier l'absolue nécessité de séparer les diverses échelles d'hétérogénéité (WIENS, 1989). Ainsi, les valeurs très significatives de l'indice de dispersion n'impliquent pas nécessairement une distribution contagieuse des pieds d'armoise. L'indice de contagion vraie, qui est indépendant des patrons à grande échelle, n'est significatif que dans trois transects sur cinq. Ces structures complètent celles décrites par CHESSEL & DONADIEU (1977) qui observaient,

selon les sites et les communautés, des distributions localement régulières ou réellement contagieuses. FRIEDMAN & ORSHAN (1975) ont suggéré plusieurs mécanismes expliquant la structure horizontale de l'armoise. Les cuvettes constituent des milieux propices à la germination des graines qui se fixent au sol par leur surface mucilagineuse. Ces graines tombent près de la plante mère et celles les plus proches, jusqu'à environ 20 cm, auraient le plus de chances de se développer. Nos mesures entre plus proches voisins conduisent à des distances bien plus élevées, en moyenne 55 à 70 cm, même si les variations entre valeurs individuelles sont très fortes. Comme pour l'alfa, la forte dégradation des sites steppiques liée à un surpâturage doit aussi affecter la régénération de l'armoise.

Les cartographies précises des deux espèces associées à des analyses statistiques révèlent un relatif antagonisme d'implantation de l'alfa et de l'armoise à échelle locale. Les plus proches voisins de l'alfa ou de l'armoise ont tendance à être des individus de la même espèce, compte tenu de leurs structures horizontales individuelles. L'existence d'une ségrégation asymétrique et la démonstration expérimentale d'effets inhibiteurs de l'armoise blanche sur le développement d'autres espèces (FRIEDMAN, ORSHAN & ZIGER-CFIR, 1977) suggèrent que l'armoise pourrait inhiber l'installation de nouvelles touffes d'alfa mais que des graines d'armoise réussiraient à se développer à proximité de touffes d'alfa. Les expériences d'AGUIAR & SALA (1994) en milieu steppique montrent en outre que la présence de touffes d'une espèce peut faciliter la germination et la croissance d'autres espèces, la compétition n'apparaissant qu'à partir d'une certaine taille (PHILLIPS & MacMAHON, 1981). Pour le système armoise-alfa, la démonstration de mécanismes d'interférence nécessite des expérimentations malheureusement impossibles à programmer dans les hautes plaines algériennes depuis plusieurs années.

CONCLUSION

Les études descriptives analysées par plusieurs outils statistiques confirment la distribution régulière de l'implantation des touffes d'alfa et soulignent l'existence d'échelles emboîtées de structuration horizontale de l'armoise blanche. Nos analyses ont aussi montré que les deux espèces interfèrent à échelle locale. La dégradation permanente des nappes alfatières, l'absence de régénération de l'alfa et une probable inhibition de l'armoise sur le développement

de ce dernier, impliquent qu'une fois l'armoise blanche installée dans les hautes plaines steppiques algériennes, il sera très difficile de reconstituer les nappes alfatières.

REMERCIEMENTS

Les travaux rapportés ont été financés par l'Accord-Programme inter-universitaire franco-algérien 89MES 112.

BIBLIOGRAPHIE

- AGUIAR M.R. & SALA O.E. 1994. Competition, facilitation, seed distribution and the origin of patches in a Patagonian steppe. *Oecologia* 70 : 26-34.
- AIDOU D. A. 1989. Contribution à l'étude des écosystèmes pâturés des hautes plaines Algéro-Oranaises (Algérie) : Fonctionnement, évaluation et évolution des ressources végétales. Thèse de Doctorat, Alger.
- BENSID T. 1990. Structures spatiales et interférences entre individus dans deux populations d'alfa (*Stipa tenacissima* L.) et d'armoise blanche (*Artemisia herba-alba* Asso.) vivant dans les hautes plaines steppiques de Tlemcen (Algérie). Thèse Magister, Tlemcen (Algérie).
- CELLES J.C. 1975. Contribution à l'étude de la végétation des confins saharo-constantinois (Algérie). Thèse Doctorat, Université de Nice.
- CHESEL D. 1978. La description non paramétrique de la dispersion des individus d'une espèce. In Legay J.M. & Tomassone R. éd. «Biométrie et Ecologie», p. 45-135. Soc. Fr. Biométrie, Jouy-en-Josas.
- CHESEL D. 1981. The spatial auto-correlation matrix. *Vegetatio* 46 : 177-180.
- CHESEL D. & DE BELAIR G. 1973. Mesure de la contagion vraie en échantillonnage par carrés dans l'analyse des populations végétales. *C. R. Acad. Sc., D* 277 : 1483-1486.
- CHESEL D. & DONADIEU P. 1977. Introduction à l'étude de la structure horizontale en milieu steppique. III. Dispersion locale, densité et niveau d'implantation. *Oecologia Plantarum* 12 : 221-240.

- DEBOUZIE D, BENDJEDID A., BENSID T. & GAUTIER N. 1996. *Stipa tenacissima* aerial biomass estimated at regional scale in an Algerian steppe, using geostatistical tools. *Vegetatio* 124 : 173-181.
- DIXON P. 1994 Testing spatial segregation using a nearest-neighbor contingency table. *Ecology* 75 : 1940-1948.
- DJEBAILI S. 1978. Recherches phytosociologiques et phytoécologiques sur la végétation des Hautes Plaines steppiques et de l'Atlas saharien algériens. Thèse Doctorat, Montpellier.
- DJEBAILI S. 1990. Syntaxonomie des groupements préforestiers et steppiques de l'Algérie aride. *Ecologia Mediterranea* 16 : 231-244.
- FOWLER N. 1986. The role of competition in plant communities in arid and semiarid regions. *Ann. Rev. Ecol. Syst.* 17 : 89-110.
- FRIEDMAN J. & ORSHAN G. 1975. The distribution, emergence and survival of seedlings of *Artemisia herba-alba* Asso in the Negev desert of Israel in relation to distance from the adult plant. *J. Ecol.* 63 : 627-632.
- FRIEDMAN J., ORSHAN G. & ZIGER-CFIR Y. 1977. Suppression of annuals by *Artemisia herba-alba* in the Negev desert of Israel. *J. Ecol.* 65 : 413-426.
- GAOUAR A. 1980. Hypothèses et réflexions sur la dégradation des écosystèmes forestiers dans la région de Tlemcen (Algérie). *Forêt méditerranéenne* 2 : 131-146.
- GREIG-SMITH P. 1952 The use of random and contiguous quadrats in the study of the structure of the plant communities. *Ann. Bot. N. S.* 16 : 293-316.
- KAOURITCHEV I. 1972. Manuel pratique de pédologie. Ed. MIR, Moscou.
- KING T.J. & WOODDELL S.R.J. 1984. Are regular patterns in desert shrubs artefacts of sampling? *J. Ecol.* 72 : 295-298.
- KING T.J. & WOODDELL S.R.J. 1986. Competition amongst desert perennials. *Science* 321 : 122.
- LE HOUEROU H.N. 1981. Impact of man and his animals on Mediterranean vegetation. In Di Castri, F., Goodall, D.W. & Specht, R.L. édés. «Mediterranean-type shrublands», p. 479-521. Elsevier, Amsterdam.
- LE HOUEROU H.N. 1985. La régénération des steppes algériennes. Rapport, Alger, 42 p.
- METRO A. 1947. L'alfa au Maroc. *Revue des eaux et forêts* 7 : 401-413.
- PIELOU E.C. 1961. Segregation and symmetry in two-species populations as studied by nearest-neighbour relationships. *J. Ecol.* 49 : 255-269.
- PHILLIPS D.L. & MacMAHON J.A., 1981. Competition and spacing in desert shrubs. *J. Ecol.* 69 : 97-115.
- POUGET M. 1980. Les relations sol-végétation dans les steppes Sud-Algéroises. *Trav. Doc. ORSTOM*, 556 p.
- POURRAT Y. 1974. Propriétés écophysiologiques associées à l'adaptation d'*Artemisia herba-alba*, plante d'intérêt pastoral, au milieu désertique. Thèse 3^e cycle, Paris.
- WIENS J.A. 1989. Spatial scaling in ecology. *Functional Ecology* 3 : 385-397.

Diversité biologique et phytogéographique des chênaies vertes d'Algérie

Malika DAHMANI-MEGREROUCHE*

RÉSUMÉ

Après un bref aperçu sur la richesse floristique des chênaies vertes d'Algérie, l'auteur envisage respectivement l'analyse de la diversité biologique et phytogéographique.

Cette étude est menée de façon à mettre en évidence, par l'utilisation de spectres bruts et réels, les modifications de la flore le long d'un gradient dynamique : forêt-pré-forêt-matorral-pelouse. Celles-ci se traduisent par une thérophytisation progressive en relation avec la péjoration du climat général mais également avec le climat lumineux induit par le degré d'ouverture des formations végétales. Sur le plan phytogéographique, malgré le maintien d'un certain taux d'endémisme, la tendance est à l'uniformisation et à la banalisation de la flore liées à l'extension des éléments plurirégionaux.

MOTS-CLÉS : Chêne vert, flore, végétation, biologie, phytogéographie

SUMMARY

After a brief overview on the floristic richness of the Algerians holm oak groves, the author consider respectively the analysis of the biological and phytogeographical diversity.

This study is led of manner to stress by the crude and real specter utilization, modifications of the flora along a dynamic gradient : forest-preforest-scrub-grassland.

The former translate into a progressive thérophytisation in relationship the pejoration of the general climate but equally with the luminous climate induced by the degree of training opening vegetable. To the phytogéographic plan, despite the maintenance of a certain rate of endémisme, the tendency is to the standardization and to the trivialization of the flora linked to the extension of pluriregionals elements.

KEYWORDS : holm oak, flora, vegetation, biology, phytogeography

INTRODUCTION

Malgré la vaste superficie occupée par le chêne vert en Algérie, la flore associée aux nombreux groupements organisés par cette essence est encore imparfaitement connue, notamment celle des groupements de dégradation qui restent peu étudiés. Les travaux existants se rapportent, en effet, surtout à des formations de chêne vert forestières.

Il serait pourtant intéressant de suivre l'impact de l'action anthropique ou encore de la péjoration climatique sur la biodiversité (arrivée

ou extension d'espèces nitrophiles, rudérales, pyrophytes, xérophytes,...)

L'analyse de la richesse floristique des différents groupements, de leurs caractères biologiques et chorologiques permettrait de mettre en évidence leur originalité floristique, leur état de conservation et, par conséquent, leur valeur patrimoniale.

La connaissance des particularités biologiques et écologiques des espèces de même que l'identification des facteurs historiques et actuels à l'origine des fluctuations de la flore sont indispensables, à toute action de conservation de la biodiversité.

*Unité de Recherche sur les Ressources Biologiques Terrestres.
BP 812 Alger-Gare - ALGER

L'analyse envisagée ici, ne représente, cependant, qu'une modeste contribution à la connaissance de la diversité floristique, biologique et phytogéographique des chênaies vertes algériennes. L'échantillonnage est, en effet, loin d'être exhaustif. De nombreux sites ne sont pas prospectés et les matorrals septentrionaux notamment ceux de l'algérois n'ont pas été toujours considérés. Les lichens, les bryophytes et les champignons n'ont pas été du tout recensés malgré leur intérêt biologique.

Par ailleurs, pour mieux cerner la dynamique de la flore dans ces formations (disparition ou réduction de l'aire de certaines espèces, nouvelle installation ou extension pour d'autres), une étude diachronique reste à envisager.

CARACTERISATION BIOLOGIQUE

Introduction

Les formes de vie des végétaux représentent un outil privilégié pour la description de la physionomie et de la structure de la végétation. Elles sont considérées, en accord avec la conception de RAUNKIAER (1904-1907), comme une expression de la stratégie d'adaptation de la flore et de la végétation aux conditions de milieu.

ROMANE (1987) met en évidence l'existence d'une bonne corrélation entre les types biologiques et de nombreux caractères phénomorphologiques. Il recommande l'utilisation des spectres biologiques en tant qu'indicateurs de la distribution des autres caractères morphologiques et probablement des caractères physiologiques.

De nombreux travaux ont été ainsi réalisés dans l'optique de mettre en évidence les relations entre la distribution des types biologiques et les facteurs de l'environnement notamment le climat : précipitation, température (RAUNKIAER, 1934 ; DAGET *et al.*, 1977 ; DAGET, 1980 ; DANIN et ORSHAN, 1990), l'altitude, la nature du substrat (FLORET *et al.*, 1990).

Parmi les principaux types biologiques définis par RAUNKIAER, une attention particulière est généralement accordée à la répartition des thérophytes dont la proportion en région méditerranéenne est de l'ordre de 50 % (OLIVIER *et al.*, 1995).

L'approche généralement adoptée consiste à tenir compte de la participation des différents types biologiques à la flore d'une région donnée par leur seule présence. Les proportions ainsi

obtenues sont représentées par un «spectre biologique brut» au sens de RAUNKIAER.

Un autre mode d'expression de la distribution des types biologiques est celui du «spectre biologique réel» (CARLES, 1949) qui pondère la présence des espèces par un paramètre quantitatif de végétation (recouvrement, abondance-dominance, biomasse).

Ce dernier, surtout utilisé pour des études à grande échelle (station, groupement) est plus difficilement généralisable à l'échelle de la région, comme le souligne DAGET (1980). Ceci explique sa faible utilisation lorsqu'il s'agit de considérer la flore d'un grand territoire comme celui de la région méditerranéenne.

Toutefois l'étude de BARBERO *et al.* (1989) sur la variation des différents types éthologiques dans les formations sclérophylles du bassin méditerranéen (bien que n'ayant pas utilisé l'abondance des espèces, par ailleurs disponible) démontre la faisabilité d'une telle approche, pour peu que l'analyse syntaxonomique d'une région donnée soit bien avancée et que les syntaxons soient identifiés par les mêmes méthodes.

Matériel et méthode

Dans le cadre de ce travail, nous avons utilisé les deux types de spectre pour analyser la distribution des différentes formes de croissance au niveau des principales associations végétales individualisées (DAHMANI *et al.*, à paraître) et que nous pouvons considérer comme des unités d'intégration de conditions climatiques, édaphiques et dynamiques précises.

La détermination des types biologiques des 850 espèces répertoriées dans la chênaie verte algérienne, est basée sur la classification de RAUNKIAER (1934). Nous avons, toutefois, tenu compte des révisions effectuées par ELLENBERG *et al.* (1967) notamment en ce qui concerne les chaméphytes. RAUNKIAER proposait la limite 25cm, correspondant à l'épaisseur de la couverture neigeuse pouvant protéger les bourgeons de rénovation de cette catégorie de plante pendant l'hiver. Ce critère n'étant valable qu'en régions tempérées et froides, ELLENBERG *et al.* proposent pour les régions arides et chaudes une limite de 30-50 cm, pouvant atteindre, dans les conditions optimales, les 100 cm.

Par souci de standardisation, ORSHAN (1982) suggère de retenir quelle que soit la région considérée, la limite de 80 cm proposée par WITTAKER (1975).

Dans notre cas, nous lui avons préféré la limite de 50 cm, qui selon nos observations, correspond à la hauteur inférieure de nombreux phanérophytes et rarement dépassée par les chaméphytes.

La difficulté liée à la variation du type biologique de certaines espèces est contournée par l'utilisation du type dominant dans le groupement considéré. Les deux types biologiques sont toutefois mentionnés.

Les formes biologiques ont été utilisées dans leur large acception sans distinction des différentes subdivisions relatives à la variation de la taille, de la morphologie et de la disposition des différents organes. Les lianes ont été intégrées au groupe des phanérophytes *sl.* Cependant, lorsque l'intérêt en est manifeste, nous avons distingué les nanophanérophytes. Les parasites, compte tenu de leur très faible représentativité, ne sont pas individualisés en tant que catégorie spéciale.

Le dénombrement des espèces par types biologiques est effectué sur la totalité des espèces inventoriées dans chaque groupement, y compris les espèces rares (fréquence inférieure à 2 dans notre échantillonnage).

Pour estimer l'impact de l'espèce physiologiquement dominante (chêne vert dans ce cas) sur les autres composantes biologiques d'une phytocénose donnée, nous avons calculé le spectre biologique sans tenir compte de cette dernière. L'exemple du spectre biologique réel établi pour une chênaie forestière : le *Cytiso villosi-Quercetum rotundifoliae* (tableau 2) sans tenir compte du recouvrement du chêne vert, montre, dans l'ensemble, qu'il y a peu de différence dans les distributions des principaux types biologiques avec celle obtenue par le spectre global (avec chêne vert).

Dans la plupart des cas, la comparaison entre groupements est réalisée sur la base du spectre moyen établi pour l'ensemble de l'association (bien que le calcul ait été effectué également pour toutes les sous-associations).

Dans les spectres biologiques réels, le paramètre de pondération utilisé est celui de l'abondance-dominance.

RESULTATS

Spectres biologiques bruts (tableau 1, figure 1)

La répartition des types biologiques dans

les principales structures forestières suit dans l'ensemble, le schéma suivant :

$$\text{Th} \geq \text{He} > \text{Ph} > \text{Ch} > \text{Ge}$$

Dans les matorrals, les chaméphytes sont souvent, en nombre supérieur à celui des nanophanérophytes :

$$\text{Th} > \text{He} > \text{Ch} > \text{NPh} > \text{Ge}$$

Un schéma similaire est observé dans les quelques pelouses étudiées mais bien évidemment, dans des proportions différentes.

Pour tous les types de formations arborées et chaméphytiques, les thérophytes présentent le taux le plus élevé, ce qui témoigne d'une forte action anthropique.

Malgré l'importance des thérophytes, les hémicryptophytes gardent une place particulièrement importante dans les chênaies-cédraies des *Quercu-Cedretalia* (*Cedro atlanticae-Quercetum rotundifoliae juniperetosum oxycedri* (35%) ; *Balansaeo glaberrimae-Quercetum rotundifoliae* (45%) et les chênaies des *Quercetalia ilicis* (*Cytiso villosi-Quercetum rotundifoliae*, *Balansaeo glaberrimae-Quercetum rotundifoliae*, *Festuco triflori-Quercetum rotundifoliae* : 32 à 35%).

Leur taux s'amointrit dans les chênaies forestières thermophiles (*Pistacio lentisci-Quercetum rotundifoliae* : 27% et *Pistacio terebinthi-Quercetum rotundifoliae* : 22%) au profit des phanérophytes notamment lianoïdes qui deviennent particulièrement abondantes dans ces formations ; notons que dans les milieux forestiers et préforestiers riches en hémicryptophytes, le nombre de thérophytes est relativement plus bas.

Une plus grande richesse en hémicryptophytes est également observée dans les matorrals d'altitude ou septentrionaux (30 à 45% : *Sideritido-Cistetum*, *Coronillo-Centaureetum*, *Astragalo-Genistetum*) par rapport à ceux plus xériques et méridionaux (15 à 20% : *Genisto-Rosmarinetum*, *Helianthemogenistetum*,...).

Les chaméphytes sont plus fréquentes dans les matorrals. Leur nombre reste toutefois moins important que celui des thérophytes et des hémicryptophytes sauf en milieu nettement aride comme dans le cas de la chênaie méridionale du Sud d'Aflou (Atlas Saharien), où les chaméphytes jouent le rôle le plus important après les thérophytes.

Les géophytes sont partout les moins bien

Tableau 1
Spectres biologiques bruts

Groupements forestiers	Ph	Ch	He	Ge	Th
<i>Cedro-Quercetum</i>	12	11	34	5	38
<i>Ranunculo-Cedretum</i>	10	14	43	7	26
<i>Balansaeo-Cedretum</i>	15	5	45	7	28
<i>Pistacio terebinthi-Quercetum</i>	20	4	22	8	46
<i>Pistacio lentisci-Quercetum</i>	23	9	27	8	34
<i>Cytiso-Quercetum</i>	17	7	35	7	34
<i>Balansaeo-Quercetum</i>	10	7	35	6	43
<i>Festuco-Quercetum</i>	11	10	33	4	42
Groupements préforestiers					
<i>Calicotomo spinosi-Quercetum</i>	11	9	31	6	43
<i>Calicotomo spinosi-Quercetum genistetosum</i>	22	12	25	12	30
<i>Cisto-Quercetum</i>	10	8	28	5	49
<i>Calicotomo intermediae-Quercetum</i>	18	14	24	8	37
<i>Junipero-Quercetum</i>	10	12	18	3	57
Groupements de matorrals					
<i>Erinaceto-Festucetum</i>	6	20	26	7	41
<i>Helianthemo- Genistetum</i>	26	19	16	4	35
<i>Centaureo-Genistetum</i>	10	9	17	3	61
<i>Genisto-Rosmarinetum</i>	14	19	18	4	44
<i>Sideritido-Cistetum</i>	15	15	30	8	33
<i>Coronillo-Centaureetum</i>	4	13	33	5	44
<i>Coronillo-Centaureetum helianthemetosum</i>	5	10	29	3	52
<i>Helianthemo-Thymetum</i>	6	12	25	7	50
<i>Rosmarino-Stipetum</i>	9	14	17	3	56
<i>Astragalo-Genistetum</i>	9	20	42	8	20
Groupements de pelouses					
<i>Filago-Plantaginetum</i>	5	9	26	3	57
<i>Filago-Plantaginetum thymetosum</i>	3	14	30	3	51
<i>Echinario-Euphorbietum</i>	3	6	15	4	72
<i>Poo-Brometum</i>	5	14	22	0	59
Groupements méridionaux					
Matorral	8	18	13	3	57
Steppe	8	24	16	4	49
Pelouse	2	23	16	5	54

représentées (<10%) avec une légère supériorité dans les formations forestières, préforestières et matorrals par rapport aux pelouses et matorrals xériques (<5%). Leur nature et leur signification sont toutefois différentes selon le cas.

Les pelouses sont essentiellement thérophytiques et hémicryptophytiques. Les nanophanérophytes et chaméphytes n'apparaissent que sporadiquement.

DISCUSSION

Ces observations sont dans l'ensemble conformes à celles de BARBERO *et al.* (1989) pour le Maghreb ainsi que celles de DANIN *et al.* (1990) excepté pour les thérophytes qui, dans notre cas, dominent dans l'ensemble des formations étudiées.

Cette thérophytisation trouverait son origine, d'une part, dans le phénomène d'aridisation

en accord avec les conclusions de SAUVAGE (1961), GAUSSEN (1963), NEGRE (1966), DAGET (1980) et BARBERO *et al.* (1990) qui présentent la thérophytie comme étant une forme de résistance à la sécheresse ainsi qu'aux fortes températures des milieux arides. Ces rigueurs climatiques favoriseraient le développement d'espèces à cycle court au dépend des ligneux, généralement plus exigeants quant aux besoins hydriques et trophiques. L'augmentation des thérophytes en relation avec un gradient croissant d'aridité est également souligné par AIDOU (1983) sur les Hauts-Plateaux algériens.

D'autre part, l'anthropisation intense (défrichage, pâturage,...) que continuent à subir les forêts au Maghreb, se traduit par leur envahissement par les thérophytes, surtout du groupe des *Stellarietea mediae* qui se substituent progressivement au cortège forestier original. Ce qui aboutit à une homogénéisation et une banalisation du cortège floristique de la plupart des formations forestières.

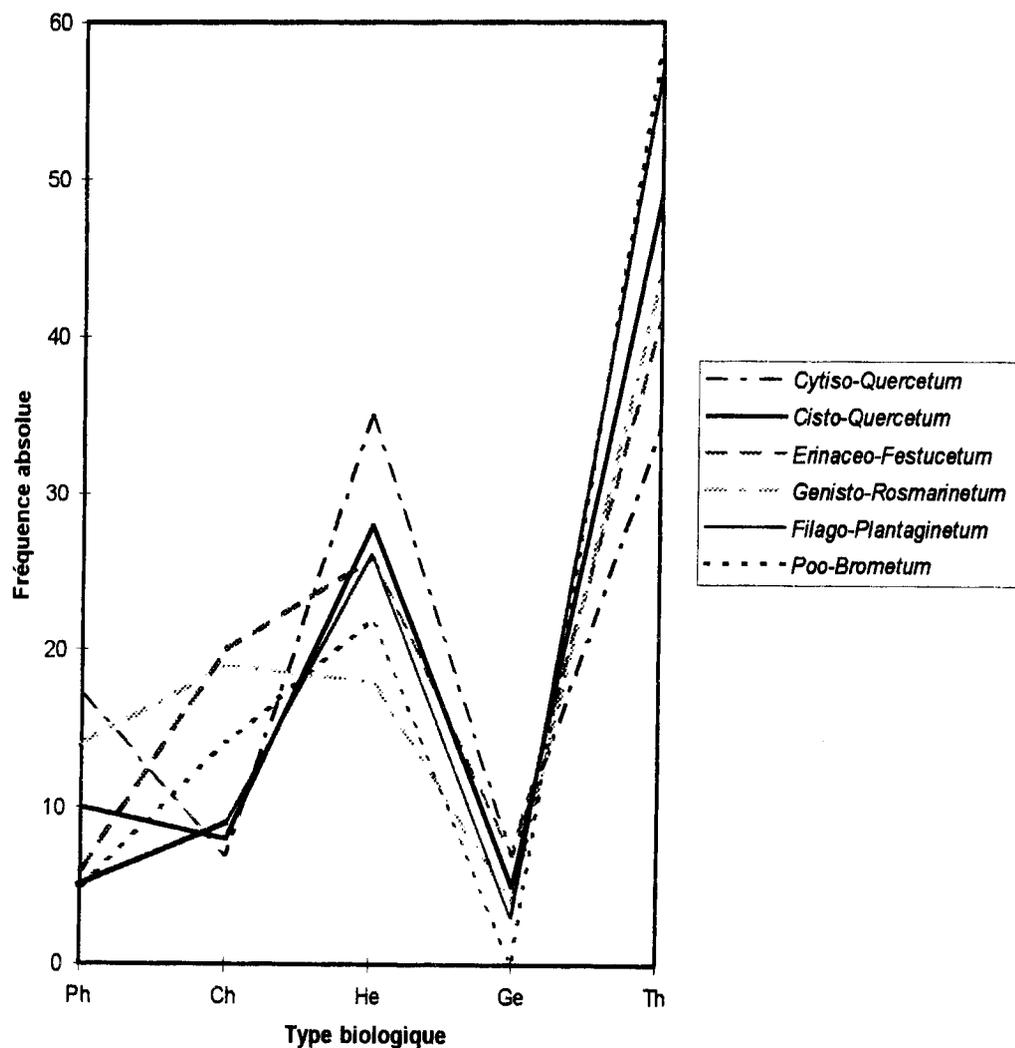


Figure 1.- Spectres biologiques bruts des groupements forestiers, préforestiers, matorrals et pelouses (chaque formation est représentée par un ou deux exemples types).

Cette dualité dans l'origine de l'extension des thérophytes est également relevée par MADON et MEDAIL (sous presse) qui distinguent deux types d'habitats pour les annuelles des pelouses méditerranéennes :

- les habitats xériques où les thérophytes se comportent comme des stress-tolérantes au sens de GRIME (1977).

- les habitats productifs et perturbés où les thérophytes se comportent plutôt comme des rudérales au sens de GRIME (1977).

Notons, cependant, que les espèces rudérales peuvent également apparaître dans les pelouses xériques pour diverses causes (fréquentation, litière des ligneux voisins, etc.)

La double signification de la thérophytie a été abondamment débattue par les auteurs qui l'attribuent :

- soit à l'adaptation à la contrainte du froid hivernal (RAUNKIAER, 1934, OZENDA, 1963) ou la sécheresse estivale (DAGET, 1980 ; NEGRE, 1966)

- soit aux perturbations du milieu par le pâturage, les cultures,... (GRIME, 1977).

En ce qui concerne les hémicryptophytes, bien que présentes en proportions appréciables dans la plupart des formations, elles semblent augmenter en milieu forestier et à haute altitude.

Cette distribution des hémicryptophytes correspond à celle qu'ont décrite BARBERO *et al.* (1989) au Maghreb. Ces auteurs expliquent cette abondance des hémicryptophytes par une plus grande richesse en matière organique en milieu forestier et par l'altitude.

FLORET *et al.* (1990) observent également dans le sud de la France, une plus grande fréquence des hémicryptophytes en zone septentrionale humide sur sols à conditions hydriques favorables.

En réalité, comme pour la plupart des types biologiques, leur signification peut varier en fonction du milieu considéré.

Les chaméphytes sont généralement plus fréquentes dans les matorrals *sl.* et plus spécialement, dans les matorrals alticoles surtout sur calcaire (xéricité édaphique) et les matorrals xériques en situation méridionale. Cette répartition va dans le même sens que celle que FLORET *et al.* (1990) ont décrite en accord avec RAUNKIAER (1934) et ORSHAN *et al.* (1984) et qui considèrent les chaméphytes comme étant mieux adaptées aux basses températures et à l'aridité.

En fait, leur proportion augmente dès qu'il y a dégradation des milieux forestiers car ce type biologique semble être mieux adapté que les phanérophytes à la sécheresse estivale tel que le soulignent DANIN et ORSHAN (1990). Ces derniers expliquent leur régression en région humide par la compétition du couvert forestier qui inhiberait leur développement. En effet, les chaméphytes, étant généralement plus photophiles et plus xérophiles, sont éliminés de ce type de milieu.

Enfin les géophytes sont, dans l'ensemble, les moins bien représentées dans la plupart des formations étudiées. Leur taux est toutefois relativement plus élevé en milieu forestier que dans les pelouses et les zones steppiques où elles disparaissent complètement conformément aux observations de BARBERO *et al.* (1989). Toutefois, en milieu steppique graminéen, le taux de géophytes est augmenté par l'alfa* (*Stipa tenacissima*) qui revêt une toute autre signification dans ce cas. Par contre, la corrélation négative chaméphytes-géophytes suggérée par ces auteurs, n'est pas toujours vérifiée. DANIN et ORSHAN (1990) trouvent également des proportions en géophytes plus importantes en domaine méditerranéen qu'en domaine steppique.

Spectres biologiques réels (tableau 2)

Contrairement aux spectres biologiques bruts, pour lesquels nous observons une allure assez homogène des courbes pour la plupart des formations étudiées, les spectres biologiques réels présentent des proportions très variables en fonction du degré de maturité des structures étudiées.

Les formations forestières (figure 2) sont nettement dominées par les phanérophytes *sl.* (80 à 95% de recouvrement). Les autres formes biologiques représentent un recouvrement inférieur à 15%.

* *Stipa tenacissima* est également considéré comme hémicryptophyte ou chaméphyte par de nombreux auteurs.

Dans les chênaies-cédraies des *Quercetalia* et les chênaies des *Quercetea ilicis*, les hémicryptophytes dominent, en général, sur les thérophytes, les géophytes et les chaméphytes (Ph>He>Th>Ge>Ch) sauf dans le *Pistacio terebinthi-Quercetum rotundifoliae* où l'on note une plus grande abondance de thérophytes plus ou moins nitrophiles (*Urtica membranacea*, *Anthriscus vulgaris*, *Geranium lucidum*, *Stellaria media*,...) en raison d'un impact plus important des troupeaux et des sangliers.

Dans les formations préforestières des *Pistacio-Rhamnetalia* (figure 2) les phanérophytes *sl.* sont de loin les plus abondantes (78-93%). Les géophytes les suivent en deuxième position ; mais il s'agit là, de géophytes différentes de celles rencontrées en milieu plus forestier (*Balansaea glaberrima*, *Cyclamen africanum*, *Epipactis helleborine*,...) Ici, c'est la prolifération d'*Ampelodesma mauritanicum* favorisée par les incendies qui augmente le taux des géophytes.

Notons que dans le *Junipero turbinatae-Quercetum rotundifoliae*, chênaie xérophile sur substrat calcaire de l'Atlas Saharien, les géophytes sont pratiquement absentes.

Dans les formations préforestières, les hémicryptophytes, les thérophytes et les chaméphytes occupent une place moins importante (<5%).

Dans les matorrals (figure 3), nous observons différents types structuraux.

Le *Sideritido incanae-Cistetum cretici* présente un spectre biologique, comparable à celui des chênaies préforestières avec une nette supériorité du recouvrement des phanérophytes notamment des espèces des *Quercetea ilicis* : *Quercus rotundifolia*, *Juniperus oxycedrus*, *Calicotome spinosa*, *Phillyrea augustifolia*, *Lonicera implexa*, *Rhamnus alaternus*,... qui représentent 78% du recouvrement total de la végétation et 87% du total des phanérophytes *sl.* Ceci nous amène à souligner sa position syntaxonomique intermédiaire entre les *Pistacio-Rhamnetalia* et les *Cisto-Thymetalia*.

Le *Genisto microcephalae-Rosmarinetum officinalis* et l'*Helianthemo racemosi-Genistetum atlanticae* présentent également une nette dominance des phanérophytes *sl.* mais à la différence du groupement précédent, les nanophanérophytes des genres *Rosmarinus*, *Globularia*, *Genista*, occupent une position plus importante justifiant leur place parmi les matorrals bien qu'on y note une persistance des phanérophytes des *Quercetea ilicis* (*Quercus*, *Juniperus*,

Tableau 2
Spectres biologiques réels

Groupements forestiers	Ph	Ch	He	Ge	Th
<i>Cedro-Quercetum</i>	89	2	6	1	2
<i>Ranunculo-Cedretum</i>	82	1	7	6	4
<i>Balansaeo-Cedretum</i>	85	0	8	1	7
<i>Pistacio terebinthi-Quercetum</i>	79	1	3	3	14
<i>Pistacio lentisci-Quercetum</i>	93	1	3	2	1
<i>Cytiso -Quercetum</i> (avec chêne vert)	84	1	6	3	7
<i>Cytiso -Quercetum</i> (sans chêne vert)	63	2	14	6	16
<i>Balansaeo-Quercetum</i>	82	1	11	3	3
<i>Festuco-Quercetum</i>	81	1	8	2	9
Groupements préforestiers					
<i>Calicotomo spinosi-Quercetum</i>	78	1	4	15	2
<i>Calicotomo spinosi-Quercetum genistetosum</i>	93	0	2	2	2
<i>Cisto-Quercetum</i>	80	1	3	13	3
<i>Calicotomo intermediae-Quercetum</i>	81	2	1	15	1
<i>Junipero-Quercetum</i>	87	2	1	1	9
Groupements de matorrals					
<i>Erinaceto-Festucetum</i>	4	15	63	12	5
<i>Helianthemo-Genistetum</i>	84	2	1	12	1
<i>Centaureo-Genistetum</i>	12	1	1	78	7
<i>Genisto-Rosmarinetum</i>	82	3	1	13	1
<i>Sideritido-Cistetum</i>	89	3	3	3	1
<i>Coronillo-Centaureetum</i>	51	20	12	5	12
<i>Coronillo-Centaureetum helianthemetosum</i>	3	25	26	11	36
<i>Helianthemo-Thymetum</i>	21	30	11	28	11
<i>Rosmarino-Stipetum</i>	23	9	2	62	3
<i>Astragalo-Genistetum</i>	30	15	22	30	2
Groupements de pelouses					
<i>Filago-Plantaginetum</i>	25	7	24	21	24
<i>Filago-Plantaginetum thymetosum</i>	0	49	13	2	36
<i>Echinario-Euphorbietum</i>	0	12	13	22	52
<i>Poo-Brometum</i>	2	19	49	0	30
Groupements méridionaux					
Matorral	71	4	1	6	17
Steppe	55	11	3	28	3
Pelouse	1	6	29	0	64

Phillyrea, *Pistacia*,...) mais avec un recouvrement beaucoup plus faible (22% du total du recouvrement de la végétation et 27% du recouvrement des phanérophyles *sl.*).

Dans cette catégorie de matorral, les géophytes occupent la seconde position en raison de l'abondance de *Stipa tenacissima*.

La troisième catégorie correspond à des matorrals bas marqués par la prédominance des thérophytes (36%) et des hémicryptophytes (26%). C'est le cas du *Coronillo minimaie-Centaureetum parviflorae helianthemetosum crocei* où nous retrouvons une diversité de petites hémicryptophytes d'altitude (*Asperula*, *Dactylis*, *Festuca*, *Plantago*, *Poa*,...).

Les autres formes biologiques gardent toutefois une place non négligeable dans l'occupation du sol donnant ainsi l'impression d'une structure horizontale en mosaïque fine où co-dominent presque tous les types biologiques.

Cette micromosaïque est également observée dans l'*Helianthemo pilosi-Thymetum munbyani* qui diffère toutefois du groupement précédent par la prépondérance des chaméphytes et des géophytes (représentées essentiellement par l'alfa).

Le quatrième type de matorral se distingue par le plus fort recouvrement des géophytes (60 à 78%) mais, comme nous l'avons souligné dans le cas précédent, ces derniers ne revêtent pas la même signification que pour les groupements forestiers et préforestiers.

Dans ces matorrals des *Cisto-Thymetalia (Rosmarino tournefortii-Stipetum tenacissimae, Centaureo tenuifoliae-Genistetum atlanticae stipetosum tenacissimae* et *Helianthemo-Thymetum*) c'est essentiellement l'alfa qui contribue à la dominance des géophytes.

Le *Coronillo minimaie-Centaureetum parviflorae* est le seul matorral à présenter un

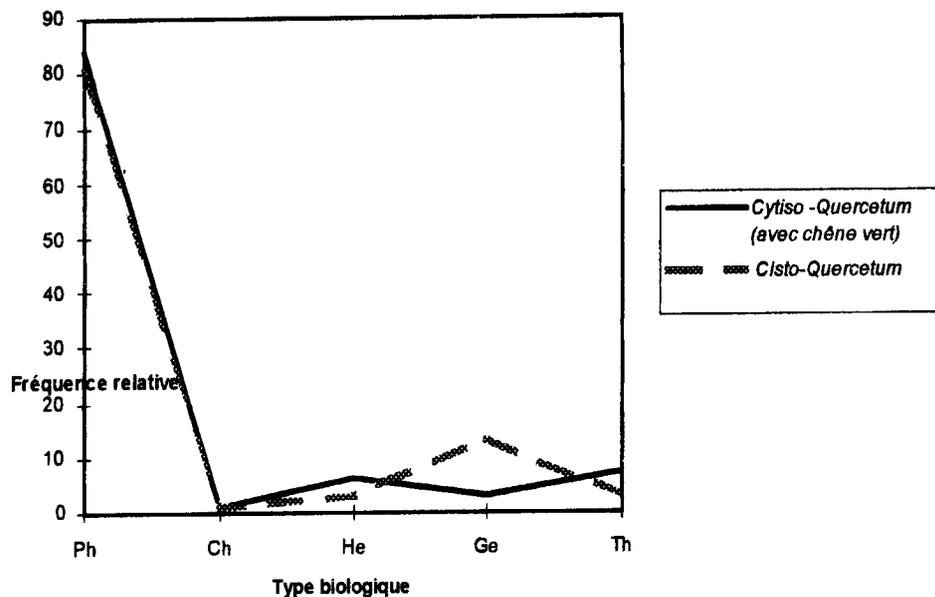


Figure 2.- Spectres biologiques réels des groupements forestiers et préforestiers (chaque formation est représentée par un exemple type).

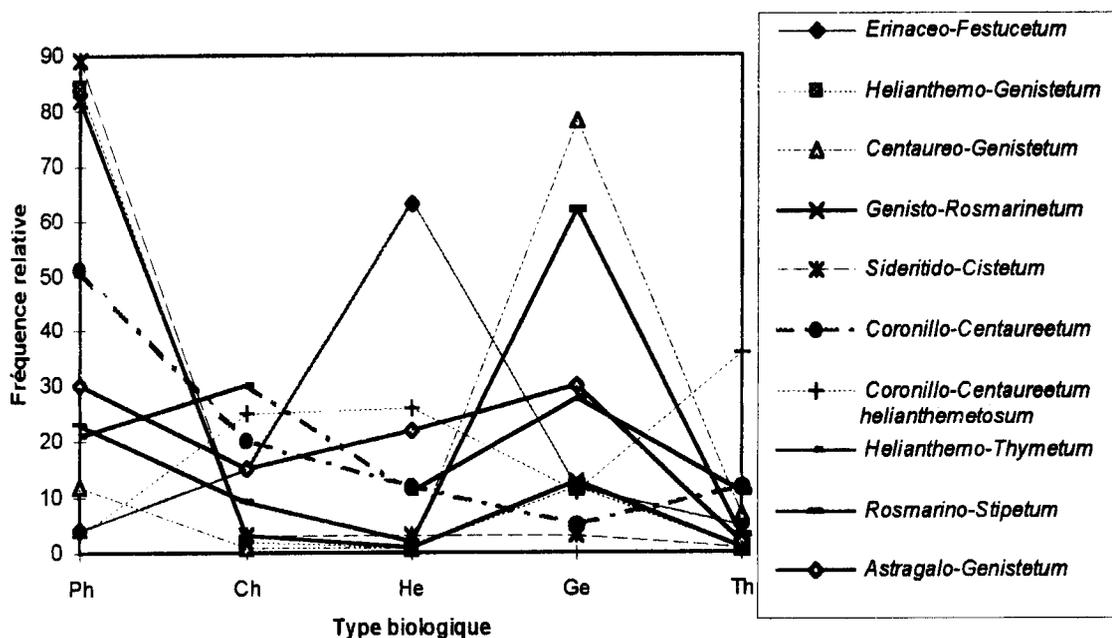


Figure 3.- Spectres biologiques réels des matorrals des *Cisto-Thymetalia* et *Erinacetalia*

spectre de type : $Nph > Ch > He > Th > Ge$, conforme à la conception classique de la structure d'un matorral.

Dans les pelouses septentrionales (figure 4) (*Filago spathulatae-Plantaginetum lagopi*), on note une dominance des thérophytes et des hémicryptophytes (25%).

Les taux élevés des géophytes et des nanophanéphytes sont surtout observés dans la sous-association *ampelodesmetosum mauritanicae*. La sous-association oranaise *thymetosum blecheiriani* se distingue par un recouvrement plus marqué des chaméphytes (notamment celui de *Thymus blecheirianus*) et des thérophytes.

Les pelouses plus xériques telles que l'*Echinario capitatae-Euphorbietum falcatae* sont essentiellement thérophytiques (>50%).

Cette thérophytisation peut s'expliquer, dans ce cas, (contrairement à la situation précédente) par l'aridification du milieu qui ne favorise pas beaucoup le développement des ligneux, très peu représentés ici. Les géophytes qui viennent en deuxième position (22%) sont essentiellement représentées par des espèces anthropiques (*Asphodelus aestivus*).

Le *Poo bulbosae-Brometum rubentis*, observé dans l'Atlas Saharien centro-occidental, représente un autre type de pelouse xérophytique dominé par *Poa bulbosa* (hémicryptophyte) et *Bromus rubens* (thérophyte), deux taxons qui connaissent actuellement une vaste extension de leur aire de répartition. *Atractylis humilis*, également hémicryptophyte épineux, indiquant vraisemblablement la dégradation, occupe une place non négligeable. Géophytes et phanéphytes y sont pratiquement absentes.

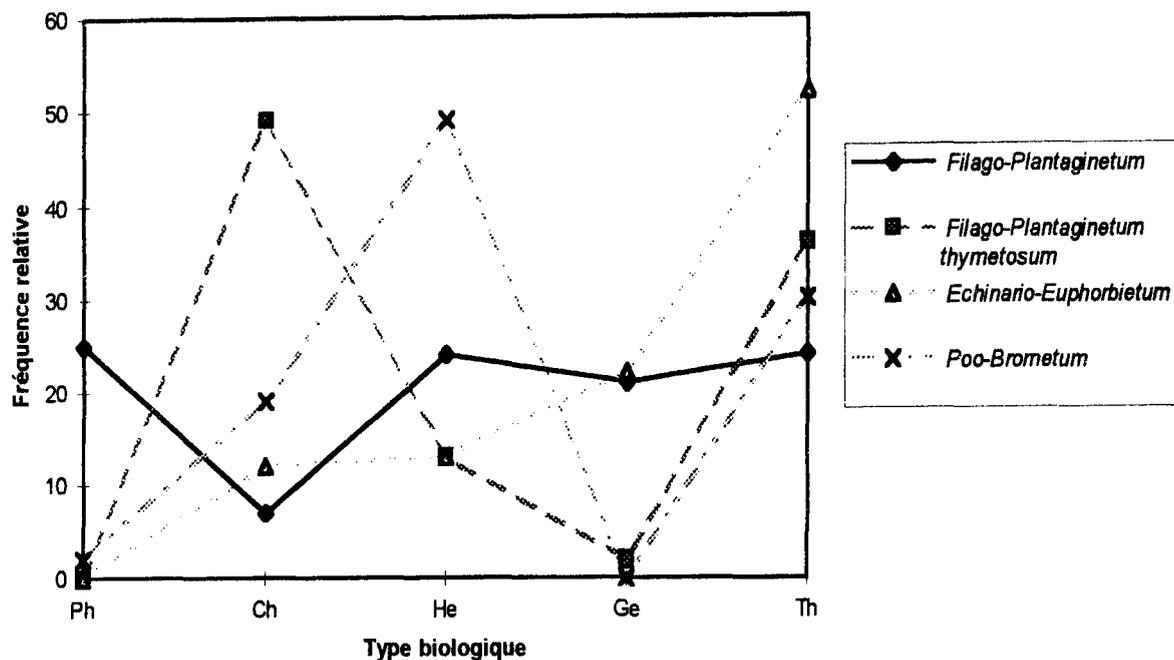


Figure 4.- Spectres biologiques réels des formations herbacées des *Tuberarietea* et *Stellarietea*

En limite méridionale, sur le versant sud de l'Atlas Saharien, des formations que l'on pourrait qualifier de présteppe, correspondant à une steppe buissonnante piquetée d'arbres (genévrier rouge et chêne vert) se caractérisent par différents types de spectres selon l'élément structural considéré.

Les formations arborées ont une structure comparable aux milieux forestiers septentrionaux : Ph>Th>Ge>Ch>He. Les hémicryptophytes y sont, toutefois, plus rares.

Les formations steppiques sont dominées par les nanophanérophytes (55%) (genévrier rouge buissonnant) et les géophytes (30%, alfa). Les thérophytes y jouent un rôle négligeable (3%).

Les formations herbacées sont surtout à base de thérophytes (65%) et d'hémicryptophytes (30%) notamment du genre *Plantago*.

Nous retrouvons là, à l'échelle d'une station, un schéma comparable dans ses grandes lignes, à celui observé le long d'un gradient spatial d'aridité Nord-Sud. Mais, dans ce cas, la variation du taux de thérophytes est liée au degré d'ouverture de la végétation et à la compétition interspécifique.

Le même raisonnement est valable lorsqu'on compare la proportion de thérophytes dans les forêts septentrionales et celle des clairières correspondantes.

DISCUSSION ET CONCLUSION

L'observation majeure qui ressort de l'ana-

lyse des spectres biologiques réels, est la faible place qu'occupent les thérophytes dans le recouvrement du sol en milieu forestier, préforestier et de matorral (<10%) malgré leur abondance numérique démontrée par les spectres biologiques bruts. Ceci pourrait signifier que ces espèces, favorisées par l'action anthropique et à pouvoir envahissant très élevé (de stratégie r au sens de PIANKA (1970) ou R au sens de GRIME (1977) ne constituent pas encore des populations importantes pour arriver par compétition à se substituer complètement à la flore originelle. La plupart de ces espèces sont en effet, simplement présentes, sauf dans quelques situations fortement soumises aux actions anthropiques. DAGET *et al.* (1977) soulignent à ce propos que «souvent les thérophytes sont de nombreuses espèces rares.»

Par comparaison aux groupements forestiers décrits par ZERAIA (1981, *in* BARBERO *et al.* 1989) le nombre de thérophytes a été certes multiplié par 3 ou 4, mais cela n'a pas pour autant modifié leur ambiance sylvatique qui se retrouve encore de nos jours.

Malgré un taux, dans l'ensemble, élevé du nombre de thérophytes, on note toutefois une diminution relative de ce dernier en allant des pelouses (50-70%) vers les formations forestières (25-50%). L'expression de leur taux de recouvrement dans les différents groupements indique la même régression : 25 à 50% de recouvrement dans les pelouses contre 10 à 15% en milieu forestier et préforestier.

Pour un même type de structure de végétation, les matorrals par exemple, le taux de thérophytes en bioclimat aride et semi-aride

inférieur (*Rosmarino-Stipetum*, *Centaureo-Genistetum stipetosum*) est plus élevé (50 à 60 %) qu'en bioclimat semi-aride supérieur et sub-humide (*Sideritido-Cistetum* ; *Astragalo-Genistetum* : 20 à 30%).

Cette relation avec le climat est, par contre, moins évidente lorsque l'importance de ces mêmes thérophytes est traduite par leur recouvrement.

Le bioclimat général ne semble pas alors discriminant puisque des groupements du sub-humide (*Astragalo-Genistetum*) et ceux de l'aride et du semi-aride (*Rosmarino-Stipetum*) sont caractérisés par le même recouvrement en thérophytes (près de 5%).

Dans ce cas, l'importance relative des thérophytes semble être plutôt liée au degré d'ouverture des formations végétales. Celles à couvert phanérophytique dominant (*Sideritido-Cistetum*) présentent le plus faible recouvrement des thérophytes (1%) alors que celles pour lesquelles, le taux de phanérophytes est négligeable (3%) : *Coronillo-Centaureetum helianthematosum*, le recouvrement des thérophytes est nettement plus élevé (35%). Ce degré d'ouverture traduirait indirectement la situation microclimatique du groupement et en particulier le climat lumineux. De la même manière, FLORET *et al.* (1992) expliquent les modifications (après coupe des taillis de chêne vert), de la composition floristique et du cycle biologique des espèces par l'accroissement de la luminosité au niveau des strates basses.

Cette observation rejoint celle de RAUNKIAER (1934) pour qui le taux de thérophytes diminue lorsque l'humidité de la station augmente, autrement dit «quand l'exubérance de la végétation augmente» (DAGET, 1980). DAGET explique le rôle de l'ouverture par un apport maximal de radiation à la surface du sol, qui se traduit par un bilan thermique particulier.

La diminution des thérophytes en zones humides est de la même manière interprétée par DANIN et ORSHAN (1990) comme étant la résultante de l'augmentation du couvert des espèces persistantes et surtout des phanérophytes. Ces auteurs estiment, par ailleurs, que l'effet d'ombre lié au couvert végétal pourrait être mieux exprimé par des analyses basées sur les recouvrements des espèces. C'est effectivement ce que traduisent nos spectres biologiques réels.

Nous pouvons ainsi retenir avec DAGET (1980) que le taux de thérophytes est lié quels

que soient l'échelle de l'analyse et le niveau de perception adopté, à l'ouverture de la végétation et à l'humidité globale du milieu.

Les hémicryptophytes gardent une place importante en milieu forestier et dans les matorrals alticoles aussi bien par leur nombre que par leur recouvrement.

De la même manière, les chaméphytes apparaissent comme plus liés aux matorrals où ils présentent, également, le plus fort recouvrement.

Les géophytes sont certes moins diversifiées en milieu dégradé mais elles peuvent dans certains cas de représentation à tendance monospécifique (surpâturage, répétition d'incendies), s'imposer par leur recouvrement.

CARACTERISATION PHYTOGEOGRAPHIQUE

Introduction

La dernière décennie est marquée par l'intérêt particulier porté à la connaissance de la flore, à ses caractéristiques biologiques, chorologiques, écologiques, à son adaptation aux fluctuations du climat ainsi qu'à l'influence des activités humaines.

Dans ce contexte mondial de préservation de la biodiversité, l'étude de la flore du bassin méditerranéen présente un grand intérêt compte tenu de sa grande richesse floristique, son fort taux d'endémisme, sa diversité liée à l'hétérogénéité des facteurs historiques, paléogéographiques, paléoclimatiques, écologiques et géologiques qui la déterminent ainsi qu'à l'impact séculaire de la pression anthropique (QUEZEL *et al.*, 1980 ; QUEZEL 1983, 1984, 1995 ; HEYWOOD, 1995,...).

Pour OLIVIER *et al.* (1995), cette étude constituerait «un véritable modèle pour interpréter les phénomènes de régression,... et pour étudier l'adaptation de la végétation aux pratiques rurales intensives.» Elle constitue, également une base essentielle à toute tentative de conservation (QUEZEL, 1991).

Notre contribution à la connaissance de la diversité floristique de l'Afrique du Nord, se fait à travers l'étude des groupements végétaux en tant qu'indicateurs biologiques permettant le recensement des taxons d'une région donnée tout en les situant dans leur contexte historique, écologique et social.

Il est connu, en effet, que le patrimoine phytogénétique des populations est susceptible de varier selon les communautés en cause (GEHU et BOURNIQUE 1986 *in* GEHU, 1995).

Éléments chorologiques et spectre phytogéographique global

La répartition des taxons inventoriés est déterminée à partir de la Flore de l'Algérie (QUEZEL et SANTA, 1962-1963), de la Flore du Sahara (OZENDA, 1977) de la Flore de la Tunisie (POTTIER-ALAPETITE, 1979-1981) de la Flora d'Italia (PIGNATTI, 1982), de la Flore de France, de la Corse et des contrées limitrophes (COSTE et FLAHAULT, 1974) ainsi que du Catalogue des plantes vasculaires des Bouches-du-Rhône (MOLINIER et col., 1981). Des incertitudes subsistent pour certaines espèces qui connaissent actuellement une extension de leur aire de répartition ou encore dont la chorologie est controversée.

Comme pour les types biologiques, la participation des différents éléments phytogéographiques à la flore d'une région donnée, est appréciée en tenant compte, d'une part, de leur seule présence (spectre phytogéographique brut) et d'autre part, de leur abondance-dominance (spectre phytogéographique réel).

La flore de la zone d'étude compte environ 900 taxons soit 29% de la flore algérienne. Ils appartiennent à 66 familles et 348 genres ce qui représente près de la moitié (51%) des familles présentes dans la flore d'Algérie et environ 36% des genres (tableau 3).

Les familles les mieux représentées sur les plans génériques et spécifiques sont les Astéracées, les Poacées, les Brassicacées, les Fabacées, les Apiacées, les Lamiacées, les Caryophyllacées et les Liliacées. Ce sont globalement les mêmes qui ressortent de l'étude de la flore du Sud-Oranais (BOUZENOUNE, 1984) et du Tell oranais (AIME, 1991).

De nombreuses autres familles sont monogénériques et parfois même monospécifiques.

Sur le plan phytogéographique, cette flore est constituée par un ensemble hétérogène d'éléments de diverses origines, méditerranéenne, septentrionale et (à un degré moindre) méridionale.

QUEZEL (1983) explique cette importante diversité biogéographique de l'Afrique méditerranéenne par les modifications climatiques durement subies par cette région depuis le Miocène et qui ont entraîné des migrations de flores

tropicales et extratropicales dont on retrouve actuellement quelques vestiges.

Sa localisation géographique, charnière entre les blocs Gondwanien dont elle fait partie et Laurasien, a contribué à la mise en place de cette flore. L'origine de la flore méditerranéenne actuelle est à rechercher « au niveau des taxa réputés xérophiles » (QUEZEL, 1995) parmi lesquels se retrouvent des éléments méridionaux (KOENIGUER, 1974) intégré à l'élément africain xérophile (Myrtacée, Oleacée, Rhamnacée,...) et des éléments autochtones (ARAMBOURG *et al.* 1953) : *Pinus*, *Juniperus*, *Quercus*, *Cedrus*, *Tetraclinis*, *Arbutus*, *Cistus*,... dont l'importance s'accroît au Pliocène (MEDUS et PONS, 1980).

Bien que l'inventaire de la flore et de la végétation ait bien progressé ces dernières décennies en Afrique du Nord, leur connaissance reste fragmentaire et incomplète surtout en Algérie où l'on dispose, la plupart du temps, de données trop anciennes, ne rendant pas compte de la réalité actuelle. QUEZEL (1991) dresse un bilan de la situation de la flore, notamment arborée et des structures de végétation plus particulièrement celles du Maroc qui restent les mieux connues.

L'analyse du spectre phytogéographique global (tableau 4) établi pour la zone d'étude, montre, conformément aux observations de QUEZEL (1983), que :

L'élément méditerranéen autochtone *sl.* est de loin le plus important (63%). Il est représenté à 44% par des thérophytes et à 23% par des ligneux (phanérophytes et chaméphytes).

Le taux d'endémisme y est, par contre, relativement plus faible (11%). C'est le taux indiqué également pour la Corse (GAMISANS *et al.*, 1995).

Les autres sont des endémiques Nord-africains *sl.* Les endémiques Ouest algériens et surtout algéro-marocains sont plus nombreux (21%) que les algéro-tunisiens (9%).

LE HOUEROU (1995) signale également pour les steppes algériennes un enrichissement de la flore d'Ouest en Est. Selon cet auteur, «cette limite floristique passant au niveau du méridien de Greenwich (0°), correspondrait à une frontière climatique caractérisée par des maximums moyens de janvier très élevés».

Il s'agit d'un endémisme surtout générique (67 genres endémiques) et spécifique ou

Tableau 3
Composition en familles, genres et espèces de la flore

Familles	Genres	Espèces	Familles	Genres	Espèces
Acéracées	1	4	Iridacées	2	3
Anacardiacees	1	3	Juncacées	1	2
Apiacées	23	46	Lamiacées	19	47
Apocynacées	1	1	Liliacées	14	23
Aquifoliacées	1	1	Linacées	1	7
Aracées	1	1	Malvacées	2	2
Arécacées	1	1	Myrtacées	1	1
Aristolochiacées	1	3	Oléacées	4	5
Astéracées	54	123	Orchidacées	5	7
Berberidacées	1	1	Papavéracées	1	4
Boraginacées	9	15	Pinacées	2	2
Brassicacées	30	58	Plantaginacées	1	8
Campanulacées	3	3	Plumbaginacées	1	1
Caprifoliacées	2	5	Poacées	39	78
Caryophyllacées	16	43	Polygalacées	1	3
Chénopodiacees	2	2	Polygonacées	1	4
Cistacées	5	24	Polypodiacees	2	2
Crassulacées	2	9	Primulacées	5	5
Cucurbitacées	1	1	Ranunculacées	7	15
Cupressacées	2	3	Résédacées	2	4
Cypéracées	2	6	Rhamnacees	1	2
Dioscoréacées	1	1	Rosacées	10	17
Dipsacacées	2	6	Rubiacees	6	13
Ephédracées	1	3	Rutacées	1	1
Ericacées	2	2	Santalacées	2	2
Euphorbiacées	2	11	Saxifragacées	1	3
Fabacées	28	111	Scrophulariacées	10	19
Fagacées	1	4	Sélaginellacées	1	1
Fumariacées	1	3	Théligonacées	1	1
Gentianacées	2	2	Thymélaeacées	2	3
Géraniacées	2	13	Urticacées	1	1
Globulariacées	1	1	Valérianacées	4	7
Hypéricacées	1	3	Violacées	1	4

Tableau 4
Spectre phytogéographique global

Type phytogéographique	Fréq. absolue	%
Méditerranéen	532	63
Endémique	104	12
Eurasiatique	54	7
Euro-Méditerranéen	42	5
Pluri-régional	45	5
Européen	37	4
Méditerranéo-Saharien	12	1
Boréal	11	1
Méditerranéo-Irano-Touranien	9	1
Tropical	1	0

Tableau 5
Répartition des éléments phytogéographiques en fonction des types biologiques

Type phytogéographique	Ph %	Ch%	He%	Ge%	Th%
Méditerranéen	13(71)	10(53)	26(140)	6(32)	44(236)
Endémique	11(11)	22(23)	38(39)	3(3)	27(28)
Eurasiatique	7(4)	6(3)	46(25)	9(5)	32(17)
Euro-Méditerranéen	2(1)	10(4)	26(11)	7(3)	55(23)
Pluri-régional	-	-	31(14)	4(2)	64(29)
Européen	14(5)	3(1)	38(14)	8(3)	38(14)
Méditerranéo-Saharien	-	25(3)	17(1)	-	67(8)
Boréal	-	-	82(9)	9(1)	9(1)
Méditerranéo-Irano-Touranien	-	-	11(1)	-	89(8)

() = fréquence absolue

infraspécifique. QUEZEL (1983) signale, en effet, que la région circum-méditerranéenne, malgré son extrême richesse floristique et en endémiques, ne possède toutefois aucune famille particulière.

Sur le plan biologique (tableau 5), les endémiques sont abondantes parmi les hémicryptophytes (38%) contre seulement 27% de thérophytes bien que ces dernières soient plus nombreuses dans la flore globale.

Parmi les phanérophytes et chaméphytes, les endémiques sont également assez nombreuses (34%) et les géophytes plutôt rares (3%).

L'élément irano-touranien joue un rôle négligeable (1%) en raison, sans doute, de la faible influence steppique subie par les groupements étudiés. Mais, déjà QUEZEL (1983) signalait que cette flore est actuellement assez mal représentée en Afrique septentrionale (une quarantaine de taxons seulement). Il présente également un faible taux dans les groupements steppiques du Sud-Oranais (AIDOU, 1984 ; BOUZENOUNE, 1984). LE HOUEROU (1995) les évalue à 11% pour la steppe aride d'Afrique du Nord.

L'élément tropical n'est pas du tout représenté bien qu'il semble occuper une place appréciable en Afrique septentrionale. La rareté des espèces tropicales est également soulignée par LE HOUEROU (1995) dans les steppes constantinoises et algéroises en raison des basses températures hivernales dans ces régions ; c'est ce même facteur qui pourrait expliquer leur absence dans nos groupements.

La faible présence de l'élément saharo-méditerranéen (1%) montre la faible influence saharienne, perceptible uniquement au niveau des groupements de la frange sud de l'Atlas Saharien.

Le complexe septentrional qui se serait installé surtout à la faveur des phases glaciaires pléistocènes (QUEZEL 1983, 1995) réunit les éléments européens et eurasiatiques* (10%) et boréaux (1%) dont l'importance est limitée aux zones montagneuses et humides. L'élément boréal, compte tenu de ses exigences écologiques particulières, joue un rôle encore plus discret au niveau de nos groupements.

Caractérisation phytogéographique des groupements

La grande plasticité écologique (climatique et édaphique) du chêne vert en Algérie lui permet d'organiser une grande variété de structures de végétation ou d'y participer comme le montre l'analyse phytosociologique (DAHMANI *et al.* à paraître). Mais beaucoup d'entre elles sont très perturbées et ne sont plus représentées que par des matorrals.

Spectres phytogéographiques bruts (tableau 6)

Le cortège floristique des groupements forestiers des *Quercu-Cedretalia* et des *Quercetalia ilicis* est constitué surtout par des éléments méditerranéens *sl.* (60 à 70%) appartenant à tous les types biologiques.

Les endémiques viennent en deuxième position (8-15%). Elles sont représentées essentiellement par les hémicryptophytes liées soit une ambiance forestière tels que *Festuca triflora*, *Bupleurum montanum*, *Geranium atlanticum*, *Phlomis bovei*, *Stachys mialhesi*, *Viola munbyana*,... ou encore à l'altitude (*Ammoides atlantica*, *Arabis pubescens*, *Carum montanum*, *Festuca atlantica*, *Silene atlantica*,...).

* La chorologie de certains taxons, attribués à cet élément, reste à préciser en raison des divergences constatées entre les différentes flores consultées et de l'extension actuelle de l'aire d'autres taxons.

Tableau 6
Spectres phytogéographiques bruts

Groupements forestiers	Med	Med-Sah	Eur-Med	Ir-Tour	Eur	Trop	End	Bor	Eur-Asi	Plur
<i>Cedro-Quercetum</i>	60	1	5	0	6	0	14	2	4	8
<i>Ranunculo-Cedretum</i>	63	0	4	0	8	0	8	2	9	7
<i>Balansaeo-Cedretum</i>	63	0	3	0	8	0	8	2	8	7
<i>Pistacio terebinthi-Quercetum</i>	62	0	4	1	5	0	5	1	12	11
<i>Pistacio lentisci-Quercetum</i>	68	0	3	0	5	0	8	1	7	7
<i>Cytiso-Quercetum</i>	61	0	4	0	7	0	10	2	8	8
<i>Balansaeo-Quercetum</i>	64	0	6	1	6	0	9	1	7	6
<i>Festuco-Quercetum</i>	63	0	8	0	6	0	8	1	10	4
Groupements préforestiers										
<i>Calicotomo spinosi-Quercetum</i>	63	0	7	0	5	0	11	0	8	6
<i>Calicotomo spinosi-Quercetum genistetosum</i>	79	0	4	1	3	0	4	0	3	6
<i>Cisto-Quercetum</i>	65	0	8	1	4	0	9	1	6	6
<i>Calicotomo intermediae-Quercetum</i>	69	0	4	1	2	0	12	2	4	7
<i>Junipero-Quercetum</i>	68	0	4	2	3	0	9	0	9	5
Groupements de matorrals										
<i>Erinaceto-Festucetum</i>	62	1	7	0	3	0	9	1	13	3
<i>Helianthemo-Genistetum</i>	75	1	4	1	2	0	10	0	4	3
<i>Centaureo-Genistetum</i>	73	0	5	4	2	1	4	0	5	7
<i>Genisto-Rosmarinetum</i>	73	1	4	1	3	0	12	0	3	4
<i>Sideritido-Cistetum</i>	67	1	4	1	6	0	11	1	6	5
<i>Coronillo-Centaureetum</i>	65	0	8	2	5	0	10	0	6	3
<i>Coronillo-Centaureetum helianthemetosum</i>	70	0	5	1	4	0	8	0	8	4
<i>Helianthemo-Thymetum</i>	73	0	6	2	4	0	6	0	6	5
<i>Rosmarino-Stipetum</i>	63	2	5	3	4	1	11	0	7	4
<i>Astragalo-Genistetum</i>	63	0	5	0	8	0	16	0	6	2
Groupements de pelouses										
<i>Filago-Plantaginetum</i>	71	0	6	2	3	0	7	0	5	6
<i>Filago-Plantaginetum thymetosum</i>	77	0	4	1	3	0	7	1	3	3
<i>Echinario-Euphorbietum</i>	71	2	7	3	2	1	5	0	5	3
<i>Poo-Brometum</i>	61	2	6	3	2	1	13	0	6	3
Groupements méridionaux										
Matorral	67	2	5	0	0	2	11	0	5	8
Steppe	67	6	4	2	0	0	8	0	6	8
Pelouse	67	3	3	0	0	2	10	0	5	10

Parmi les endémiques, on trouve également quelques géophytes (*Balansaea glaberrima*, *Cyclamen africanum*) et chaméphytes (*Doronicum atlanticum*, *Chrysanthemum fontanesii*, *Origanum floribundum*, *Teucrium pseudo-scorodonia*,...). Parmi ces espèces, certaines sont assez rares comme *Carum* ou *Silene*.

Les thérophytes y sont également très rares (*Anarrhinum pedatum*, *Valerianella pomelii*) Le *Pistacio terebinthi-Quercetum rotundifoliae* qui apparaît comme le groupement forestier le plus anthropisé est aussi le plus pauvre en endémiques.

Les plus riches en endémiques sont, en fait, les groupements les mieux conservés comme le *Cytiso villosi-Quercetum rotundifoliae*, le *Balansaeo glaberrimae-Quercetum rotundi-*

foliae et à un degré moindre le *Festuco triflori-Quercetum rotundifoliae*.

Les éléments eurasiatiques et euroméditerranéens sont moins bien représentés dans les groupements des *Quercetalia ilicis* que dans ceux des *Quercetalia Cedretalia*. L'élément européen y apparaît avec les mêmes proportions. L'élément boréal, quant à lui, est faiblement représenté dans ces groupements.

Dans les groupements préforestiers des *Pistacio-Rhamnetalia* (figure 5), nous retrouvons, dans l'ensemble, la même distribution des différents éléments floristiques. Les méditerranéennes *sl.*, de loin les plus abondantes, sont bien représentées dans tous les types biologiques.

Les endémiques sont moins nombreuses en milieu ouvert (*Calicotomo spinosi-Quercetum rotundifoliae genistosum atlanticae*). Dans les autres groupements, les hémicryptophytes sont fréquentes. C'est le cas, notamment dans le *Calicotomo spinosi-Quercetum rotundifoliae* et à un degré moindre, dans le *Cisto salvifolii-Quercetum rotundifoliae* où les endémiques correspondent, bien qu'en faibles proportions, à des vestiges de taxons plus abondants en milieu forestier.

Leur nombre diminue encore dans le *Calicotomo intermediae-Quercetum rotundifoliae* au profit des nanophanérophytes des genres *Rosmarinus*, *Genista*, *Cistus* et des chaméphytes (*Fumana*, *Thymus*, *Teucrium*) plus héliophiles.

En zone plus xérique, dans le *Junipero turbinatae-Quercetum rotundifoliae*, le nombre des endémiques augmente au niveau des thérophytes.

L'élément euro-méditerranéen est plus abondant au niveau des taillis septentrionaux ; il en est de même pour l'élément européen. Inversement, l'élément irano-touranien est relativement plus présent dans ceux du semi-aride plus proches des régions steppiques.

Les matorrals (figure 5) sont très diversifiés en fonction de leur localisation géographique et de leur état dynamique, mais dans leur cortège floristique, l'élément méditerranéen est globalement prépondérant (60 à 75 %), suivi par les endémiques (5 à 15%). Les proportions des autres éléments phytogéographiques notamment euro-méditerranéens, eurasiatiques et européens sont toujours inférieures à 8%. Celles des saharoméditerranéens et irano-touraniens sont encore plus faibles, excepté en limite méridionale où l'on note une augmentation sensible de l'influence saharienne.

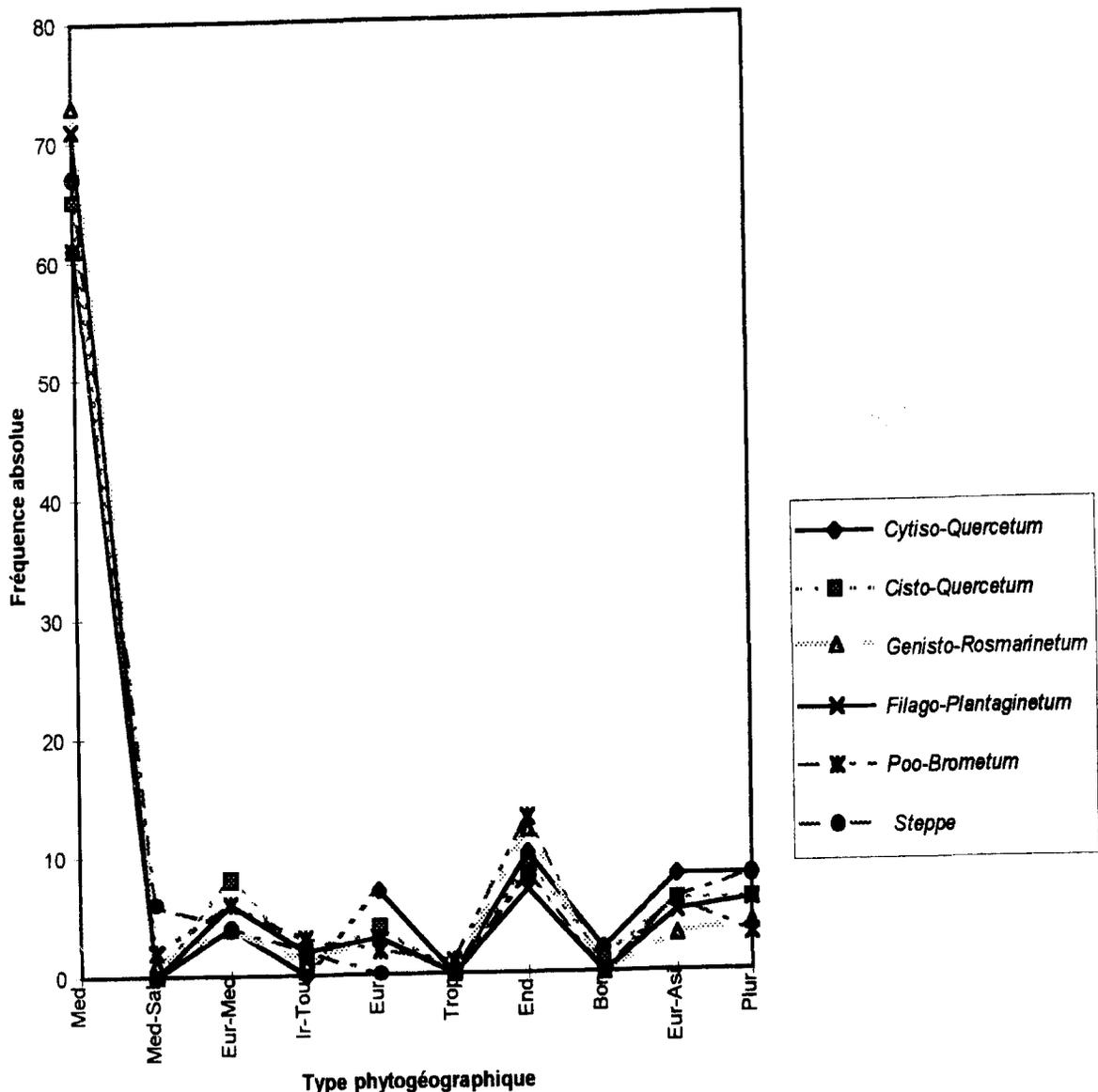


Figure 5.- Spectres phytogéographiques bruts des groupements forestiers, préforestiers, matorrals et pelouses (chaque formation est représentée par un exemple type).

Parmi les taxons endémiques, nous retrouvons, dans les matorrals assez denses, en conditions mésoclimatiques plus favorables, un certain équilibre entre les hémicryptophytes (*Ammoides*, *Arabis*, *Bupleurum*, *Galium*, *Festuca*,...), les chaméphytes (*Centaurea*, *Catananche*, *Astragalus*, *Fumana*, *Thymus*) et les nanophanérophytes (*Cistus*, *Genista*, *Rosmarinus*,...).

Le nombre d'endémiques parmi les thérophytes (*Alyssum*, *Anacyclus*, *Silene*, *Valerianella*,...) semble augmenter en situation plus aride, au contact de la steppe.

Dans les matorrals bas et plus ouverts, les hémicryptophytes citées ci-dessus sont remplacées par des taxons épineux des genres *Carthamus*, *Picris*,...

Les matorrals de l'Oranie sont moins riches en endémiques, probablement en raison de leur dégradation plus poussée et des conditions climatiques plus arides. Les endémiques qui subsistent sont surtout des chaméphytes et des nanophanérophytes.

Notons également qu'au niveau de l'*Erinaceto-Festucetum*, l'élément eurasiatique est encore assez bien représenté.

Les pelouses ont été trop peu abordées dans ce travail pour pouvoir autoriser des conclusions fiables. Cependant, il semble à l'analyse de la figure 5 qu'elles soient comme toutes les autres structures de végétation constituées essentiellement d'espèces méditerranéennes (60 à 75%). Les endémiques y représentent le taux le plus faible (<7%). Leur pourcentage est légèrement augmenté dans le *Poo bulbosae-Brometum rubentis* en raison d'une forte présence d'espèces herbacées (*Nardurus*, *Alyssum*, *Silene*, etc.). Dans ce groupement, la participation des méditerranéo-irano-touraniens est également plus élevée.

Spectres phytogéographiques réels (tableau 7 et figure 6)

La disproportion entre les éléments phytogéographiques dominants (méditerranéens et endémiques) dans la flore étudiée et les autres, est encore plus marquée lorsque leur participa-

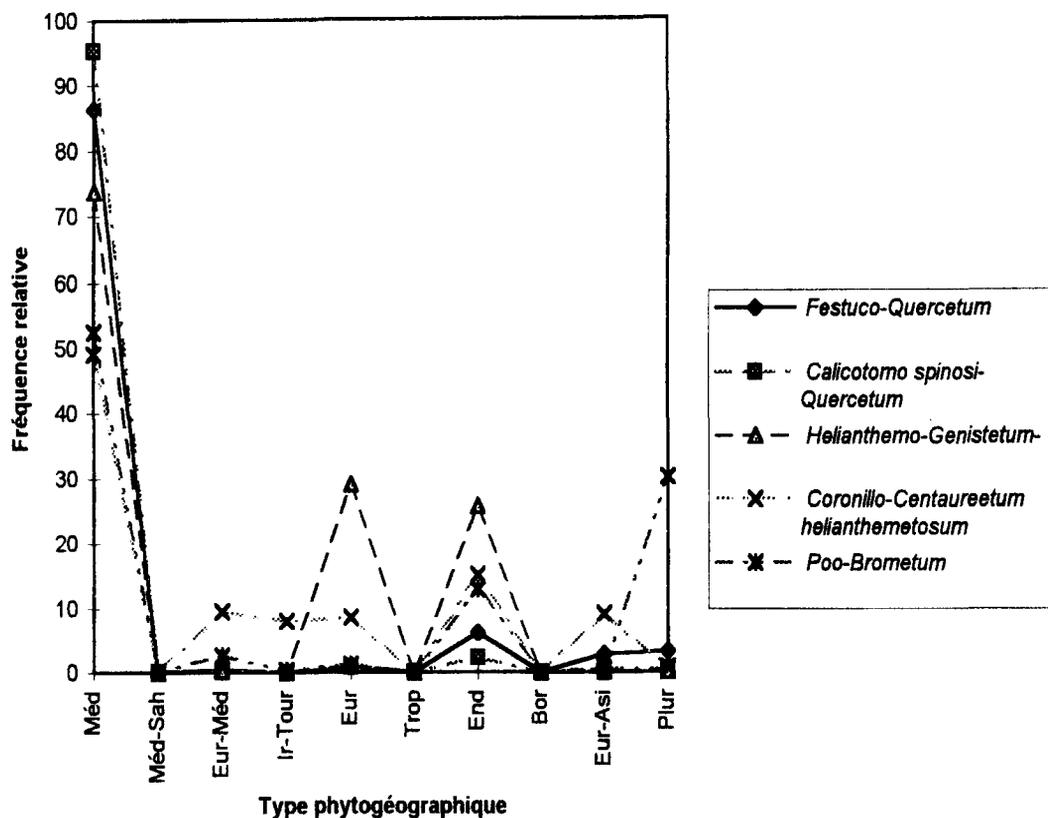


Figure 6.- Spectres phytogéographiques réels des groupements forestiers, préforestiers, matorrals et pelouses (chaque formation est représentée par un exemple type).

tion est exprimée par leur abondance-dominance, autrement dit leur recouvrement. Ce paramètre quantitatif permet de mieux mesurer l'importance des taxons, dans l'occupation de l'espace et de repérer ainsi les plus rares ou ceux en voie de disparition.

En milieu forestier, nous observons une contribution des différents éléments phytogéographiques dans l'ensemble, comparable à celle fournie par les spectres bruts.

En milieu préforestier, mis à part les taxons méditerranéens qui constituent parfois plus de

90% du couvert végétal et la place plus discrète des endémiques, les autres éléments phytogéographiques sont pratiquement très rares.

Au niveau des matorrals, les endémiques, notamment parmi les nanophanérophytes et les chaméphytes, occupent une place plus grande dans le couvert végétal (15 à 40%) à côté des méditerranéennes (50 à 95%). Les éléments septentrionaux sont surtout importants au niveau des matorrals bas alticoles.

Dans les pelouses, à côté des taxons méditerranéens qui gardent la première place, il faut

Tableau 7
Spectres phytogéographiques réels

Groupements forestiers	Méd	Méd-Sah	Eur-Méd	Ir-Tour	Eur	Trop	End	Bor	Eur-Asi	Plur
<i>Cedro-Quercetum</i>	95	0,02	0,40	0	0,50	0	3,34	0,08	0,53	0,36
<i>Ranunculo-Cedretum</i>	93,10	0	0,19	0	0,26	0	2,06	0,11	1,31	2,93
<i>Balansaeo-Cedretum</i>	92,50	0	0,05	0	0,82	0	5,63	0,05	0,85	0,11
<i>Pistacio terebinthi-Quercetum</i>	83,60	0	6,18	0,23	0,33	0	0,07	0,03	4,97	4,97
<i>Pistacio lentisci-Quercetum</i>	95	0	1,46	0	1,18	0	0,64	0,03	1,40	0,30
<i>Cytiso-Quercetum</i>	86,28	0	3,41	0,08	1,27	0	1,28	0,08	4,86	2,76
<i>Balansaeo-Quercetum</i>	84	0,10	1,90	0,01	1,65	0	7,80	0,04	3,72	0,84
<i>Festuco-Quercetum</i>	86,40	0	0,48	0,01	0,88	0	6,12	0,02	2,80	3,27
Groupements préforestiers										
<i>Calicotomo spinosi-Quercetum</i>	95,40	0	0,43	0,03	0,86	0	2,22	0,01	0,60	0,44
<i>Calicotomo spinosi-Quercetum genistetosum</i>	97,30	0	0,15	0,02	0,61	0	1,64	0	0,08	0,17
<i>Cisto-Quercetum</i>	86,80	0	0,22	0,08	0,69	0	11,15	0,05	0,41	0,62
<i>Calicotomo intermediae-Quercetum</i>	95,60	0	0,19	0,02	0,30	0	3,41	0,15	0,20	0,10
<i>Junipero-Quercetum</i>	92,70	0	0,22	0,13	0,56	0	1,86	0	3,10	1,39
Groupements de matorrals										
<i>Erinaceto-Festucetum</i>	32	0,16	4,88	0	0,47	0	60,20	0,16	1,57	0,47
<i>Helianthemo-Genistetum</i>	73,70	0,01	0,25	0,01	0,29	0	25,60	0	0,06	0,09
<i>Centaureo-Genistetum</i>	97,80	0	0,22	0,16	0,13	0,03	0,19	0	1,14	0,05
<i>Genisto-Rosmarinetum</i>	95,70	0,01	0,71	0,02	0,20	0	3,05	0	0,23	0,12
<i>Sideritido-Cistetum</i>	97,30	0,01	0,27	0,01	0,20	0	1,58	0,01	0,41	0,56
<i>Coronillo-Centaureetum</i>	52,50	0,02	4,51	0,99	0,48	0,02	39,78	0,02	1,35	0,34
<i>Coronillo-Centaureetum helianthemetosum</i>	49,10	0	9,50	8,03	8,52	0	15,07	0	9,09	0,77
<i>Helianthemo-Thymetum</i>	52,30	0	11,01	0,10	0,21	0	35,04	0	0,72	0,65
<i>Rosmarino-Stipetum</i>	82,25	0,04	2,80	0,42	1,10	0,01	12,73	0	0,54	0,16
<i>Astragalo-Genistetum</i>	75,50	0	4,41	0	1,78	0	17,93	0	0,29	0,06
Groupements de pelouses										
<i>Filago-Plantaginetum</i>	86,32	0,02	3,83	1,33	0,38	0	3,96	0,06	1,84	2,32
<i>Filago-Plantaginetum thymetosum</i>	60,90	0	3,82	0,07	12,83	0	21,92	0	0,21	0,36
<i>Echinario-Euphorbietum</i>	75,50	0,28	5,12	4,01	0,28	0,28	4,15	0	1,52	8,02
<i>Poo-Brometum</i>	52,46	0,09	2,60	0,35	1,19	0	12,85	0	0,44	30,06
Groupements méridionaux										
Matorral	88,83	3,07	0,49	0	0	0,12	0,85	0	0,61	3,80
Steppe	88,34	8,09	0,11	0,05	0	0	0,26	0	1,49	1,60
Pelouse	92,90	0,28	0,42	0	0	0,28	1,12	0	0,56	4,34

noter une plus grande extension de l'élément plurirégional qui tend à uniformiser les pelouses. A ce niveau, l'importance relative des endémiques est liée au recouvrement des petites chaméphytes qui subsistent encore (*Thymus*, *Polycnemum*,...), le recouvrement des endémiques thérophytiques étant plus discret.

Au niveau des formations méridionales, on observe une diminution plus accentuée de la diversité phytogéographique. En effet, le couvert végétal est essentiellement d'origine méditerranéenne *sl.* avec une meilleure participation des saharo-méditerranéennes (*Moricandia*, *Sclerocaryopsis*, *Helianthemum lippii*, *Malva aegyptiaca*, *Launaea nudicaulis*,...) ainsi que des plurirégionales.

Les endémiques, bien qu'encore présentes, notamment parmi les chaméphytes (*Pithuranthos scoparius*, *Catananche arenaria*, *Centaurea omphalotricha*) présentent un très faible recouvrement.

CONCLUSION

La flore de la chênaie verte algérienne apparaît sur le plan phytogéographique comme un ensemble hétérogène lié à la diversité des climats et des substrats qu'elle occupe ainsi qu'aux facteurs historiques. Ceci se traduit, sur le plan floristique par la présence relative, à côté de l'élément méditerranéen prépondérant, de nombreux taxa septentrionaux notamment en altitude. L'importance progressive de l'élément plurirégional témoignerait de l'impact de l'action anthropique dans l'uniformisation et la banalisation des flores. Le maintien d'un certain taux d'endémisme, dans la plupart des structures étudiées, nous amène à sous-estimer le risque d'éradication lié à la pression humaine. En effet, si par leur nombre, les endémiques semblent encore résister, leur occupation de l'espace en est néanmoins fortement affectée. Les espèces présentes en milieux forestiers et préforestiers, pour la plupart des hémicryptophytes, sont rares et n'existent qu'à l'état plus ou moins isolé ; ce qui témoigne de l'urgence des actions de protection à engager si l'on veut conserver plus longtemps cette diversité.

Sur le plan de la végétation, le nombre de groupements individualisés exprime bien cette diversité mais la superficie occupée par ces derniers, notamment les forestiers et préforestiers, est constamment réduite, dévorée par les incendies ou encore grignotée par le défrichement, la mise en culture, le surpâturage et l'exploitation du bois à usage domestique. L'ouverture du milieu semble favoriser la diversité et

l'endémisme comme nous pouvons le constater dans les matorrals. De nombreux chaméphytes et nanophanérophytes endémiques viennent, en effet, progressivement se substituer au chêne vert et aux nombreuses hémicryptophytes qui l'accompagnent dans les structures forestières. Ainsi l'action humaine pourrait apparaître à ce niveau comme un facteur de diversification des paysages végétaux méditerranéens et de la richesse floristique (BARBERO *et al.*, 1984).

Mais il semble exister un seuil à ne pas dépasser, dans la mesure où une pression grandissante liée à l'essor démographique et à une exploitation abusive aboutit en définitive à une aridification du milieu et par voie de conséquence à une réduction de la biodiversité. On observe, en effet, une disposition à la mise en place de formations à tendance monospécifique et à cortège floristique banal dominé par les éléments plurirégionaux altérant ainsi le patrimoine phytogénétique.

Cette analyse a permis d'avoir une idée de la situation floristique et phytogéographique des groupements à chêne vert en Algérie. Elle mérite, toutefois, d'être approfondie en levant les imprécisions liées d'une part à la chorologie de nombreux taxons dont l'aire actuelle connaît une extension, ou encore, pour lesquels nous relevons des divergences entre les différentes flores consultées et d'autre part, aux problèmes taxonomiques.

BIBLIOGRAPHIE

- AIDOUD A., 1983- Contribution à l'étude des écosystèmes steppiques du Sud-Oranais : phytomasse, productivité primaire et applications pastorales. Thèse Doct. 3e cycle. Univ. Sci. Technol. H. Boumediène, Alger, 245 p. +ann.
- AIDOUD F., 1984- Contribution à la connaissance des groupements à Sparte (*Lygeum spartum*) des Hauts-plateaux Sud-Oranais. étude phytoécologique et syntaxonomique. Thèse Doct. 3e cycle. Univ. Sci. Technol. H. Boumediène, Alger, 256 p. +ann.
- AIME S., 1991- Etude écologique de la transition entre les bioclimats sub-humide, semi-aride et aride dans l'étage thermo-méditerranéen du Tell oranais. Thèse Doct. Es-Sci. Univ. Aix-Marseille III. 190 p. +ann.
- ARAMBOUR G., ARENES J. et DEPAPE G., 1953- Contribution à l'étude des flores fossiles d'Afrique du Nord. *Arch. Mus. Hist. Nat.*, 2 : 1-81.

- BARBERO M., LOISEL R. et QUEZEL P., 1984- Rôle des facteurs anthropiques dans le maintien des forêts et de leurs stades de dégradation en région méditerranéenne. *C. R. Soc. Biogeogr.* 59(4) : 475-488.
- BARBERO M., BONING., LOISEL R. et QUEZEL P., 1989- Sclerophyllous Quercus forests of the mediterranean area : Ecological and ethological significance. *Bielefelder kol. Beitr.* 4 : 1-23.
- BARBERO M., QUEZEL P et LOISEL R., 1990- Les apports de la phytoécologie dans l'interprétation des changements et perturbations induits par l'homme sur les écosystèmes forestiers méditerranéens. *Forêt Méditerranéenne*, XII : 194-215.
- BOUZENOUNE A., 1984- Etude phytogéographique et phytosociologique des groupements végétaux du Sud Oranais (Wilaya de Saida). Thèse Doct. 3e cycle. Univ. Sci. Technol. H. Boumediène, Alger, 225 p. +ann.
- CARLES J., 1949- Le spectre biologique réel. *Bull. Soc. Bot. Fr.* 95, 340-343.
- COSTE H. et FLAHAULT Ch., 1974- Flore descriptive et illustrée de la France, de la Corse et des contrées limitrophes. ed. Libr. Sci. et Tech. Albert Blanchard, Paris. III tomes.
- DAGET Ph., POISSONET J. et POISSONET P., 1977- Le statut thérophytique des pelouses méditerranéennes du Languedoc. *Colloques Phytosociologiques*, Lille, 6 : 80-99.
- DAGET P., 1980- Sur les types biologiques en tant que stratégie adaptative. (cas des thérophytes) pp. 89-114 in : Barbault R ; Blandin P et Meyer J.A. (eds.), *Recherches d'écologie théorique, les stratégies adaptatives*. Maloine, Paris.
- DAHMANI-MEGREROUCHE M. et LOISEL R., (à paraître) - Contribution à l'étude des groupements à chêne vert forestiers et préforestiers en Algérie. 43 p.
- DAHMANI-MEGREROUCHE M. et LOISEL R., (à paraître) - Contribution à l'étude phytosociologique des matorrals algériens. 36 p.
- DANIN A. et ORSHAN G., 1990- The distribution of Raunkiaer life forms in Israel in relation to the environment. *Journal of Vegetation Science* 1 : 41-48.
- ELLENBERG I. et MUELLER-DOMBOIS D., 1967- A key to Raunkiaer plant life forms with revised subdivisions. *Ber. Geobot.Inst. ETH, Stiftg. Rübel, Zürich*, 37 : 56-73.
- FLORET C., GALAN M.J, LE FLO'CH E., ORSHAN G. et ROMANE F., 1990- Growth forms and phenomorphology traits along an environmental gradient : tools for studying vegetation? *Journal of Vegetation Science* 1 : 71-80.
- FLORET C., GALAN M.J, LE FLO'CH E. et ROMANE F., 1992- Dynamics of holm oak (*Quercus ilex* L.) coppies after clear cutting in Southern France. *Vegetatio* 99-100 in Romane F. et Terradas J. (eds.), *Quercus ilex* L. ecosystems : function, dynamics and management Kluwer Academic Publishers. Belgium : 97-105.
- GAMISANS J. et JEANMONOD D., 1995- La flore de Corse : Bilan des connaissances, intérêt patrimonial et état de conservation. *Ecologia Mediterranea* XXI (1/2) : 135-148.
- GAUSSEN H., 1963- Ecologie et phytogéographie, in : Abbayes, 925-972.
- GEHU J.M, 1995- Géosynvariance et synendémisme des phytocénoses littorales et dans le bassin méditerranéen. *Ecologia Mediterranea*, XXI (1 / 2) : 149-164.
- GRIME J.P., 1977- Evidence for the existence of three primary strategies in plants and its relevance to ecological and evolutionary theory. *The american Naturalist* 111 : 1169-1194.
- HEYWOOD V., 1995- The mediterranean flora in the context of world biodiversity. *Ecologia mediterranea*, XXI (1 / 2) : 11-18.
- 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 (3 / 4) : 168-170.
- LE HOUEROU H.N., 1995- Considérations biogéographiques sur les steppes arides du Nord de l'Afrique. *Sècheresse*, 6 : 167-182.
- MADON O. & MEDAIL F. - The ecological significance of annuals on a Mediterranean grassland (Mt Ventoux, France). Article soumis à *Vegetatio*.
- MEDUS J. et PONS A., 1980- Les prédécesseurs des végétaux méditerranéens actuels jusqu'au

- début du Miocène. In : Denizot M. et Sauvage C. (Eds.), *Naturalia Monspeliensia* : 11-20.
- MOLINIER R., avec la participation de MARTIN P., 1981- Catalogue des plantes vasculaires des Bouches du Rhône. Imp. Municip. Marseille 375 p.
- NEGRE R., 1966- Les thérophytes. *Mem. Soc. Bot. Fr.* : 92-108.
- ORSHAN G., 1982- Monocharacter growth form types as a tool in an analytic- synthetic study of growth forms in mediterranean type ecosystems. A proposal for an inter regional program : *Ecologia-Mediterranea*, VIII (1/2) : 159-171.
- ORSHAN G., MONTENEGRO G., AVILA G., ALJARO M.E, WALCKOWIAK A. et MUJICA A.M., 1984- Plant growth forms of chilean matorral. A monocharacter growth form analysis along an altitudinal transect from sea level to 2000m a.s.l. *Bull. Soc. Bot. Fr.* (Actual. Bot.) 131 : 411-425.
- OLIVIER L., MURACCIOLE M. et REDURON J.P., 1995- Premiers bilans sur la flore des îles de la Méditerranée. Etat des connaissances et conservation. *Ecologia Mediterranea*, XXI (1 /2) : 355-372.
- OZENDA P., 1963- Organisation et reproduction des Angiospermes in : ABBAYES *et al.* : 645-722.
- OZENDA P., 1977- Flore du Sahara 2e Ed. CNRS, Paris, 622 p.
- PIANKA E.R., 1970- on r- and k- selection. *The American Naturalist* 104 : 592-597.
- PIGNATTI S., 1982- Flora d'Italia. Vol I, II, III, etc.
- POTTIER-ALAPETITE, 1979-1981- La flore de la Tunisie. Vol I et II.
- QUEZEL P. et SANTA S., 1962-1963- Nouvelle flore de l'Algérie et des régions désertiques méridionales. Paris. C.N.R.S., 2 vol. 1170 p.
- QUEZEL P., GAMISANS J. et GRUBER M., 1980- Biogéographie et mise en place des flores méditerranéennes. *Naturalia Monspeliensia*, N° Hors Série : 41-51.
- 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., 1984- Problems of dynamic in Mediterranean forests. Agren. G. I. (Ed.). State and Change of Forest Ecosystemes. Indicators in Current Research Swed. Univ. Agric. Dept. Ecology Environmental Research. Report nr 13 : 79-85.
- QUEZEL P., 1989- Mise en place des structures de végétation circum-méditerranéenne actuelles. Landscape Ecology Study of Mediterranean grazed ecosystems. Proceeding of the Man and Biosphere Symposium. XVI International Grasslands Congress. Nice : 16-32.
- QUEZEL P., 1991- Structures de végétation et flore en Afrique du Nord : Leurs incidences sur les problèmes de conservation. Actes Editions. 19-32.
- QUEZEL P., 1995- La flore du bassin méditerranéen : origine, mise en place, endémisme. *Ecologia Mediterranea*, XXI (1 /2) 19-39.
- RAUNKIAER C., 1904- Biological types with référence to the adaptation of plants to survive the unfavourable season. *In* Raunkier, 1934, 1-2.
- RAUNKIAER C., 1907- The life forms of plants and their bearing on geography. *In* Raunkier, 1934, 2-104.
- RAUNKIAER C., 1934- The life forms of plants and statistical plant geography. Collected papers, Clarendon Press. Oxford. 632 p.
- ROMANE F., 1987- Efficacité de la distribution des formes de croissance pour l'analyse de la végétation à l'échelle régionale. Thèse Doct. ès Science, Marseille.
- SAUVAGE Ch., 1961.- Recherches géobotaniques sur les suberaies marocaines. *Trav. Inst. Sc. Chérifien*, Rabat, 472 p.
- WITTAKER R.H, 1975- Communities and ecosystems. McMillan New-York.
- ZERAIAL., 1981- Essai d'interprétation comparative des données écologiques, phénologiques et de production subéro-ligneuse dans les forêts de chêne-liège de Provence et d'Algérie. Thèse Doct. es Sci., Aix-Marseille 367 p + ann.

Groupements à chêne vert et étages de végétation en Algérie

Malika DAHMANI-MEGREROUCHE *

RÉSUMÉ

L'évolution actuelle de la notion d'étage de végétation permet de proposer une typologie acceptable de la zonation altitudinale de la végétation des montagnes méditerranéennes.

Etant admis que chaque région chorologique possède une zonation particulière, l'auteur établit des seuils thermiques pour définir des étages de végétation dans l'aire du chêne vert en Algérie. Ces seuils varient en fonction des trois grands secteurs géographiques de l'Algérie : occidental, central et oriental. Dans ce contexte géographique, un classement bioclimatique et dynamique des syntaxons organisés par le chêne vert, au niveau des étages thermo, méso et supraméditerranéens, est tenté.

MOTS CLES : Chêne vert, Algérie, étages de végétation, séries de végétation

SUMMARY

The current evolution of the vegetation level notion allows to suggest an acceptable typology of altitudinal zoning of mediterranean mountains vegetation.

Being admitted that each chorologic region have a particular distribution, the author determine thermic limits of vegetation levels in algerian holm oak. These limits vary in function of the three great geographical sectors of Algeria : Westerner, Central and Oriental. In this geographical context, a bioclimatic and dynamic classification of the holm oak grouping is tried in thermo, meso and supramediterranean levels.

KEYWORDS : Holm oak, Algeria, vegetation levels, vegetation series

INTRODUCTION

Le problème de la zonation altitudinale de la végétation en Algérie n'a été abordé que ponctuellement, par différents travaux de thèse en tenant compte essentiellement des minima du mois le plus froid. HALIMI (1980), dans son étude de l'Atlas blidéen, assimile "l'étage climatique" à l'étage de végétation au sens d'EMBERGER (1936), mais il introduit des nuances dans leur définition en tenant compte des variations déterminées par l'exposition générale du massif. Il propose ainsi une zonation de la végétation en trois "étages climatiques et végé-

taux" (collines, basses montagnes et hautes montagnes dont le contenu biocénotique varie selon l'exposition Nord ou Sud et dont les limites altitudinales moyennes s'élèvent d'une centaine de mètres du Nord vers le Sud.

Une étude plus précise a été tentée par MEDDOUR (1994) sur l'Atlas blidéen. Cet auteur a adopté les critères thermiques (T et m) tels que définis par RIVAS-MARTINEZ (1982). L'étude conduit à un télescopage de l'étage thermoméditerranéen. Les formations, habituellement considérées comme thermoméditerranéennes de l'Atlas blidéen se trouvent là dans cette typologie attribuées au mésoméditerranéen. On pourrait admettre avec RIVAS-MARTINEZ (1982) que des communautés de type thermoméditerranéen de ce massif, puissent se

*Unité de Recherche sur les Ressources Biologiques Terrestres. BP 812 Alger-Gare ALGER

trouver dans des localités plus continentales, relativement froides en hiver, à la faveur de compensation liées à l'élévation thermique diurne (M : moyenne des maxima du mois le plus froid). Mais ce critère est difficilement applicable au cas de l'Atlas blidéen où l'importante humidité devrait plutôt favoriser un abaissement de la température diurne comme nous le verrons plus loin.

Dans ce travail, nous ne prétendons pas pouvoir proposer une typologie de l'étagement de la végétation valable pour l'ensemble de l'Algérie. Nous nous en tiendrons aux résultats obtenus dans les limites de notre échantillonnage. Nous utiliserons la conception classique de l'étage de végétation relative à la correspondance entre étages et variantes thermiques au sens d'EMBERGER, en tenant compte toutefois des précisions apportées par les différents auteurs (quant au rôle déterminant de divers paramètres thermiques).

RAPPELS SUR LA NOTION D'ETAGE DE VEGETATION

La notion d'étage de végétation a été longuement débattue par de nombreux auteurs. En Afrique du Nord, elle a été initiée par MAIRE (1924) qui définit des étages altitudinaux à l'image de ceux retenus en Europe. Une définition particulière au Maghreb a été tentée par OZENDA (1975) et QUEZEL (1974-1976) sur la base des critères thermiques, notamment la température moyenne minimale du mois le plus froid.

Cette notion est à distinguer de celle d'étages bioclimatiques au sens d'EMBERGER (1939) et SAUVAGE (1963), qui est affranchie de l'altitude et dont le déterminisme est à la fois pluviométrique et thermique. D'ailleurs, ACHHAL *et al.* (1980) en accord avec OZENDA (1974) proposent de les désigner par le terme zones ou ambiances bioclimatiques et de réserver le terme d'étages aux tranches altitudinales de végétation.

Une série d'étages de végétation est ainsi définie pour les montagnes méditerranéennes notamment sub-humides à per-humides. Nous notons dans l'ensemble une analogie dans la nomenclature adoptée par les différents auteurs excepté en haute montagne. Une correspondance entre étages de végétation et variantes thermiques telles qu'admises par de nombreux auteurs est également effectuée.

ACHHAL *et al.* (1980) suggèrent une signification également biologique de l'étage de végétation. L'analyse du contenu biocénotique permet de préciser les séries de végétation individualisées, par exemple, par une essence forestière à vaste amplitude altitudinale tel que le chêne vert. Elle a permis, par ailleurs, à ces auteurs de proposer une nouvelle nomenclature des étages de végétation valable pour l'Afrique du Nord. C'est le cas notamment de l'étage supraméditerranéen associé habituellement au développement des chênaies caducifoliées. En Afrique du Nord, cet étage est encore occupé par les chênes sclérophylles des *Quercetea ilicis*, on lui a préféré, dans ce cas, le nom de méditerranéen supérieur.

Cette nécessité de changement de nomenclature n'est pas partagée par MICHALET (1991). Pour cet auteur, la grande variabilité du contenu biologique des étages de végétation, induite par des facteurs hydriques et chorologiques n'autorise pas une définition des étages de végétation. Il propose de considérer les étages de végétation comme des étages thermiques liés notamment aux variations des maxima hivernaux. Il rejoint là ACHHAL *et al.* (1980) qui, en plus des minima hivernaux, soupçonnent une influence des maxima hivernaux (M') notamment aux basses altitudes correspondant à l'étage thermo-méditerranéen ($m > 3^\circ$). Le rôle de ce paramètre est souligné par LE HOUEROU (1969) et BORTOLI, GOUNOT et JACQUINET (1969) dans leur étude du bioclimat de la Tunisie.

C'est également sur la base de critères thermiques que RIVAS-MARTINEZ (1982) définit les étages de végétation de l'Espagne méditerranéenne. Il retient la température moyenne annuelle (T), la moyenne des minima du mois le plus froid (m) ainsi que la moyenne des maxima du mois le plus froid (M') dont le rôle discriminant est surtout ressenti dans l'étage thermo-méditerranéen où il doit être supérieur à 13 en même temps d'ailleurs que la température moyenne du mois le plus froid (tm) qui doit, dans ce cas, être supérieure à 9. Cette dernière jouerait un rôle compensateur pouvant permettre l'extension d'espèces ou de communautés thermo-méditerranéennes dans des localités plus continentales froides en hiver. L'auteur souligne, également, l'importance de la moyenne des minima absolus du mois le plus froid (m') ainsi que l'existence des gelées (H) au mois de mars.

Les équivalences suivantes sont établies par RIVAS-MARTINEZ (1982)

Thermoméditerranéen	T > 16	m > 5	M' > 13	tm > 9	m' > -3
Mésoméditerranéen	T : 16 à 12	m : 5 à 0	M' 13 à 8	tm : 9 à 4	
Supraméditerranéen	T : 12 à 8	m : 0 à -3	M' : 8 à 3	tm : 4 à 0	
Oroméditerranéen	T : 8 à 4	m : -3 à -6	M' : 3 à 0	tm < 0	
Cryoméditerranéen	T < 4	m : < -6	M' < 0	tm < 0	

Ces valeurs sont exprimées en °C.

Ces seuils restent toutefois approximatifs car ils peuvent varier de plus d'un degré en fonction de l'altitude, de l'exposition et du microclimat. BARBERO et QUEZEL (1984) soulignent à ce propos l'importance, en plus de la température moyenne annuelle (T), de la xéricité et des minima hivernaux dans l'établissement des variations secondaires. Ils ne négligent cependant pas le rôle déterminant du substrat dans l'organisation des ensembles de végétation en tant que facteur de compensation. RIVAS-MARTINEZ (1991 et 1994) précise sa typologie des étages de végétation et propose un nouvel indice de thermicité (It) qu'il définit comme étant la somme des trois principaux paramètres thermiques sus-cités, multipliée par dix.

$$It = [T + m + M'] \times 10$$

Cet indice aurait pour intérêt de pondérer l'influence du froid hivernal, facteur limitant pour de nombreuses plantes et communautés végétales. Cet indice peut être affecté d'une valeur de compensation © variable en fonction

de l'indice de continentalité (Ic) correspondant à la différence entre la température moyenne du mois le plus chaud (Tmax) et celle du mois le plus froid (Tmin).

Si Ic est compris entre 9 et 18, l'indice de thermicité compensé (Itc) est égal à It. La compensation intervient lorsque Ic est inférieur ou supérieur à ces seuils.

Si Ic est inférieur à 9 (cas des zones extratropicales à tendance océaniques) la valeur de compensation est soustraite de l'indice de thermicité : $Itc = It - c$.

Si Ic est supérieur à 18 (cas des zones continentales extratropicales), cette valeur lui est sommée : $Itc = It + c$.

De nouvelles équivalences entre étages de végétation et variables thermiques sont proposées. Nous remarquerons ci-dessous, les modifications apportées aux seuils thermiques.

Inframéditerranéen	T : 18 à 20	m : 9 à 10	M' : 18 à 20	It : 450-500	Itc : 451-600
Thermoméditerranéen	T : 18 à 20	m : 5 à 9	M' 14 à 18	It : 350 à 450	Itc : 351 à 450
Mésoméditerranéen	T : 13 à 18	m : -1 à 5	M' : 9 à 14	It : 210 à 350	Itc : 211 à 350
Supraméditerranéen	T : 8 à 13	m : -4 à -1	M' : 3 à 9	It : 70 à 210	Itc : 81 à 210
Oroméditerranéen	T : 4 à 8	m : -6 à -4	M' : 1 à 3	It : -10 à 70	Itc : -9 à 80
Cryoméditerranéen	T : 2 à 4	m : -9 à -6	M' -3 à 1	It : -100 à -10	Itc : -200 à -10

On note notamment un décalage vers des minima hivernaux plus faibles à partir du mésoméditerranéen, ce qui a pour effet d'attribuer une vaste amplitude, en fonction de ce facteur, à l'étage mésoméditerranéen et de décaler, par ailleurs, l'étage thermoméditerranéen vers des températures plus chaudes. Cette vaste amplitude thermique du mésoméditerranéen est traduite de la même manière par les seuils retenus au niveau de l'indice de thermicité. Leur application, dans la définition des étages de végétation au niveau des groupements étudiés induit une réduction de l'extension de l'étage thermomé-

diterranéen. De ce fait, de nombreux syntaxons et taxons, habituellement attribués à cet étage, se retrouvent en Espagne décalés dans le mésoméditerranéen.

On relève également une définition thermique de l'étage inframéditerranéen. Il s'écarte en cela de BENABID (1976) et ACHHAL *et al.* (1980) qui l'individualisent plutôt sur la base de critères de végétation. Il rejoint, par contre, MICHALET (1991) qui fixe pour la limite supérieure de l'inframéditerranéen, le seuil de 17°5 au niveau des maxima hivernaux.

Des limites altitudinales sont corrélées aux étages de végétation par certains auteurs en retenant toutefois une marge de variation de l'ordre de 100m par degré de latitude ainsi que le propose OZENDA (1975).

MICHALET (1991) propose, pour le Maroc, une typologie de l'étagement de la végétation en adoptant un décalage des étages à raison de 50m seulement par degré de latitude ou de 100m tous les 10° d'angle de GAMS (soit à chaque changement de domaines climatiques tels qu'ils ont été définis par l'auteur en utilisant l'indice de GAMS modifié). Les décalages plus importants pouvant être observés, par exemple dans le cas du chêne vert, seraient plutôt liés au phénomène d'aridification du climat (accompagné ou non de continentalisation) ; ce qui va, dans le sens des conclusions de BARBERO et QUEZEL (1984).

La notion d'étage de végétation a donc été progressivement précisée par les différents auteurs. De nombreux indices que nous ne mentionnons pas ici, sont encore suggérés par RIVAS-MARTINEZ (1994) mais leur utilisation reste difficile étant donné la rareté ou même l'absence des données climatiques utilisables.

Au terme de cette analyse, nous notons, dans l'ensemble, malgré quelques différences, une certaine convergence dans la conception de l'étagement de la végétation notamment à travers sa signification thermique. Si la spécificité biologique des étages de végétation n'est pas toujours retenue, il nous semble qu'elle représente un repère appréciable et plus facilement perceptible lorsque les données climatiques viennent à manquer. Il faut admettre certes une variation du contenu biocénotique des étages mais au même titre qu'on admet les variations des seuils thermiques et altitudinaux.

METHODOLOGIE

La détermination des seuils thermiques correspondant à chaque étage de végétation a été réalisée par l'établissement, au sein de chaque massif montagneux, d'une correspondance entre les valeurs de température annuelle (T), de température moyenne maximale du mois le plus froid (M), de température moyenne minimale du mois le plus froid (m) et de l'altitude, fournies par les stations météorologiques et nos relevés, répartis le long de transects Nord-Sud.

L'estimation des paramètres thermiques au niveau des relevés est basée sur l'utilisation d'une méthode d'interpolation automatique, la méthode des "réseaux neuronaux" (GUIOT *et al.*, 1995)

qui s'est avérée plus efficace par comparaison aux autres méthodes testées dans le cadre de la reconstitution climatique au niveau des stations à chêne vert en Algérie (DAHMANI, à paraître).

RESULTATS ET DISCUSSION

La définition thermique des étages de végétation ainsi obtenue (tableau 1) est comparée à celle proposée par RIVAS-MARTINEZ (1982, 1991 et 1994). Comme le souligne cet auteur, les seuils varient de plus d'un degré en fonction de l'altitude, de l'exposition et du microclimat.

L'Algérie est ainsi répartie en 3 principales zones :

L'Algérie occidentale pour laquelle nous notons, dans l'ensemble, une correspondance entre les seuils proposés par RIVAS-MARTINEZ et ceux que nous obtenons, excepté pour la valeur de m au thermoméditerranéen, qui dans notre cas, est supérieur à 3. Seul le secteur littoral présente des seuils plus bas, de par sa situation géographique. SELTZER (1946) écrivait, à propos de cette zone, qu'elle jouit d'un climat remarquablement tempéré, dû à l'action modératrice de la mer.

L'Algérie centrale qui, en raison vraisemblablement d'une humidité plus grande et d'une situation latitudinale plus élevée, présente un décalage des seuils thermiques vers des températures plus basses. Toutefois, si l'on adopte les limites des variantes thermiques retenues par RIVAS-MARTINEZ, nous retrouvons à un degré près, les mêmes seuils.

L'Algérie orientale pour laquelle nous n'avons pas considéré le sous-secteur numidien K₃, lieu de prédilection du chêne liège et du chêne zéen. La partie septentrionale du secteur constantinois n'est pas représentée dans le tableau, car elle répond au schéma retenu pour l'Algérie occidentale.

A partir des Monts du Hodna et de Boutaleb jusqu'aux Aurès, on observe une élévation des seuils thermiques en raison, probablement, de l'influence saharienne plus prononcée dans cette région du Bassin du Hodna et de Biskra. Pour cette région, les chênaies vertes étant totalement absentes du thermoméditerranéen, les limites inférieures de cet étage sont déterminées à partir des rares stations météorologiques à m>3°C.

Remarque : d'autres seuils thermiques sont proposés par LE HOUEROU *et al.* (1977) pour la région steppique algérienne. Mais seule une cor-

Tableaux 1a et 1b
Définition thermique des étages de végétation

AUTEUR	RIVAS-MARTINEZ 1982-1991				RIVAS-MARTINEZ 1994			
Variables thermiques→ Etages de végétation↓	T	M'	m	It	T	M'	m	It
Thermo méditerranéen	>16	>13	>5	>350	20 à 18	18 à 14	9 à 5	450 à 350
Méso méditerranéen	16 à 12	13 à 8	5 à 0	350 à 210	16 à 13	14 à 9	5 à -1	350 à 210
Supra méditerranéen	12 à 8	8 à 3	0 à -3	210 à 81	13 à 8	9 à 3	-1 à -4	210 à 70
Montagnard méditerranéen	<8	<3	<-3	<81	<8	<3	<-4	<70

AUTEUR	ALGERIE OCCIDENTALE [O2/O3-A2/H1-AS2]				ALGERIE CENTRALE LITTORALE [A1-K1(K2)]				ALGERIE ORIENTALE (C1 PP*-AS3)				ALGERIE OCCIDENTALE LITTORALE (O1)			
	T	M'	m	It	T	M'	m	It	T	M'	m	It	T	M'	m	It
Thermo méditerranéen	>16	>13	>3	>320	>15	>10	>3	>280	?	?	?	?	>13	>9	>3	>250
					>16	>13	>5	>340					>16	>13	>5	>340
Méso méditerranéen	16 à 13	13 à 9	3 à 0	320 à 220	15 à 11/12	10 à 6/7	3 à 0/-1	280 à 180/170	>14	>10	>0	>240				
					16 à 13/12	13 à 8/7	3/5 à 0/-1	340/320 à 210/180	>13	>9	>-1	>210				
Supra méditerranéen	<13	<9	<0	<220	<1	<6	<0	<180	14 à 11/12	10 à 7/8	0 à -3	240 à 150/170				
					<13	<8	<0	<210	<13	<9	<-1	<210				
Montagnard méditerranéen									<11	<7	<-3	<150				

T : Température moyenne annuelle
m : Température moyenne des minima du mois le plus froid (en °C)

M' : Température moyenne maximale du mois le plus froid
It : Indice de thermicité

O1 : Secteur oranais, sous-secteur des Sahels littoraux

A1 : Secteur algérois, sous-secteur littoral

O2 : // // des plaines littorales

A2 : Secteur algérois, sous-secteur de l'Atlas tellien

O3 : // // de l'Atlas tellien

K1 : Secteur kabyles, sous-secteur de la Grande Kabylie

C1 : Secteur du Tell constantinois

K2 : // // de la Petite Kabylie

AS2 : Secteur de l'Atlas Saharien, sous-secteur algérois

AS3 : Secteur de l'Atlas saharien, sous-secteur constantinois

H1 : Secteur des Hauts-Plateaux, sous-secteur des Hauts-Plateaux algérois et oranais

*Le secteur du Tell algérois (A2) et le secteur du Tell constantinois (C1 : partie septentrionale correspondant aux massifs développés entre Guenzet et Bougaa) ne figurent pas dans ce tableau. Ils semblent fonctionner comme l'Algérie occidentale.

Dans certains cas, deux propositions de limites d'étages sont données : celles obtenues en adoptant les classes de "m" au sens de RIVAS-MARTINEZ et celles obtenues par notre approche.

Les caractères gras du tableau soulignent les différences des seuils par rapport à ceux proposés par RIVAS-MARTINEZ.

respondance approximative pour $m=+3^{\circ}$ et $M'=+12^{\circ}$ peut être retenue. Les auteurs fixent la variante froide à $m=+1^{\circ}\text{C}$ et $M'=10^{\circ}\text{C}$.

Dans notre cas, $M'=10^{\circ}\text{C}$ correspond à $m=+3^{\circ}\text{C}$ dans les secteurs algérois et kabyle, et plutôt à $m=0^{\circ}\text{C}$ dans les massifs du Hodna et des Aurès.

A travers cette recherche des relations végétation-climat, nous tenterons d'attribuer une signification bioclimatique et altitudinale aux unités syntaxonomiques définies par l'étude phytosociologique (DAHMANI, à paraître).

Il n'est pas question ici de donner une signification biologique aux étages de végétation prospecté. Elle serait trop restrictive, compte tenu des limites de notre échantillonnage. Il s'agit d'analyser la répartition des groupements au sein des étages de végétation tels qu'ils sont définis ci-dessus, sur la base de leurs caractères bioclimatiques stationnels.

Ce classement dynamique des groupements mis au point par GAUSSEN retient comme unité supérieure, la série dynamique. Une série de végétation correspond à «l'ensemble d'un climax, des groupements qui y conduisent par évolution progressive et de ceux qui en dérivent par dégradation» OZENDA (1982).

La mise en évidence de cette dynamique n'est, en fait, possible, vu la lenteur du processus, que par une approche indirecte, celle de l'étude comparée de groupements voisins et la recherche de situation de transition.

L'intense dégradation actuelle de la végétation maghrébine rend ce travail difficile. Le stade climax est devenu de nos jours, une notion plutôt théorique. Il est, en effet, délicat de déterminer (avec certitude) le stade ultime d'évolution. Il s'agit souvent d'état d'équilibre actuel, pouvant représenter un stade intermédiaire de la série appelé subclimax ou encore un paraclimax provenant de la déviation d'une série, suite à des perturbations. Par ailleurs, un étage de végétation n'est en général pas monoclimal mais plutôt constitué de climax multiples pouvant provenir de l'évolution d'un même stade dynamique tout comme plusieurs séries peuvent converger vers un même climax.

Aussi, il paraît illusoire de vouloir donner une description fidèle des séries de végétation organisées par l'essence étudiée ici, d'autant plus qu'elle est considérée sur une bonne partie de son aire de répartition comme une espèce de substitution (REILLE, 1977 ; de BEAULIEU *et al.*, 1979.)

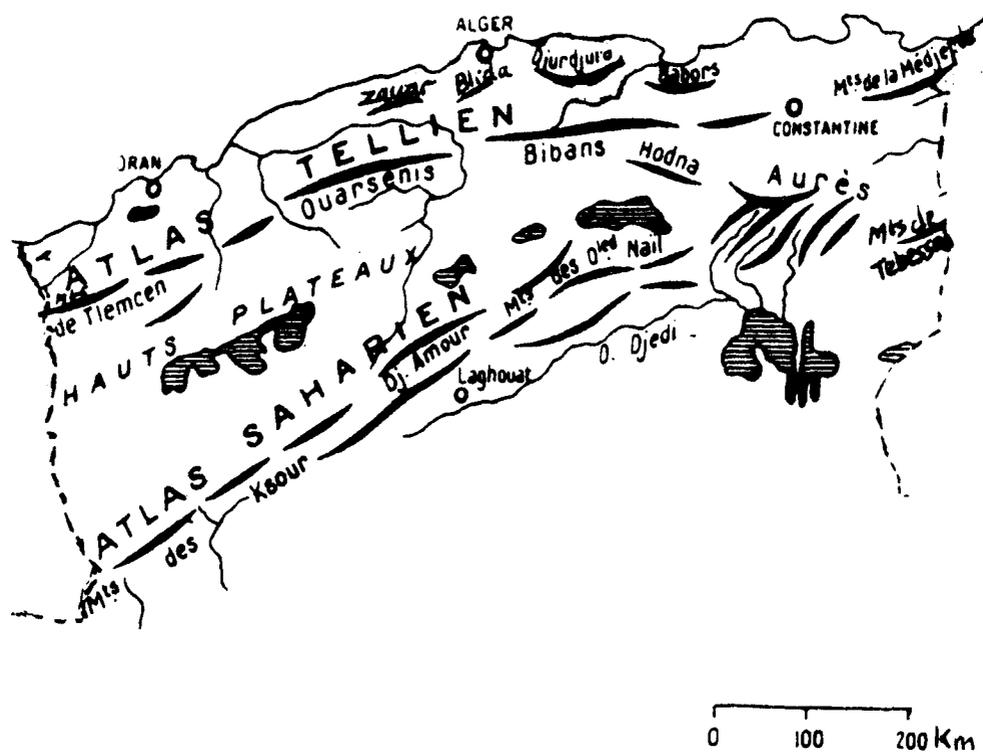


Figure 1.- Carte toponymique de l'Algérie du nord

Tableau 2
Formations forestières

MONTAGNARD MEDITERRANEEN	SUPRA MEDITERRANEEN	MESO MEDITERRANEEN	THERMO MEDITERRANEEN
<i>Quercetea pubescentis</i> <i>Quercus - Cedretalia</i>			
<i>Quercetea ilicis - Quercetalia ilicis</i>			
<i>Lamio - Cedrion</i>		<i>Quercus - Oleion</i>	
<i>Ranunculo spicati-Cedretum atlanticae quercetosum rotundifoliae</i>			
<i>Cedro atlanticae-Quercetum rotundifoliae juniperetosum</i>			
<i>Balansaeo-Cedretum atlanticae</i> <i>Festuco-Quercetum pistacietosum</i> <i>Balansaeo-Quercetum phlomidetosum</i> <i>Festuco-Quercetum viburnetosum</i>			
<i>Balansaeo - Quercion</i>			
Hodna Belezma Aurès			
Ouarsenis Atlas Blidéen Ouarsenis - Atlas Blidéen - Djurdjura Guenzet Tlemcen - Saida Frenda Ouarsenis Senalba - Hodna Boutaleb - Aurès			
Ouarsenis - Atlas blidéen Djurdura - Babor Djurdura Zaccar - Atlas blidéen Zaccar - Mouzaia Atlas blidéen Tessala - Tiaret			
Zaccar - Atlas blidéen - Guenzet			
Chenoua - Mouzaia Atlas blidéen			
SEMI-ARIDE	SUB-HUMIDE	HUMIDE	LOCALITES

Tableau 3
Formations préforestières

THERMO MEDITERRANEEN	MESO MEDITERRANEEN	SUPRA MEDITERRANEEN
<i>Pistacio lentisci - Rhamnetalia alaterni</i>		
<i>Genisto tricuspidatae - Calicotomion spinosi</i>		
<i>Calicotomo intermediae - Quercion cocciferae</i>	<i>Junipero oxycedri - Rhamnion atlanticae ?</i>	
<i>Calicotomo intermediae - Quercetum rotundifoliae cocciferetosum</i>	<i>Calicotomo spinosae - Quercetum rotundifoliae genistetosum atlanticae</i>	<i>Junipero turbinatae - Quercetum rotundifoliae</i> <i>Calicotomo spinosi - Quercetum rotundifoliae juniperetosum</i> <i>Cisto salviiifolii - Quercetum rotundifoliae juniperetosum oxycedri</i>
<i>Calicotomo intermediae - Quercetum rotundifoliae ericetosum arboreae</i>	<i>Calicotomo spinosi - Quercetum rotundifoliae ampelodesmetosum</i>	<i>Cisto salviiifolii - Quercetum rotundifoliae saturejetosum</i>
<i>Calicotomo intermediae - Quercetum rotundifoliae arbutetosum unedi</i>	<i>Calicotomo intermediae - Quercetum rotundifoliae calicotometosum intermediae</i>	<i>Calicotomo spinosae - Quercetum rotundifoliae genistetosum atlanticae</i>
SEMI-ARIDE	SUB-HUMIDE	HUMIDE
El Bayadh - Aflou Senalba - Bousaada Tebessa	Titteri - Guenzet Bougaa	Ouarsenis Atlas blidéen Djurdjura
Tlemcen Saida	Ouarsenis Djurdjura	Saida - Tiaret Babor
Traras - Tessala Tlemcen	Tessala Frenda	Chenoua Atlas blidéen Djurdjura - Babor
Traras - Saida		LOCALITES

Tableau 4
Matorrals

MONTAGNARD MEDITERRANEEN	<i>Erinacetalia</i>	<i>Festucion algeriensis</i>	<i>Erinaceto - Festucetum</i>				Batna	
SUPRA MEDITERRANEEN	<i>Cisto mauritanici - Thymetalia munbyani</i>	* <i>Erinaceo schoenbergeri - Genistion speciosae ammoido atlanticae-genistenion microcephalae</i>	<p><i>Coronillo - Centaureetum helianthemetosum crocei</i></p> <p><i>Genisto - Rosmarinetum juniperetosum / Coronillo-Centaureetum genistetosum</i></p> <p><i>Genisto - Rosmarinetum anthyllidetosum / Coronillo - Centaureetum ampelodesmetosum</i></p> <p><i>Genisto - Rosmarinetum genistetosum</i></p> <p><i>Sideritido incanae - Cistetum cretici</i></p> <p><i>Astragalo - Genistetum</i></p> <p><i>Rosmarino tournefortii - Stipetum tenacissimae</i></p>					<p>Boutaleb Hodna - Ouarsenis Batna - Senalba</p> <p>Aflou - Senalba Hodna - Aurès Tebessa -Ouarsenis Guenzet Maadid</p> <p>Senalba Hodna Boutaleb Belezma Aurès</p> <p>Aurès - Tebessa</p> <p>Guenzet Hodna Aurès Tebessa</p> <p>Guenzet</p> <p>Tlemcen - Daya Saida - El Bayadh Aflou Senalba</p>
MESO MEDITERRANEEN	<i>Cisto atlanticae - Ciston villosi</i>			<p><i>Centaureo - Genistetum stipetosum</i></p> <p><i>Helianthemo - Thymetum</i></p> <p><i>Helianthemo - Genistetum pinetosum</i></p> <p><i>Helianthemo - Genistetum globularietosum</i></p>					Tell occidental : Tlemcen Daya Saida Frenda
ARIDE SEMI-ARIDE SUB-HUMIDE HUMIDE					LOCALITES			

SCHEMA DE SUCCESSION ALTI-TUDINALE ETABLI POUR LES GROUPEMENTS ETUDIES

Sur l'ensemble de son aire algérienne (figure 1), le chêne vert participe à différents groupements forestiers (*Quercetalia ilicis* Br.-Bl. 1936) et surtout préforestiers (*Pistacio-Rhamnetalia* Rivas-Martinez 1974) et de matorrals (*Rosmarinetea* Br.-Bl. 1947 em. Rivas-Martinez, Diaz, Loidi et Penas 1991) s'étendant depuis le thermo-méditerranéen jusqu'au montagnard méditerranéen semi-aride, sub-humide et humide.

Au sein de ces unités syntaxonomiques, les structures organisées par le chêne vert s'inscrivent dans des séries de chêne vert soit pur, soit en mélange avec d'autres essences compétitives.

Toutefois, compte tenu de la dégradation de la majorité de ces structures, il n'est pas toujours aisé, comme nous l'avons souligné plus haut, de déterminer leur appartenance à une série dynamique précise aussi, nous nous limiterons à une description de la répartition des groupements au sein des étages de végétation en tenant compte de la dynamique actuelle de la végétation (tableaux 2, 3 et 4).

Etage thermo-méditerranéen

1- Série thermo-méditerranéenne du *Quercus rotundifolia*

En Algérie, le chêne vert se comporte généralement comme une essence de montagne. Néanmoins, la chênaie thermophile, très localisée, est observée à partir de 450-500 mètres dans l'Algérois et à partir de 700 mètres en Oranie. Elle occupe les substrats siliceux et les bioclimats sub-humides à variante tempérée et pénètre parfois dans l'humide. Sur le plan syntaxonomique, elle s'intègre dans l'alliance *Quercus rotundifoliae-Oleion sylvestris* Barbéro, Quézel et Rivas-Martinez, 1981.

Le groupement habituellement retenu pour caractériser la chênaie thermophile est le *Smilaci mauritanici-Quercetum rotundifoliae* Barbéro, Quézel et Rivas-Martinez 1981. ZERAIA (1981) le signale dans l'Atlas Blidéen. L'étude de ce type de chênaie a permis d'identifier un *Pistacio lentisci-Quercetum rotundifoliae* qui se présente sous deux aspects.

La chênaie forestière : *Pistacio lentisci-Quercetum rotundifoliae smilacetosum*, correspond à un taillis dense impénétrable très riche en lianes sclérophylles.

La dégradation de cette chênaie est représentée par des taillis de chêne vert et cistes (*Cisto salviifolii-Quercetum rotundifoliae ericetosum arboreae*) dont les différentielles *Erica arborea*, *Pistacia lentiscus*, *Olea europea*, *Smilax aspera* témoignent d'un passé plus forestier correspondant au *Pistacio-Quercetum* ou au *Smilaci-Quercetum*.

La chênaie ouverte : *Pistacio lentisci-Quercetum rotundifoliae pinetosum halepensis*, qui se distingue par l'apparition du pin d'Alep et d'espèces de matorral. Cet aspect du groupement rappelle le *Smilaci-Quercetum rotundifoliae* décrit par Zeraia. Il en diffère toutefois, par l'absence de *Ceratonia siliqua* et *Prasium majus* liée à sa situation plus alticole, à la base du mésoméditerranéen.

2 - Série thermoméditerranéenne du *Quercus rotundifolia-Quercus coccifera*

En Oranie, sur les massifs des Traras, la chênaie thermophile, qui subit un impact humain plus important, se présente sous un aspect beaucoup plus ouvert, permettant le développement d'espèces héliophiles telles que *Calicotome intermedia*, *Ampelodesmos mauritanica* et *Chamaerops humilis*.

Le groupement préforestier caractéristique correspond au *Calicotome intermediae-Quercetum rotundifoliae* rattaché à l'alliance *Calicotome intermediae-Quercion cocciferae*. Il occupe une tranche altitudinale assez large (700-1100 m) lui permettant de déborder sur l'étage mésoméditerranéen.

Son type thermophile, *arbutetosum unedi* est différencié par la présence d'*Arbutus unedo*, *Erica arborea*, *Cistus ladaniferus* var. *petiolatus* et *Lavandula stoechas* qui indiquent un substrat siliceux. Quant à *Ulex parviflorus* et *Cistus sericeus*, ils témoignent d'une possible évolution régressive vers les matorrals de l'*Ulici africani-Cistetum sericei* Quézel et al. 1992, non étudiés dans le cadre de ce travail.

Dans les monts du Tessala et de Tiaret par contre, il s'agit d'une chênaie fermée où les espèces de matorrals sont totalement absentes. Mais les espèces thermophiles sont plus faiblement représentées en raison de sa situation à la partie supérieure du thermo-méditerranéen et au plancher du méso-méditerranéen. Le *Pistacio terebinthi-Quercetum rotundifoliae* reste toutefois affiliée à l'alliance thermophile *Quercus-Oleion*.

Sa dégradation est, dans ce cas, marquée par l'abondance d'espèces nitrophiles au niveau

de la strate herbacée. Le *Calicotomo-Quercetum rotundifoliae* en constitue le manteau préforestier.

Etage méso-méditerranéen

1-Série méso-méditerranéenne du *Quercus rotundifolia*

Par rapport à la précédente, cette série tient une place plus importante dans le Tell algérien. Elle est observée depuis l'Ouarsenis jusqu'au Djurdjura sur une tranche altitudinale variant de 700 à 1400 m. Le substrat est de nature variée (grès, schistes, calcaires...)

Cette série est représentée par plusieurs associations rattachées au *Balansaeo glaberrimae-Quercion rotundifoliae* Barbéro, Quézel et Rivas-Martinez 1981 :

Sur les massifs du Zaccar, de l'Atlas blidéen et du Djurdjura, le *Cytiso villosi-Quercetum rotundifoliae* représente la chênaie la plus mésophile, développée sur substrat siliceux. Les conditions hydriques y sont, en effet, très favorables au développement des feuillus tels que : *Acer obtusatum*, *Acer opalus*, *Prunus avium* et *Prunus insititia* qui individualisent le type *prunetosum avii* rencontré surtout dans l'Atlas blidéen (Mouzaïa, Chréa).

L'impact humain se traduit au niveau de ce groupement, par la raréfaction des espèces exigeantes des *Quercetea pubescentis* Doing Kraft 1955 et des *Quercetea ilicis* Br.-Bl. 1947 et l'invasion par des espèces nitrophiles des *Stellarietea mediae* (Br.-Bl. 1931) Lohm.preisg. et Tx 1950.

Toujours sur l'Atlas blidéen et le Djurdjura, ainsi que sur les massifs de l'Ouarsenis, de Guenzet et des Babors, le *Balansaeo glaberrimae-Quercetum rotundifoliae* Barbéro, Quézel et Rivas-Martinez 1981 occupe les terrains plutôt pentus et généralement calcaires en bioclimat sub-humide et humide frais et froids. Il se présente sous deux formes :

- l'une, mésophile et à tendance froide (*phlomidetosum bovei*) qui déborde largement sur l'étage supra-méditerranéen ;

- l'autre, sensiblement plus thermophile (*galietosum tunetanae*) marquée par la présence d'espèces préforestières.

En situation plus continentale, sur les Monts de Tlemcen, Daya, Hodna, Boutaleb, Senalba, Belezma et Aurès, le *Festuco triflori-Quercetum*

rotundifoliae Dahmani 1984 *viburnetosum* occupe une position charnière entre le méso et le supra-méditerranéen.

Cette association forestière, qui se caractérise par un couvert dense abritant en sous-bois des arbustes sciaphiles tels que *Viburnum tinus* et *Ruscus aculeatus* occupe, par rapport au *Balansaeo-Quercetum* des localités plus sèches (semi-aride à sub-humide frais et froids).

La dégradation du *Cytiso villosi-Quercetum rotundifoliae* favorise le développement de taillis à chêne vert-diss-genêt, dont la nature siliceuse du substrat est soulignée par l'abondance de *Cistus salviifolius*, *Cistus monspeliensis* et *Lavandula stoechas*. Ces taillis s'intègrent dans l'alliance *Genistotricuspidatae-Calicotomion spinosi*.

Ils se présentent sous divers aspects, selon leur situation altitudinale :

- les taillis de moyenne altitude : *Cisto salviifolii-Quercetum rotundifoliae juniperetosum oxycedri*, où l'on note encore la présence des caractéristiques des *Quercetalia ilicis* rappelant le *Cytiso-Quercetum* ;

- les taillis relativement plus alticoles : *Cisto salviifolii-Quercetum rotundifoliae saturejetosum vulgaris*, où le rôle des espèces des *Cisto-Lavanduletea* est moins marqué. Leur dégradation est indiquée par l'abondance de géophytes (*Asphodelus*, *Ferula*) et de thérophytes nitrophiles. La présence, à leur niveau, d'espèces des *Quercetea pubescentis* indiqueraient leur lien dynamique avec la chênaie-cédraie du *Cedro atlanticae-Quercetum rotundifoliae* Abdessemmed 1981.

Sur substrat calcaire, la dégradation du *Balansaeo-Quercetum rotundifoliae* favorise le développement de taillis à chêne-calicotome-diss, organisés en bouquets espacés au sein de pelouses thérophytiques.

A moyenne altitude, ces taillis, représentés par la sous-association *Calicotomo spinosi-Quercetum rotundifoliae ampelodesmetosum*, sont caractérisés par la présence d'espèces exigeantes sur le plan thermique telles que *Pistacia terebinthus*, *Jasminum fruticans* et *Spartium junceum*.

Dans les monts de Tlemcen et de Daya, en ambiance plus xérique, ces taillis, *Calicotomo spinosi-Quercetum rotundifoliae genistetosum atlanticae*, s'appauvrissent en espèces forestières et préforestières. Les espèces de matorrals y

prennent plus de place, notamment les occidentales comme *Genista atlantica*. En fait, dans l'Ouest algérien, ces taillis sont représentés par le *Calicotomo intermediae-Quercetum rotundifoliae cocciferetosum* sur substrats calcaires et marno-calcaires et par le *Calicotomo intermediae-Quercetum rotundifoliae calicotometosum* sur substrats peu ou non calcaires.

Les stades de dégradation qui leur succèdent, semblent être :

- l'*Helianthemo racemosi-Genistetum atlanticae* Dahmani 1984 *globularietosum* qui correspond à un matorral à romarin-globulaire-alfa associés à des espèces des *Quercetea ilicis*.

- l'*Helianthemo racemosi-Genistetum atlanticae* Dahmani 1984 *pinetosum* très pauvre floristiquement qui marque le contact avec le pin d'Alep.

- le *Centaureo tenuifoliae-Genistetum atlanticae* Dahmani 1984 *stipetosum tenacissimae* qui indique le passage vers la steppe à alfa.

Ces trois dernières associations s'intègrent dans le *Genisto atlanticae-Cistion villosi* Dahmani 1984 alliance occidentale qui réunit les matorrals mésoméditerranéens.

Etage supra-méditerranéen

1 - Série supraméditerranéenne du *Quercus rotundifolia*

Les chênaies alticoles supraméditerranéennes apparaissent généralement à partir de 1250-1300m et peuvent s'élever jusqu'à 1700m selon leur situation latitudinale. Le type le mieux conservé, est représenté par le *Balansaeo glaberrimae-Quercetum rotundifoliae phlomidetosum bovei* Barbéro, Quézel et Rivas-Martinez 1981, chênaie dense où règne une ambiance forestière et fraîche, observée dans l'Ouarsenis, l'Atlas blidéen, le Djurdjura et Guenzet. Sa régression est marquée par l'apparition de taillis à chêne vert-calicotome-diss (*Calicotomo spinosi-Quercetum rotundifoliae juniperetosum oxycedri*). Malgré l'ouverture de ces taillis, ils conservent encore sous leur couvert des espèces forestières plus ou moins sciaphiles (*Aristolochia longa*, *Lonicera implexa*,...) témoins de leur passé forestier.

En situation plus xérique, dans les Monts de Tlemcen et de Saida, l'Ouarsenis, les Monts du Hodna, Boutaleb, les Aurès et le Senalba, il est remplacé par le *Festuco triflori-Quercetum rotundifoliae* Dahmani 1984 *pistacietosum terebinthi*, chênaie plus ouverte permettant l'ap-

parition d'arbustes héliophiles et surtout d'espèces de matorrals. L'intensification de la dégradation aboutit d'ailleurs à leur remplacement par des taillis et matorrals clairs du *Centaureo tenuifoliae-Genistetum atlanticae quercetosum rotundifoliae* et du *Centaureo-Genistetum pinetosum halepensis*, identifiés dans les Monts de Tlemcen (DAHMANI, 1984) et non échantillonnés dans le cadre de ce travail.

Une autre forme de dégradation de la chênaie verte froide est le *Sideritido incanae-Cistetum cretici*, rencontré surtout sur les massifs des Aurès, les monts du Hodna et de Boutaleb mais qui peut s'étendre au Nord jusqu'aux Monts du Titteri et à l'Est jusqu'à Tebessa. Il occupe les bioclimats semi-aride et sub-humide froid entre 1200 et 1600m d'altitude.

Il s'agit de taillis et matorrals de chêne vert- genévrier oxycèdre associés parfois au pin d'Alep, se présentant en bouquet généralement peu denses. Mise à part la présence de quelques arbustes des *Quercetea ilicis* (*Phillyrea*, *Rhamnus*, *Calicotome*, *Jasminum*), le cortège floristique est constitué d'espèces des *Rosmarinetea*.

Le groupement forestier correspondant pourrait être représenté par le *Festuco triflori-Quercetum rotundifoliae* Dahmani 1984. Leur dégradation se traduit par l'extension de matorrals bas à chêne vert, genêt tricuspidé, diss-calicotome infiltrés par les caractéristiques des *Erinacetalia* Quézel 1952. Il s'agit du *Coronillo minimae-Centaureetum parviflorae* observé dans la région tellienne semi-continentale des secteurs algérois et constantinois en bioclimat semi-aride et sub-humide froids. Selon l'intensité de la dégradation, nous distinguons plusieurs formes :

- le *Coronillo minimae-Centaureetum parviflorae ampelodesmetosum* où subsistent encore des vestiges préforestiers.

- le *Coronillo minimae-Centaureetum parviflorae genistetosum* qui correspond à une fruticée à *Genista tricuspidata* où abondent des hémicryptophytes épineuses épargnées par le bétail.

- le *Coronillo minimae-Centaureetum parviflorae helianthemetosum crocei* qui représente la forme la plus dégradée. En fait, cet aspect du groupement, pourrait représenter la dégradation de taillis de chêne vert-genévrier oxycèdre avec ou sans genévrier rouge, de taillis de chêne vert-cèdre et de pinèdes à chêne vert de l'Atlas saharien algéro-constantinois, du Tell constantinois et des Aurès.

A son niveau, il y aurait donc convergence de trois séries.

2 - Série supraméditerranéenne de *Cedrus atlantica-Quercus rotundifolia*

La cédraie pure n'a pas fait l'objet de ce travail. Seules les formations auxquelles participent le chêne vert ont été étudiées.

En ambiance sub-humide et humide fraîche et froide, sur les massifs de l'Ouarsenis et de l'Atlas blidéen, nous retrouvons le *Balansaeo-Cedretum atlanticae* Quézel, Barbéro et Benabid 1987 : chênaie-cédraie dans laquelle persistent encore les caractéristiques du *Balansaeo-Quercion*, alliance à laquelle elle s'intègre.

Au niveau des Aurès, à partir de 1400m, se développe des taillis assez dense de chêne vert-génévrier oxycède associés parfois à *Acer monspessulanum* et *Fraxinus xanthoxyloides*. Les espèces du *Balansaeo-Quercion* y sont totalement absentes. On y retrouve, par contre, les caractéristiques des *Quercio-Cedretalia* Barbéro, Loisel et Quézel 1974 et du *Lamio-Cedrion* Abdessemed 1981 auxquels ils se rattachent. Il s'agit d'une chênaie verte en voie d'envahissement par le cèdre, représentée par le *Cedro atlanticae-Quercetum rotundifoliae juniperetosum oxycedri*. Sa dégradation se traduit par l'extension de clairière herbacée du *Festucion algeriensis* Quézel 1957. Au delà de 1600m, le chêne vert buissonnant différencie la sous-association *Ranunculo spicati-Cedretum atlanticae quercetosum rotundifoliae* Abdessemed 1981.

3 - Série supraméditerranéenne présteppe du *Quercus rotundifolia-Juniperus turbinata*

Les groupements présteppe inclus dans notre étude, sont pour la plupart très dégradés. Ils sont, en effet, souvent représentés par des formations de matorrals. Le seul groupement préforestier auquel participe le chêne vert est observé sur l'Atlas saharien entre 1200m et 1650m d'altitude en bioclimat semi-aride froid. La dominance au niveau de la strate arbustive du chêne vert et des genévriers rappelle le *Buxo balearicae-Quercetum rotundifoliae* Quézel et Barbéro 1981 considéré comme étant le groupement climacique. Toutefois l'absence de *Buxus balearica* et d'*Ephedra major* et la plus grande fréquence des espèces des *Pistacio-Rhamnetalia* nous a amené à définir un *Junipero turbinatae-Quercetum rotundifoliae* dont la signification dynamique reste à préciser. Notons que ce groupement représente, sur le revers Sud de l'Atlas

saharien, la chênaie la mieux conservée en limite méridionale de son aire de répartition.

Une dégradation plus avancée favorise le développement sur l'Atlas saharien centro-oriental, toujours dans le semi-aride froid, de matorrals à *Quercus rotundifolia*, *Genista microcephala*, *Rosmarinus officinalis*, *Genista speciosa* (*Genista microcephalae-Rosmarinetum officinalis*). La présence, à leur niveau, de *Juniperus turbinata* pourrait indiquer leur lien dynamique avec le groupement précédent.

CONCLUSION

La vaste amplitude bioclimatique du chêne vert liée à ses capacités d'adaptation au stress hydrique et thermique est traduite par la diversité des structures de végétation auxquelles il participe notamment au niveau des étages thermo, méso et supraméditerranéen. Toutefois la typologie proposée est loin d'être exhaustive dans la mesure où elle se rapporte aux seuls groupements à chêne vert. Une analyse élargie à l'ensemble de la végétation permettrait de préciser davantage les limites et la signification biologique des étages de végétation envisagés dans cette étude et dresser par ailleurs, un schéma plus complet de la zonation altitudinale de la végétation en Algérie.

En ce qui concerne la notion d'étage de végétation, sa signification thermique semble maintenant bien établie avec néanmoins une variation des seuils thermiques et altitudinaux en fonction des régions considérées. Aussi doit-on, de la même manière, admettre sa définition biologique malgré la variabilité du contenu biocoénotique sans pour autant introduire une nouvelle nomenclature.

Le maintien de la spécificité biologique de l'étage de végétation est, à notre sens, important en tant que repère pouvant remédier à l'insuffisance voire l'absence dans de nombreux cas de données climatiques et notamment thermiques.

BIBLIOGRAPHIE

- ACHAAL A., AKABLI O., BARBERO M., BENABID A., MHIRIT O., PEYRE C., QUEZEL P. et RIVAS-MARTINEZ S., 1980.- A propos de la valeur bioclimatique et dynamique de quelques essences forestières au Maroc. *Ecol. Medit.* 5 : 211-249.

- BARBERO M. et QUEZEL P., 1984.- Caractérisation bioclimatique des étages de végétation forestière sur le pourtour méditerranéen. Aspects méthodologiques posés par la zonation. *Doc. Ecol. Pyrénéenne*. III-IV : 49-56.
- BEAULIEU J. L. de, PONS A., REILLE M. et TRIAT H., 1979. - L'histoire de la forêt et de l'action de l'homme sur la nature en région méditerranéenne. *Extrait de Calanques et Montagne*, N°220, 16p.
- BENABID A., 1976.- Etudes écologiques, phytosociologiques et sylvo-pastorale de la tétraclinaie de l'Amsittene. Thèse 3^e cycle, *Univ. Droit, Econ., Sci.*, Aix-Marseille III, 155 p.
- BORTOLI L., GOUNOT M. et JACQUINET J., 1969.- Climatologie et bioclimatologie de la Tunisie septentrionale. *Ann. Inst. Rech. Agron. de Tunisie*, 42, & ; 1-235 (annexes).
- DAHMANI-MEGREROUCHE M., (à paraître).- Le chêne vert en Algérie : syntaxonomie, phytoécologie et dynamique des peuplements. Thèse Doct. es Sci. Univ. H. BOUMEDIENE. Alger.
- EMBERGER L., 1939.- Aperçu général sur la végétation du Maroc *Veroff. Geobot. Inst. Rübel Zurich*, 14, 40-157.
- EMBERGER L., 1936.- Remarques critiques sur les étages de végétation dans les montagnes marocaines. *Bull. Soc. Bot. Suisse Vol. Jub. Inst. Rübel*, 46 ; 614-631.
- GUIOT J., KELLER T. et TESSIER L., 1995. - Relational databases in dendroclimatology and new non-linear methods to analyse the three response to climate and pollution. Proceedings of the international workshop on Asian and Pacific Dendrochronology : 17-23.
- HALIMI A., 1980.- L'Atlas blidéen- Climats et étages végétaux. OPU. Alger, 523p.
- LE HOUEROU H.-N., 1969.- La végétation de la Tunisie steppique. *Ann. Inst. Nat. Rech. Agron. Tunisie*, 42, 5, 617p.
- LE HOUEROU H.N., CLAUDIN J. et POUGET M., 1977. Etude bioclimatique des steppes algériennes. *Bull. Soc. Hist. Nat. Afr. Nord.*, 68 (3-4) : 33-74 + 1 carte h. t.
- MAIRE R., 1924.- Etudes sur la végétation et la flore du Grand Atlas marocain. *Mem. Soc. Sc. Nat. Maroc*, 4 ; 1-220.
- MEDDOUR R., 1994.- Contribution à l'étude phytosociologique de la portion centro-orientale du parc national de Chrèa. Essai d'interprétation synthétique des étages et des séries de végétation de l'Atlas blidéen. Thèse Magister. *Inst. Nat. Agr. Alger*. 330p.+Ann.
- MICHALET R., 1991.- Nouvelle synthèse bioclimatique des milieux méditerranéens. Application au Maroc septentrional. *Rev. Ecol. Apl. Grenoble*, tome I : 60-80.
- OZENDA P., 1975.- Sur les étages de végétation dans les montagnes du bassin méditerranéen. *Doc. Cart. Ecol. Grenoble*, XVI : 1-32.
- OZENDA P., 1982.- Les végétaux dans la biosphère. *Dom. Ed.*, Paris, 431p.
- QUEZEL P., 1976. - Les forêts du pourtour méditerranéen : Ecologie, conservation et aménagement. UNESCO, Note technique du MAB, 2 : 9-33.
- REILLE M., 1977.- Contribution pollenanalytique à l'histoire holocène de la végétation des montagnes du Rif (Maroc septentrional) X^{ème} congrès INQUA, Birmingham. Supplément au bulletin AFEQ, 50, 53-76.
- RIVAS-MARTINEZ S., 1982.- Etages bioclimatiques, secteurs chronologiques et séries de végétation de l'Espagne méditerranéenne. *Ecologia Mediterranea*, VIII (1/2) : 275-299.
- RIVAS-MARTINEZ S., BASCONES J.C., DIAZ T.E., FERNANDEZ-GONZALES F. et LOIDI J., 1991.- Vegetacion del Pirineo occidental y Navarra. *Itinera Geobot.* 5 : 5-456.
- RIVAS-MARTINEZ S., 1994.- Bioclimatic classification system of the Earth. *Folia Botanica Madridensis*. 12.
- SAUVAGE Ch., 1963.- Etages bioclimatiques. Notice et Carte au 1/2.000.000, Atlas du Maroc. Sect. II, Pl. 6b. Comité géographie, Maroc. 44p.
- SELTZER P., 1946.- Le climat de l'Algérie. *Inst. Météor. et de Phys. du Globe. Univ. Alger*. 219p. + Carte h.t.
- ZERAIA L., 1981.- Essai d'interprétation comparative des données écologiques, phénologiques et de production subéro-ligneuses dans les forêts de chêne liège de Provence et d'Algérie. Thèse Doct es Sci., Aix-Marseille 367p. + annexes.

Etude synécologique des forêts de *Quercus vulcanica* des environs d'Isparta-Egirdir (Turquie)

Lâtif KURT*, Yildirim AKMAN*, Pierre QUEZEL***,
Tuna EKIM** et Ebru DEMIRYÜREK*

RÉSUMÉ

Les auteurs proposent une interprétation syntaxinomique, des forêts constituées par *Quercus vulcanica*, dans la région d'Isparta-Egirdir, sur le revers nord du Taurus centro-occidental. Elle répondent à une association nouvelle, le *Diantho cibrarii-Quercetum vulcanicae* situé à l'horizon supérieur de l'étage supraméditerranéen et en bioclimat humide froid, et floristiquement très bien définie. Elle s'inclut dans l'ordre des *Querco-cedretalia libani*. L'intérêt patrimonial de ce groupement végétal est souligné.

MOTS-CLES : *Quercus vulcanica*, syntaxinomie, écologie, valeur patrimoniale

SUMMARY

The authors analyse the syntaxinomic value of the *Quercus vulcanica* forests in the Isparta-Egirdir vicinities, on the northern slopes of the Tauros Mountains. A new association is described: *Diantho cibrarii-Quercetum vulcanicae*, localized at the supra-mediterranean "étage" and in the cold variant of the humid bioclimate. This association floristically very distinct, belong to the *Querco-cedretalia libani*. The patrimonial value of this is emphasized.

KEY WORDS : *Quercus vulcanica*, syntaxinomy, ecology, patrimonial value

INTRODUCTION

Quercus vulcanica (Boiss. & Heldr.) Kotschy, représente la seule espèce de *Quercus* endémique de l'Anatolie et donc de Turquie. Son aire de répartition a été précisée notamment par YALTIRIK (1984) après DAVIS (1980, in Flora of Turkey). Présent actuellement sur les marges sud-occidentales du plateau anatolien, il est en constante régression à la suite de l'accroissement de l'impact anthropique et en particulier du pastoralisme, alors que selon OCAKVERDY (1991) il était bien plus largement réparti avant le défrichement quasi général de la steppe anatolienne occidentale. Sur le plan taxinomique, ce chêne se situe à proximité de *Q. sessiliflora*, et a même été considéré par BOISSIER comme une

simple variété (var. *pinnatifida*) de ce dernier ; par la forme de ses feuilles, il est également proche de *Q. frainetto*.

En raison de l'extrême effritement de ses peuplements, il était nécessaire avant qu'il ne soit trop tard, de tenter une analyse syntaxinomique des structures de végétation constituées par cette espèce. Bien que présent notamment sur le Türkmen dag (Kütahya), le Sultan dag (Akssehir) le Karadag (Konya), le Kumalar dag (Afyon), c'est dans la région d'Isparta-Egirdir qu'il constitue encore des peuplements forestiers assez bien conservés, et c'est dans cette région qu'il nous a été possible de les étudier, en particulier dans les environs de Kovado-Gökbelenköy.

* University of Ankara, Science Faculty, Department of Biology, Ankara, Turkey

** University of Gazi, Science Faculty, Department of Biology, Ankara, Turkey

*** Ecologie méditerranéenne, Faculté des Sciences de Saint-Jérôme, Marseille, F.

Quercus vulcanica est présent entre 1300 et 1800 m, soit à l'état pur, soit en mélange avec *Cedrus libani*, *Quercus cerris*, *Acer hyrcanum*, et bien plus rarement avec *Pinus nigra* subsp. *pallasiana*.

APERÇU GEOGRAPHIQUE, GEOLOGIQUE ET CLIMATOLOGIQUE

La région étudiée se situe à une vingtaine de kilomètres au sud d'Egirdir et à environ 50 km au nord d'Antalya. Elle est constituée par les chaînons septentrionaux du Taurus, en lisière sud de la steppe anatolienne et à proximité des lacs d'Egirdir et de Beyshehir. Ces massifs calcaires dépassent largement les 2000 m d'altitude et atteignent localement près de 3000 m sur l'Anamas dag. Ils sont essentiellement constitués

par des sédiments mésozoïques et Miocènes, d'origine marine.

Le climat local peut être précisé à partir des données relatives à la station d'Egirdir située à 950 m d'altitude (AKMAN & DAGET 1971, AKMAN, 1981) (Tableau 1). Les précipitations annuelles sont de 723,3 mm ; la saison la plus arrosée est l'hiver, et notamment les mois de décembre à mars ; la sécheresse estivale s'étend sur les mois de juin à août. La pluviosité estivale (PE) est de 36,3 mm et le régime pluviométrique saisonnier est de type méditerranéen oriental, première variante (H.P.A.E.). Du point de vue thermique la température moyenne annuelle est de 13,5°C ; les valeurs de M et de m sont respectivement de 28,2°C et de 1,4°C. En fonction de ces critères, le bioclimat est de type méditerranéen sub-humide frais (Tableau 2).

Tableau 1
Les données climatiques d'Egirdir

Mois	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII	Année
Pluviosité (mm)	148.8	97.1	71.0	60.9	47.1	24.8	5.3	6.2	20.0	45.7	55.5	149.9	723.3
T (°C)	3.4	4.0	6.9	11.5	16.4	21.1	24.1	24.1	20.2	14.6	10.0	5.6	13.5
m (°C)	1.4	1.5	3.9	7.6	12.1	16.5	19.6	19.8	16.2	11.0	7.4	3.7	10.0
M (°C)	5.8	7.0	10.3	15.3	20.4	25.0	28.0	28.2	24.4	17.9	13.0	7.8	16.9

Tableau 2
Données bioclimatiques

Station	Altitude (m)	P (mm)	PE (mm)	<u>M</u>	<u>m</u>	Q2	S		Bioclimat
Egirdir	950	723.3	36.3	26.2	1.4	93.7	1.2	H.P.A.E.	Climat médit. sub-humide frais

LES STRUCTURES DE VEGETATION

L'analyse syntaxinomique des 8 relevés réalisés dans la région, selon les méthodes classiques de l'école zuricho-montpelliéraine, a permis d'individualiser une association nouvelle décrite ici sous le nom de *Diantho cibrarii-Quercetum vulcanicae* (Tableau 3). Nos relevés, dont la localisation est fournie par ailleurs, ont été réalisés entre 1350 et 1500 m dans des zones où la forêt de *Quercus vulcanica* est pratiquement pure et encore en bon état. A sa partie supérieure, elle est en contact avec des

peuplements à *Abies cilicica* et *Cedrus libani*, avec localement quelques individus de *Quercus cerris* var. *cerris*, alors qu'à sa partie inférieure elle cède la place à des formations dominées par *Pinus brutia* et à des matorrals arborés *Arbutus andrachne*, *A. unedo* et *Genista acanthoclada*.

Du point de vue physiologique, ces forêts à *Quercus vulcanica* présentent un recouvrement élevé et en général compris entre 90 et 100 % ; les arbres peuvent atteindre 20 à 30 m de hauteur ; les plus gros individus présentent un diamètre compris entre 100 et 150 cm, l'âge des plus vieux se

Tableau 3
Diantho cibrarici - Quercetum vulcanicae ass. nova

Numéro du relevé	1	2	3	4	5	6	7	8	Présences
Altitude (m)	1550	1550	1350	1400	1350	1450	1450	1500	
Pente (%)	5	10	15	10	15	20	10	5	
Exposition	SE	SE	SW	SW	SE	SE	SW	SW	
Substrat	Calc.	Calc.	Calc.	Calc.	Calc.	Calc.	Calc.	Calc.	
Espèces caractéristiques et différentielles									
<i>Quercus vulcanica</i>	44	44	34	44	44	44	34	34	8
<i>Scutellaria rubicunda</i> subsp. <i>brevibracteata</i>	+1	+1	.	+1	.	+1	+1	+1	6
<i>Poa speluncarum</i>	+1	11	.	+1	+1	.	+1	+1	6
<i>Dianthus cibrarius</i>	+1	+1	+1	+1	.	+1	.	+1	6
<i>Scaligeria capillifolia</i>	+1	+1	.	.	+1	+1	.	.	4
Espèces du <i>Lonicero-Cedrion</i>									
<i>Acer hyrcanum</i> subsp. <i>sphaerocarpum</i>	+1	.	+1	.	+1	+1	.	+1	5
<i>Cedrus libani</i>	.	.	.	11	.	.	11	11	3
Espèces du <i>Quercu-Cedretalia libani</i>									
<i>Vicia cracca</i> subsp. <i>stenophylla</i>	+1	.	.	.	+	+	12	12	5
<i>Paeonia mascula</i> subsp. <i>mascula</i>	.	.	+1	22	.	.	22	22	4
<i>Quercus trojana</i>	.	.	.	.	+1	+1	12	.	3
<i>Milium vernale</i>	+	+	.	.	+	.	.	.	3
<i>Doronicum caucasicum</i>	.	.	11	12	.	.	.	.	2
<i>Galium peplidifolium</i>	.	.	.	.	+	+	.	.	2
<i>Turritis laxa</i>	.	.	.	.	.	.	11	+1	2
<i>Cotoneaster nummularia</i>	.	.	.	+	.	.	+	.	2
Espèces du <i>Quercetea pubescentis</i> et des <i>Quercu-Fagea</i>									
<i>Clinopodium vulgare</i>	11	11	+1	.	.	.	11	11	5
<i>Astrantia maxima</i> subsp. <i>haradjianii</i>	.	.	+	+	.	.	+	+	4
<i>Geum urbanum</i>	11	11	+1	.	.	.	.	.	3
<i>Fragaria vesca</i>	+1	+1	+	.	.	.	.	.	3
<i>Lathyrus laxiflorus</i>	.	.	11	+	+	.	.	.	3
<i>Coronilla varia</i>	.	.	11	12	.	.	+	.	3
<i>Brachypodium sylvaticum</i>	.	.	.	.	.	.	+	11	2
<i>Euonymus latifolius</i>	+	.	.	.	+	.	.	.	2
<i>Sorbus torminalis</i> subsp. <i>torminalis</i>	.	.	.	.	.	.	+	+	2
<i>Sanicula europaea</i>	.	.	+	+	.	.	.	.	2
<i>Agrimonia agrimonioides</i>	.	.	+	+	.	.	.	.	2
<i>Teucrium chamaedrys</i>	.	.	.	.	.	.	+	+	2
Autres espèces									
<i>Asyneuma michauxioides</i>	+	.	+	.	+	+	21	11	6
<i>Artemisia absinthium</i>	11	11	+	+	+	.	.	.	5
<i>Myrrhoides nodosa</i>	11	11	+	+	.	.	.	.	4
<i>Salvia dichroantha</i>	+	+	+	+	.	.	.	.	4
<i>Silene alba</i>	.	.	11	+	.	.	+	+	4
<i>Dactylis glomerata</i>	.	.	.	.	+	+	+	+	4
<i>Galium tricornutum</i>	22	22	.	.	+	+	.	.	4
<i>Nepeta cilicica</i>	.	.	+	+	.	.	+	.	3
<i>Trifolium ochroleucum</i>	11	.	+	.	.	.	.	.	2
<i>Salvia grandiflora</i>	.	.	.	+	+	.	.	.	2

situant aux alentours de 600 ans. La strate inférieure, essentiellement herbacée est relativement peu développée, et les thérophytes plus ou moins liés au parcours sont relativement abondants. La strate arbustive est pratiquement absente en dehors des régénérations de *Q. vulcanica*.

L'association décrite ici, peut être facilement caractérisée, d'une part par *Quercus vulcanica* lui-même, mais aussi par diverses espèces généralement rares ou très rares ailleurs en Anatolie, et toutes à aire de répartition restreinte ou disjointe. *Scaligeria capillifolia*, *Poa speluncarum* et *Scutellaria rubicunda* subsp. *brevibracteata*, sont des endémiques des chaînes Tauriques voire de l'Amanus, les deux premières à répartition plutôt orientale, la troisième plutôt occidentale. *Dianthus cibrarius* de son côté est une rare ouest-anatolienne. Le cortège floristique global se rattache aisément aux *Querco-cedretalia libani*, dont les caractéristiques sont ici bien représentées (AKMAN, BARBERO & QUEZEL 1978), et aux *Quercetea pubescentis*. Pour ce qui est de l'alliance, notre groupement doit être rattaché au *Lonicero nummulariaefoliae-Cedron libani* Quézel, Barbéro et Akman 1978, caractérisé ici par *Acer hyrcanum* subsp. *sphaerocarpum*, mais encore par *Asyneuma michauxioides* dont l'aire de répartition globale se superpose assez exactement à la localisation géographique de cette alliance qui occupe donc le Taurus occidental à l'ouest du sillon d'Antalya, mais également la région étudiée ici.

Du point de vue écologique, le *Diantho cibrarii-Quercetum vulcanicae*, représente un groupement de type franchement forestier, localisé sur les substrats calcaires du Taurus d'Isparta, installé sur des sols bruns forestiers épais ou assez épais, dans une région où les précipitations doivent se situer aux environs de 1000 mm. Du point de vue altitudinal, cette association est localisée dans l'horizon supérieur de l'étage supra-méditerranéen, alors qu'à l'état d'individus isolés, *Quercus vulcanica* peut atteindre le montagnard méditerranéen au niveau de la cédraie-sapinière, mais également l'horizon inférieur du supra-méditerranéen, alors en associations avec *Pinus brutia* ; elle se situe essentiellement dans la variante froide du bioclimat méditerranéen humide.

CONCLUSIONS

Le *Diantho cibrarii-Quercetum vulcanicae* défini dans ce travail, représente très certainement le seul groupement forestier écologiquement en équilibre et floristiquement bien défini, constitué par *Quercus vulcanica* en Anatolie. Son intérêt est donc considérable puisque *Quercus vulcanica* est le seul chêne endémique turc, et que son aire de répartition générale est en voie de contraction très rapide. Cette association, géographiquement localisée, constitue de plus une structure caducifoliée typique, alors que dans le Taurus (AKMAN, BARBERO & QUEZEL 1980) ce sont plus généralement les forêts de conifères ou sclérophylles qui dominent. *Quercus vulcanica* représente sur le plan économique un arbre de valeur, dont le bois est largement utilisé par les populations locales, notamment comme bois d'oeuvre. Sur le plan purement floristique il n'est pas inutile de signaler encore la présence parmi les caractéristiques d'un nombre assez important d'espèces rares ou à aire disjointe, particulièrement fréquentes au niveau de cette association.

Il n'est pas douteux que, devant les menaces essentiellement d'origine anthropique et pastorale qui s'accroissent sur les marges des plateaux anatoliens, l'ensemble des structures forestières et tout spécialement celles constituées par cette espèce de *Quercus*, que des mesures de sauvegarde doivent être prises dans un avenir immédiat afin d'en assurer la sauvegarde. Il conviendrait en particulier, que la région étudiée ici, soit au moins en partie incluse dans les limites d'un Parc National, avant que les phénomènes de dégradation par l'homme et ses troupeaux, ne perturbent irrémédiablement leur équilibre écologique, voire leur existence.

BIBLIOGRAPHIE

- AKMAN, Y., 1982. Climats et bioclimats méditerranéens en Turquie, *Ecologia Mediterranea*, Tome 8, Fasc. 1/2, Marseille.
- AKMAN, Y. et DAGET, P.H., 1971. Quelques aspects synoptiques des climats de la Turquie *Bull. Soc. Long. Georg.* Tome 5, Fasc 3, 269-300.

- AKMAN, Y., BARBERO, M., et QUEZEL, P., 1978. Contribution à l'étude de la végétation forestière d'Anatolie méditerranéenne, *Phytocoenologia* 5(1), 1-79, Stuttgart.
- AKMAN, Y., BARBERO, M., et QUEZEL, P., 1979. Contribution à l'étude de la végétation forestière d'Anatolie méditerranéenne, *Phytocoenologia* 5 (2), 189-276, 5(3), 277-346, Stuttgart.
- DAVIS, P. H., 1965-1988. *Flora of Turkey and the East Egean Islands*. Vol. I-X, Edinburgh Univ. Press. UK.
- OCAKVERDI, H., ÇETIK, R., 1982. Sultan daglary Doganhisar (Konya) bölgesinin fitososyolojik ve fitoekolojik yönden incelenmesi. *S. Üni. Fen Derg.* Sayy 2, Seri B. 73-90.
- QUEZEL, P., BARBERO, M., AKMAN, Y., 1980. Contribution à l'étude de la végétation forestière d'Anatolie septentrionale. *Phytocoenologia*; 8 (3/4), 365-519. Stuttgart.
-

Sur la répartition actuelle et historique du chêne fagine (*Quercus faginea* Lam.) dans le sud-est de l'Espagne

Jesús García LATORRE* & Juan García LATORRE*

RÉSUMÉ

Le chêne fagine (*Quercus faginea*) est un chêne à feuillage caduc localisé en Afrique du Nord et dans la Péninsule Ibérique. Jusqu'à présent il n'avait jamais été mentionné dans le sud-est aride espagnol (province biogéographique de Murcie-Almería). Ce travail montre l'existence d'une population méconnue de rouvres dans cette région, dans un milieu écologique semi-aride absolument insolite pour l'espèce. On trouvera également dans ce travail des références archéologiques et historiques sur la présence de ce chêne dans le sud-est espagnol à des époques reculées. Ces références nous permettent de supposer que le chêne fagine eut, jusqu'au commencement des premières cultures chalcolithiques, une répartition plus grande qu'actuellement. Nous décrivons également quelques pratiques traditionnelles sur l'usage de cet arbre dans la province d'Almería (écimage, bois taillis, coupe des branches latérales).

MOTS-CLÉS : *Quercus faginea*, écologie historique, région aride, Espagne

ABSTRACT

The lusitanian oak (*Quercus faginea*) is a deciduous tree. Its principal populations are in North Africa and in the Iberian Peninsula. Until now this species had not been found in the arid Southeastern Spain. In this paper we make known a population of lusitanian oaks in Sierra Cabrera (Almería, SE Spain), in semiarid conditions absolutely unusual for this tree. We also show some archeological and historical references about the existence of this oak in this region in other times. These references allow us to suppose that this oak had a broader distribution in the Southeast until the beginning of the first chalcolithic cultures. Some traditional management practices (pollarding, coppicing, shredding) with this tree are described.

KEY WORDS : *Quercus faginea*, historical ecology, arid zones, Spain

INTRODUCTION

Le chêne fagine (*Quercus faginea* Lam.) est un arbre à feuillage caduc ou semi-caduc de la Méditerranée occidentale (RUIZ DE LA TORRE & CEBALLOS, 1979) n'existant en Europe que dans la Péninsule Ibérique (FERNÁNDEZ & REYERO, 1994). On a toujours pensé qu'il ne poussait, dans le sud-est de l'Espagne, que sur les versants nord des montagnes calcaires, à des

étages élevés et humides, principalement à l'étage bioclimatique supraméditerranéen de la province biogéographique Bétique (ALCARAZ ARIZA, 1984 ; VALLE, MOTA & GÓMEZ MERCADO, 1987 ; MARTÍNEZ PARRAS & PEINADO LORCA, 1987 ; MOTA POVEDA, 1993). Selon LAZARO & MATEO (1988) le chêne fagine est une espèce caractéristique de stations, en éclairées sous climat sub-humide, présentes seulement dans le sud-est espagnol dans quelques rares zones de montagne à l'étage supra-méditerranéen. PEINADO LORCA, ALCARAZ & MARTINEZ PARRAS (1992) mentionnent seulement quelques restes des forêts de ce chêne sur le versant nord de la Sierra

* Asociación para el Estudio del Paisaje en Zonas Áridas
C/González Garbín, 16
04001 Almería, Espagne



Figure 1.- Zone étudiée : A l'est de la ligne en tireté se trouve la province biogéographique de Murcie-Almería.

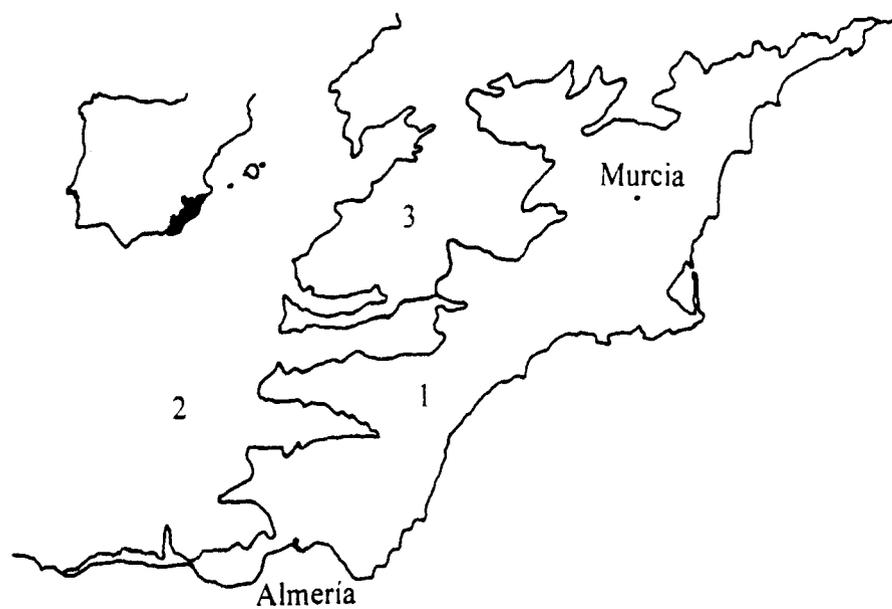


Figure 2.- Provinces biogéographiques du Sud-est espagnol. 1, Province de Murcie-Almería. 2, Province Bétique. 3, Province Castellano-Maestrazgo-Manchega. (PEINADO LORCA, ALCARAZ ARIZA & MARTINEZ-PARRAS, 1992).

España, dans la province chorologique Castellano-Maestrazgo-Manchega. ALCARAZ ARIZA & PEINADO LORCA (1987) ne parlent pas de formation de chênes fagine, ils n'évoquent même pas l'existence de l'espèce dans la province biogéographique la plus aride de l'Europe, celle de Murcie-Almería (figure 2).

Nous discuterons, dans cet article, de la présence d'une population de chêne fagine habitant une petite cordillère, la Sierra Cabrera, située dans la province chorologique de Murcie-Almería (secteur d'Almería), dans une zone écologique semi-aride absolument insolite pour l'espèce. Nous donnerons des références archéologiques et historiques sur la présence ancienne du chêne fagine dans cette région.

Nous apportons également des informations sur la présence de cet arbre dans d'autres localités du sud-est. Pour finir, nous faisons une hypothèse sur la répartition du chêne fagine à d'autres époques à partir de l'analyse de données historiques, archéologiques et des restes actuels.

MATÉRIEL ET MÉTHODES

Le présent travail fait partie d'une recherche plus large sur les paysages du sud-est aride de l'Espagne. Plusieurs auteurs ont montré (RACKHAM, 1978 ; PETERKEN, 1981 ; SALBITANO, 1988) que l'utilisation de données historiques apporte une vision intéressante pour l'interprétation du paysage. Dans la zone que nous étudions, l'action anthropique sur un milieu naturel très fragile a été tellement forte -notamment au 19^e siècle (GARCIA LATORRE & GARCIA LATORRE, 1996a)- qu'elle a effacé presque totalement les traces de formations végétales présentes jusqu'à une époque récente. C'est pourquoi les recherches fondées exclusivement sur des inventaires de la flore actuelle offrent une image appauvrie et déformée des écosystèmes de la région et de leurs tendances évolutives.

Pratiquement tous les auteurs qui ont écrit sur les paysages arides du sud-est espagnol sont d'accord pour attribuer aux communautés de buissons le rôle de végétation naturelle, avant même l'action destructrice de l'homme (CASTRO NOGUEIRA, 1982 ; ALCARAZ & PEINADO, 1987 ; BLANCA, 1991/92 ; GUIRADOROMERO, 1993 ; MOTA POVEDA, 1993). Notre recherche, fondée sur l'utilisation combinée d'information archéologique, d'analyse toponymique, de documents historiques et d'un travail exhaustif sur place, destiné à établir des cartes des derniers restes de forêts, est en train de donner une image

très différente des paysages en question (GARCIA LATORRE & GARCIA LATORRE, 1995 et 1996b). Jusqu'au 18^e siècle ce qui aujourd'hui est presque un désert était recouvert de forêts de pins d'Alep (*Pinus halepensis*), de chênes verts (*Quercus rotundifolia*) et d'arbousiers (*Arbutus unedo*). Dans les montagnes qui entourent ce secteur il y avait des forêts de pins Laricio (*Pinus nigra salzmannii*), chênes-lièges (*Quercus suber*) et de pins maritimes (*Pinus pinaster*). La documentation historique et l'étude de la toponymie nous ont permis de découvrir les traces actuelles de ces formations végétales qui avaient presque disparu. Ces traces avaient été complètement ignorées jusqu'à aujourd'hui par les chercheurs.

RÉSULTATS

Les chênes fagine de Sierra Cabrera

Le tableau 1 résume l'écologie du chêne fagine dans le sud-est de la Péninsule Ibérique et la figure 2 retrace les provinces biogéographiques de cette partie de l'Espagne. Le chêne fagine n'a été trouvé que dans la province biogéographique Bétique dans laquelle il apparaît comme faisant partie de quatre successions végétales, généralement à l'étage supraméditerranéen, quoique dans certaines enclaves ombreuses et humides il puisse descendre à l'étage mésoméditerranéen. Il apprécie les sols calcaires et il ne réussit à former des forêts que dans des zones très humides.

A présent, on ne le retrouve dans le monde végétal des montagnes bétiques que de façon isolée ou en bosquets peu étendus, situés dans des ravins ombreux très humides, sa présence ayant diminuée de façon vertigineuse par l'intervention humaine (MARTÍNEZ-PARRAS & PEINADO LORCA, 1987 ; VALLE, MOTA & GÓMEZ MERCADO, 1987 ; GÓMEZ MERCADO & VALLE TENDERO, 1988 ; VALLE TENDERO, GÓMEZ MERCADO, MOTA & DIAZ DE LA GUARDIA, 1989 ; BLANCA & MORALES, 1991 ; MOLERO MESA, PÉREZ RAYA & VALLE, 1992).

Nous avons déjà dit que ce chêne n'avait jamais été mentionné comme faisant partie intégrante de la province chorologique de Murcie-Almería. Nous en avons trouvé une petite population dans la Sierra Cabrera (figure 1) au coeur de cette province biogéographique, dans un milieu écologique inhabituel pour l'espèce.

La cote maximale de Sierra Cabrera est de 918 m au-dessus du niveau de la mer. Les sols de

Tableau 1

Successions végétales dans lesquelles apparaît le *Quercus faginea* dans le sud-est espagnol
 M : Mésoméditerranéen. S : Supraméditerranéen. C : Calcaire. Si : Siliceux. U : Ubac. A : Adret.
 Sources : 1. MARTÍNEZ PARRAS *et al.*, 1987 ; VALLE *et al.*, 1987 ; PEINADO *et al.*, 1992.
 2. MARTÍNEZ PARRAS *et al.*, 1987 ; MOTA POVEDA, 1993.
 3. PALLARÉS, 1991/92. 4. MARTÍNEZ PARRAS *et al.*, 1987. 5. ALCARAZ ARIZA, 1984.

Séries	Altitude	Etage bioclimatique	Sol	Exposition	Rôle
1. <i>Daphno-Aceretum granatensis</i> S	1200-1600	S	Ca	U	Forêt
2. <i>Berberi-Quercetum rotundifoliae</i> S	1500-1800	S	Ca	U/A	Forêt (Ubac)
3. <i>Adenocarpo-Quercetum rotundifoliae</i> S	900-1900	M-S	Si	U	Accompagnateur
4. <i>Paeonio-Quercetum rotundifoliae</i> S	800-1000	M	Ca	U	Accompagnateur
5. <i>Quercetum rotundifoliae</i> S	1000	M	Ca	U	Accompagnateur

Tableau 2

Climat des zones peuplées de *Quercus faginea*.

P : Précipitations moyennes annuelles. T : Température moyenne annuelle. Tao : Température moyenne au mois d'août. Tjan : Température moyenne au mois de janvier.
 Sources : PÉREZ PUJALTE *et al.*, 1988 ; PÉREZ PUJALTE *et al.*, 1989 ; DELGADO CALVO-FLORES *et al.*, 1991 ; AGUILAR RUIZ *et al.*, 1987.

	Sierra Cabrera (500 m)	Sierra de Gádor (1219-1700 m)	Albanchez (424-620 m)
P(mm)	322,6	518-667	278-293
T(OC)	16,5	10,4-13,4	17,8-18,9
Tao	25,6	19,9-22,5	26,2-27,2
Tjan	10	4,3-7	11,4-11,7

l'adret sont principalement siliceux alors que ceux de l'ubac sont rocheux, peu développés et calcaires. Le sommet de la Sierra retient les vents humides de la Méditerranée de sorte qu'elle devient un îlot «humide» (470 mm de précipitations) entouré de terres arides qui n'atteignent que 284-296 mm. La répartition de ces précipitations au cours de l'année est irrégulière, les plus fortes ayant lieu en octobre (PÉREZ PUJALTE *et al.*, 1989).

La population de chênes (approx. 50 arbres) se trouve sur l'ubac de la Sierra, à 500 m, dans un ravin très rocheux et en pente raide, le Ravin du Tiján (UTM 95.06 WG ; Carte : Turre 48-83, 1/25.000, Servicio Geográfico del Ejército). Le ravin est tout entier couvert de cultures en terrasses des fermes abandonnées. Les chênes occupent les affleurements rocheux et les talus entre les terrasses, où il fut impossible de cultiver. L'endroit est entouré de versants calcaires et rocaillieux, couverts d'une garrigue de *Rosmarinus officinalis*, *Genista spartioides*, *Ulex parviflorus*, *Cistus albidus*, etc.

Le tableau 2 fait une comparaison entre certains repères climatiques de cette zone et ceux de la Sierra de Gádor. Celle-ci, bien qu'elle fasse déjà partie d'une autre province biogéographique, la Bétique, c'est l'endroit le plus proche de la Sierra Cabrera où l'on peut trouver des roudres assez fréquemment à une altitude comprise entre 1450 et 1600 m, bien qu'ils n'arrivent pas à former de forêts.

Le tableau 3 représente quelques-unes des plantes qui poussent avec le chêne dans le ravin du Tiján. Ces espèces (palmiers *Chamaerops humilis*, chênes-kermès *Quercus coccifera*, oranges *Citrus sinensis*, caroubiers *Ceratonia siliqua*, etc), qui sont très liées dans notre région aux étages mésoméditerranéen et thermoméditerranéen, montrent bien l'aspect thermique de la zone. D'autre part, les plantes phréatophiles qui poussent au fond du ravin indiquent l'existence presque permanente d'eau dans le sous sol.

Tableau 3
Quelques plantes accompagnant le chêne dans le ravin du Tiján

<i>Juniperus oxycedrus</i>	<i>Amygdalus communis</i>	<i>Aristolochia baetica</i>	<i>Olea europaea europaea</i>
<i>Quercus coccifera</i>	<i>Rubus ulmifolius</i>	<i>Rhamnus alaternus</i>	<i>Phlomis purpurea</i>
<i>Lavatera maritima</i>	<i>Genista spartioides</i>	<i>Rhamnus lycioides</i>	<i>Rosmarinus officinalis</i>
<i>Celtis australis</i>	<i>Retama sphaerocarpa</i>	<i>Vitis vinifera</i>	<i>Chamaerops humilis</i>
<i>Ficus carica</i>	<i>Ceratonia siliqua</i>	<i>Pistacia terebinthus</i>	<i>Ruscus aculeatus</i>
<i>Cistus albidus</i>	<i>Ulex parviflorus</i>	<i>Citrus sinensis</i>	<i>Asparagus acutifolius</i>
<i>Salix sp.</i>	<i>Daphne gnidium</i>	<i>Hedera helix</i>	<i>Asparagus albus</i>
<i>Sorbus domestica</i>	<i>Osyris quadripartita</i>	<i>Nerium oleander</i>	<i>Smilax aspera</i>

Il existe des références historiques et archéologiques sur la présence du rouvre dans cette province biogéographique depuis des milliers d'années. Une équipe d'archéologues vient de découvrir des restes de ces arbres dans un gisement chalcolithique (3000-2250 av. J.C.) de la Sierra Cabrera, tout près du ravin du Tiján (Oliva Rodríguez Ariza, communication verbale). On a également trouvé des charbons de rouvre (RODRÍGUEZ ARIZA & VERNET, 1991) dans l'important gisement archéologique de Los Millares (environ 2500 av. J.C.), situé dans le secteur chorologique d'Almería. Le rouvre est mentionné dans certains documents du 18^e siècle dans la contrée de Sierra Cabrera (Archive de Simancas, leg. 572).

Jusqu'au début du 19^e siècle, les habitants du village de Albanchez, à la limite de cette province biogéographique, affirmaient que dans leur territoire municipal il existait des «encinas» (chêne vert, *Quercus rotundifolia*), des «pinos» (pins, *Pinus sp.*) et des «roble» (chênes *Quercus faginea*) (MIÑANO, 1826). «Roble» est le terme populaire pour «quejigo» (chêne fagine *Quercus faginea*) là où les autres *Quercus* (*Quercus pyrenaica*, *Q. robur*, *Q. humilis*) à feuilles caduques n'existent pas.

LE CHENE FAGINE DANS D'AUTRES LOCALITES DU SUD-EST ESPAGNOL

Au nord de la Sierra Cabrera, tout près de celle-ci, se trouve la Sierra de Bédar, située également dans le secteur chorologique d'Almería. On y a trouvé récemment un chêne fagine, dans un ravin aux roches calcaires, à 460 m d'altitude (UTM 87.18 WG, carte : Vera, 24-41, 1/50.000, Servicio Geográfico del Ejército, 1993). Cet arbre a gardé des traces d'une taille qui consiste à couper les branches latérales, car à force de tailler, il se forme des moignons tout au long du tronc, comparables à des verrues. On coupait les branches en été pour nourrir le bétail. RACKHAM (1978) décrit cette opération comme

une variante de l'écimage des arbres («shredding»). Cette pratique d'utilisation des arbres pour nourrir le bétail à des époques où le pâturage manquait a été très répandue dans le centre et dans le sud de l'Europe, ainsi que dans l'est asiatique (ANDERSEN, 1988). A Almería, c'était le sort, entre autres, du peuplier blanc (*Populus alba*), du peuplier noir (*Populus nigra*) et de l'orme (*Ulmus minor*).

La Sierra de Gádor est un massif montagneux, situé dans la province chorologique bétique, calcaire et très rocheux. Cependant, il existe sur l'adret de la sierra une petite partie orientée vers le nord-est (UTM 27.79 WF, Carte : Carcauz, 1/25.000, Instituto Geográfico Nacional, 1986) qui, avec des sols profonds et de bonne qualité, permet l'arboriculture des amandiers et des oliviers en terrasses. C'est ici qu'on trouve une autre petite population de rouvres, à 850-900 m d'altitude, qui occupent précisément le flanc très escarpé d'un ravin où on n'a jamais rien pu cultiver. On ne connaissait la présence du rouvre dans cette sierra qu'à des altitudes plus élevées. Il y a des toponymes qui font référence à cette espèce à 1550 m au dessus du niveau de la mer («Roble» [chêne], «Barranco del Roble» [Ravin du chêne]). Un document du 18^e siècle fait référence au chêne fagine sur l'adret de cette sierra (GOMEZ CRUZ, 1991). De nos jours, la cordillère est pratiquement déboisée à cause des activités minières et métallurgiques du siècle dernier (SANCHEZ PICON, 1996). Mais il est certain qu'il y avait des chênes fagine parmi les 500.000 arbres de la Sierra de Gádor que l'on utilisa, au minimum, pour la fonte des métaux entre 1818 et 1860 (SANCHEZ PICON, 1996).

Le chêne fagine a toujours été considéré dans le sud-est de l'Espagne comme un arbre qui vivait sur des terrains calcaires (MOTA POVEDA, 1993 ; VALLE, MOTA & GOMEZ MERCADO, 1987 ; MARTINEZ PARRAS & PEINADO LORCA, 1987). Or dans le passé, il semble aussi avoir occupé des terrains siliceux. La Sierra Nevada est un grand massif qui traverse une

partie de la province d'Almería, et nous y avons également trouvé des chênes fagine sur son ubac siliceux. Ce sont pour la plupart des petits arbres éparpillés dans les buissons. Il y en a un qui se fait remarquer ; il mesure 9 mètres de haut et possède un tronc de plus d'un mètre de diamètre. L'arbre est écimé et se trouve sur un flanc orienté au nord (UTM 06.08 WG, Carte : La Heredad, 1028-II, 1/25.000, Instituto Geográfico Nacional, 1982). Pas très loin de là, à 1450 m d'altitude, il y a un toponyme qui concerne les rouvres («Collado de los robles» [*Côteau des Chênes*]). Il est difficile d'interpréter le rôle de ces arbres isolés. MOTA & VALLE (1987) ne parlent d'aucune forêt à feuillage caduc sur l'adret de cette sierra. MOTA (1993) considère, de façon générale, que seulement les forêts de chênes verts (*Quercus rotundifolia*) sont possibles tout au long de la sierra. Cependant, selon un inventaire du 18^e siècle (GARCIA LATORRE & GARCIA LATORRE, 1996c), il y aurait 1015 «robles» (*chênes*) dans cette région. Par conséquent, il n'est pas impossible que l'espèce ait pu réussir à former des bosquets sur les versants orientés au nord.

CONCLUSION

Il n'est pas aisé d'expliquer la présence d'un arbre à feuilles caduques dans des régions arides, alors que de façon générale il occupe des zones humides en montagne (tableau 1). L'ubac de la Sierra Cabrera est une grande plateforme calcaire. L'eau de pluie pourrait s'infiltrer à travers les crêtes de la sierra et réapparaître dans le Ravin du Tiján. Sur les flancs verticaux du ravin -où l'on trouve des traces d'humidité- et au fond de celui-ci il y a des indices évidents qui dévoilent la présence temporaire d'eau, dont l'homme a tiré profit en construisant des structures de captage et de conduction de l'écoulement superficiel.

Les longues racines latérales que ce chêne peut développer, jusqu'à 25 m (ZULUETA & MONTERO, 1982), plus sa caractéristique de plante phréatophyte facultative (REYBENAYAS, PEÑA & BAEZ, 1990), lui permettraient d'accéder à l'eau souterraine, bien que les arbres poussent à une certaine distance du fond du ravin.

Il se peut que jusqu'au commencement des premières cultures chalcolithiques la présence du rouvre ait été plus importante que celle d'aujourd'hui dans le sud-est aride espagnol, quoique limitée évidemment à des endroits ayant des conditions hydriques spéciales, comme celles qui existent dans le ravin du Tiján. Dans un territoire où l'eau est un élément rare, ces lieux

ont également attiré les êtres humains avec leurs activités agricoles et d'élevage.

Le chêne fut traditionnellement utilisé par les populations rurales pour l'obtention de bois de chauffage et de charbon (RUIZ DE LA TORRE & CEBALLOS, 1979 ; ZULUETA & MONTERO, 1982 ; SAN MIGUEL *et al.*, 1984) et le feuillage pour l'alimentation du bétail pendant les années de disette (SAN MIGUEL *et al.*, 1984). Pour obtenir ces produits, l'usage de la forêt s'est orienté vers le développement des arbres en une structure de bois taillis, avec une périodicité des coupes inférieure à 20 ans (SAN MIGUEL *et al.*, 1984). C'est en augmentant la fréquence des coupes que se produit la dégradation des forêts (XIMENEZ DE EMBUN, 1971).

Les chênes qui ont survécu dans le Tiján conservent les traces de cette activité qui a duré jusqu'à ce que le site se soit dépeuplé, il ya environ 30 ans. De façon générale, chaque souche donne entre 3 et 9 rejets. Dans certains cas on peut observer comment un des rejetons domine sur les autres, étale ses branches latéralement et oblige les autres à pousser latéralement.

La hauteur moyenne des arbres (5,6 m, n=12) est même un petit peu supérieure à celle qu'atteint l'espèce dans la Sierra de Gádor (4,4 m, n=12). Il faut noter l'existence d'un grand arbre de 7-8 m de hauteur et de 50 cm de diamètre. Cet exemplaire, qui pousse dans un affleurement rocheux, présente des signes d'écimage à plusieurs reprises. Cela nous conduit à penser que ce chêne n'est plus soumis à un stress particulièrement dur dans la Sierra Cabrera.

Le déclin ou la disparition totale des forêts à feuilles caduques a été l'une des conséquences générales des activités humaines réalisées en Méditerranée depuis le Néolithique (PONS & QUÉZEL, 1985 ; BARBERO, BONIN, LOISEL & QUÉZEL, 1990). Le rouvre est très sensible au feu (DEBAZAC, 1959) et il existe de nombreuses références historiques à des incendies volontairement déclenchés à la fin du 18^e siècle dans la Sierra Cabrera (GARCIA LATORRE & GARCIA LATORRE, 1996b). A la même époque, une autre espèce qui forma des forêts sur l'adret siliceux de cette cordillère, le chêne-liège (*Quercus suber*), disparaissait progressivement pour cause d'exploitation excessive (GARCIA LATORRE & GARCIA LATORRE, 1996b).

Les rudes conditions que le climat aride du sud-est espagnol impose à la végétation ont facilité sa destruction par l'homme et rendu difficile sa régénération naturelle.

Les données archéologiques et historiques, ainsi que la présence actuelle du chêne fagine nous laissent penser que dans le passé l'espèce eut une répartition plus ample, aussi bien du point de vue géographique que de l'altitude.

Le cas du rouvre, ainsi que celui d'autres arbres que nous étudions actuellement (*Pinus halepensis*, *Pinus pinaster*, *Pinus nigra*, *Quercus rotundifolia*, *Quercus suber*, *Arbutus unedo*), semble confirmer l'idée selon laquelle les formations végétales de cette région furent, jusqu'à une époque récente, beaucoup plus variées et complexes que les grands buissons épineux qui l'auraient toujours couverte, selon l'interprétation traditionnelle (par exemple, CASTRO NOGUEIRA, 1982).

REMERCIEMENTS

Nous remercions Francisco Ortiz Ibáñez et Andrés Sánchez Picón pour sa collaboration, et Rafael Gaminde García pour la traduction de l'article.

BIBLIOGRAPHIE

- AGUILAR RUIZ, J. *et al.* 1987. *Mapa de Suelos. Macael, 1013*. MAPA, ICONA.
- ALCARAZ ARIZA, F. J. 1984. *Floray vegetación del NE de Murcia*. Universidad de Murcia.
- ALCARAZ ARIZA, F. & PEINADO LORCA, M. 1987. El Sudeste Ibérico semiárido. In : M. PEINADO LORCA & S. RIVAS-MARTÍNEZ (Eds.), *La vegetación de España*, 257-281. Universidad de Alcalá de Henares.
- ANDERSEN, S. 1988. Changes in agricultural practices in the Holocene indicated in a pollen diagram from a small hollow in Denmark. In : H.H.BIRKS, H.J.B.BIRKS, P.E.KALAND & K. MOE (Eds.), *The cultural landscapes : past, present and future*, 395-407. Cambridge University Press.
- BARBERO, M. ; BONIN, G. ; LOISEL, R. & QUÉZEL, P. 1991. Changes and disturbances of forest ecosystems caused by human activities in the western part of the mediterranean basin. *Vegetatio*, 87 : 151-173.
- BLANCA, G. 1991/92. Diversidad y singularidad florística de las estepas almerienses. *Bol. Inst. Est. Alm.*, 9/10 : 7-27.
- BLANCA, G. & MORALES, C. 1991. *Flora del Parque Natural de la Sierra de Baza*. Universidad de Granada.
- CASTRO NOGUEIRA, H. 1982. Bibliografía botánica sobre el sector corológico almeriense. In : Inst. Est. Alm. (Ed.), *Homenaje al botánico Rufino Sagredo*, 171-187. Diputación Provincial de Almería.
- DEBAZAC, E. F. 1959. La végétation forestière de la Kroumirie. *Ann. Ec. Natl. Eaux Forêts*, 14(2) : 1-131.
- DELGADO CALVO-FLORES, G. *et al.* 1991. *Mapa de Suelos. Vera, 1014*. MAPA, ICONA.
- FERNÁNDEZ, F. & REYERO, J. M. 1994. Inventario de los hábitats españoles. *Ecosistemas*, 9/10 : 33-42.
- GARCÍA LATORRE, J. & GARCÍA LATORRE, J. 1995. The forest of the most arid zone of western Europe : a new interpretation. *7th European Ecological Congress, Abstracts*, 142. Budapest, Hungary.
- GARCIA LATORRE, J. & GARCIA LATORRE, J. 1996a. Cambios económicos y pérdida de biodiversidad. Una perspectiva de larga duración. *XII Bienal de la Real Sociedad Española de Historia Natura*, 351-354. Madrid.
- GARCÍA LATORRE, J. & GARCÍA LATORRE, J. 1996b. Los bosques ignorados de Almería. Una interpretación histórica y ecológica. In : A. Sánchez Picón (Ed.), *Aprovechamiento de los recursos naturales en el territorio almeriense*, 99-126. Universidad de Almería.
- GARCIA LATORRE, J. & GARCIA LATORRE, J. 1996c. Los pinares invisibles del sureste árido español. Ecología e historia de unos ecosistemas ignorados. *XII Bienal de la Real Sociedad Española de Historia Natura*, 361-363. Madrid.
- GÓMEZ CRUZ, M. 1991. *Atlas histórico-forestal de Andalucía. S. XVIII*. Universidad de Granada.
- GÓMEZ MERCADO, F. & VALLE TENDERO, F. 1988. *Mapa de vegetación de la Sierra de Baza*. Universidad de Granada.
- GUIRADO ROMERO, J. 1993. Dinámica de las comunidades de «estepa mediterránea» almeriense. In : A. PALLARÉS & M. CUETO

- (Eds.), *Regeneración de la cubierta vegetal. Las ramblas mediterráneas*, 59-71. Inst. Est. Alm. Diputación Provincial de Almería.
- LÁZARO, R. & MATEO, G. 1988. Los pisos bioclimáticos y los ombroclimas en la provincia de Almería. Plantas indicadoras. In: A. Blanco de Palos (Coord.), *Avances sobre la investigación en bioclimatología*, 317-326. CSIC, Madrid.
- MARTÍNEZ PARRAS, J. M. & PEINADO LORCA, M. 1987. Andalucía Oriental. In: M. PEINADO LORCA y S. RIVAS-MARTÍNEZ (Eds.), *La vegetación de España*, 231-255. Universidad de Alcalá de Henares.
- MIÑANO, S. de. 1826. *Diccionario geográfico-estadístico de España y Portugal*. Imprenta de Pierart-Peralta. Madrid.
- MOLERO MESA, J.; PÉREZ RAYA, F. & VALLE TENDERO, F. 1992. *Parque Natural de Sierra Nevada. Paisaje, fauna, flora, itinerarios*. Ediciones Rueda.
- MOTA POVEDA, F. 1993. Dinámica de los medios boscosos almerienses. In: A. Pallarés & M. Cueto (Eds.), *Regeneración de la cubierta vegetal. Las ramblas mediterráneas*, 31-41. Inst. Est. Alm. Diputación Provincial de Almería.
- PALLARES, A. 1991/92. Datos para el conocimiento de la flora y vegetación de la Sierra de Filabres, Almería. *Boletín del Instituto de Estudios Almerienses (Ciencias)*, 9/10 : 89-109.
- PEINADO LORCA, M.; ALCARAZ ARIZA, F. & MARTÍNEZ-PARRAS, J.M. 1992. *Vegetation of Southeastern Spain*. J. Cramer. Berlin, Stuttgart.
- PÉREZ PUJALTE, A. et al. 1988. *Mapa de Suelos. Alhama de Almería, 1044*. MAPA, ICONA.
- PÉREZ PUJALTE, A. et al. 1989. *Mapa de Suelos. Sorbas, 1031*. MAPA, ICONA.
- PETERKEN, G. F. 1981. *Woodland conservation and management*. Chapman and Hall.
- PONS, A. & QUÉZEL, P. 1985. The history of the flora and vegetation and past and present human disturbance in the Mediterranean region. In: C. Gómez-Campo (Ed.), *Plant conservation in the Mediterranean area*, 25-43. Dr. W. Junk Publishers, Dordrecht.
- RACKHAM, O. 1978. *Trees and woodlands in the British landscape*. J. M. Dent & Sons Ltd.
- REY BENAYAS, J. M.; PEÑAS, P. & BÁEZ, A. 1990. Plantas indicadoras de la presencia de agua subterránea. *Quercus*, 56 : 24-27.
- RODRÍGUEZ ARIZA, O. & VERNET, J. L. 1991. Premiers resultats paléocologiques de l'établissement chalcolithique de Los Millares (Santa Fé de Mondujar, Almería, Espagne) D'après l'analyse anthracologique de l'établissement. In: W. H. Waldren, J. A. Ensenyat & R. C. Kennard (Ed.), *IIInd. Deya Conference of Prehistory*, 1-13. BAR International Series, Vol. I.
- RUIZ DE LA TORRE, J. & CEBALLOS, L. 1979. *Arboles y arbustos*. ETSIM. Madrid.
- SALBITANO, F. (Ed.) 1988. *Human influence on forest ecosystems development in Europe*. Pitagora Editrice Bologna.
- SÁNCHEZ PICÓN, A. 1996. La presión humana sobre el monte en Almería durante el siglo XIX. In: A. SÁNCHEZ PICÓN (Ed.), *Historia y medio ambiente en el territorio almeriense*, 169-202. Universidad de Almería.
- SAN MIGUEL, A.; MONTERO, G. & MONTOTO, J. L. 1984. Estudios ecológicos y silvopascícolas en un quejigal (*Quercus faginea* LAMK.) de Guadalajara. Primeros resultados. *An. INIA/Ser. Forestal*, 8 : 153-166.
- VALLE, F.; MOTA, F. & GÓMEZ-MERCADO, F. 1987. Las series de vegetación: protección y desarrollo en las zonas de montaña. *Monogr. Fl. Veg. Béticas*, 2 : 53-72.
- VALLE TENDERO, F.; GÓMEZ-MERCADO, F.; MOTA, F. & DÍAZ DE LA GUARDIA, C. 1989. *Parque Natural de Cazorla, Segura y Las Villas. Guía Botánico-Ecológica*. Editorial Rueda.
- XIMENEZ DE EMBUN, J. 1971. *El monte bajo*. Ministerio de Agricultura. Segunda Edición.
- ZULUETA DE, J. & MONTERO, G. 1982. Posibilidades de mejora silvopascícola en montes bajos de quejigo (*Quercus faginea* LAMK.). Efecto de los aclareos en la producción de bellota. *An. INIA/Ser. Forestal*, 6 : 75-87.

Cycle de la matière organique et gestion des bioéléments dans un peuplement de hêtre (*Fagus sylvatica* L.) de l'Etna

Salvatore LEONARDI^{***}, Maurice RAPP^{***}, Maria FAILLA^{*}, Davide GUARNACCIA^{*} & Giuseppe SIRACUSA^{****}

RÉSUMÉ

Une hêtraie de 45 ans, ayant une densité de 2125 tiges à l'hectare, implantée sur le volcan Etna, aux limites supérieures de l'étage forestier, a une biomasse aérienne de 132 Mg ha⁻¹, se décomposant en 128 Mg ha⁻¹ de matériel pérenne et 4 Mg ha⁻¹ de feuilles. La biomasse racinaire correspondante peut être évaluée à 25 Mg ha⁻¹, en se basant sur les observations de nombreux auteurs.

La phytomasse épigée renferme 327 kg ha⁻¹ de calcium, 141 de potassium, 94 d'azote et respectivement 35, 27, 8 et 2 kg ha⁻¹ de magnésium, de phosphore, de fer et de manganèse.

L'incrément annuel de biomasse pérenne est de 7,9 Mg ha⁻¹ an⁻¹, immobilisant 20 kg ha⁻¹ an⁻¹ de calcium, 7 de potassium, 4 d'azote et respectivement 2, 1, 0,5 et 0,2 des 4 autres éléments étudiés (Mg, P, Fe et Mn).

La retombée de litière s'élève à 3,9 Mg ha⁻¹ an⁻¹, dont 3,5 Mg ha⁻¹ an⁻¹ de feuilles, restituant au sol 33 kg ha⁻¹ an⁻¹ de calcium, 20 et 19 d'azote et de potassium, 5, 4, 1 et 0,1 kg ha⁻¹ an⁻¹ de Mg, P, Fe et Mn.

Le stock de litière accumulée à la surface du sol est de 13 Mg ha⁻¹, renfermant respectivement 20, 7, 4, 2, 1, 0,5 et 1 kg ha⁻¹ de Ca, K, N, Mg, P, Fe et Mn.

Si les valeurs pondérales des différents compartiments et flux du cycle de la matière organique se situent dans la moyenne de celles trouvées pour d'autres peuplements européens de *Fagus sylvatica* d'âge équivalent, on note que les teneurs en azote sont très faibles par rapport aux autres stations étudiées. Cet élément est peu disponible dans les sols volcaniques de l'Etna.

MOTS CLES : *Fagus sylvatica* L., biomasse, productivité, cycles matière organique, nutriments

SUMMARY

A beech (*Fagus sylvatica* L.) forest stand, with 2125 stems per hectare, from the highest part of the Etna volcano (Sicily) was estimated, from representative samples of whole trees, as having an above-ground biomass of 132 Mg ha⁻¹ (128 Mg ha⁻¹ woody material ; 4 Mg ha⁻¹ leaves). Corresponding root biomass has been estimated at 25 Mg ha⁻¹, according to the observations of other authors.

Above-ground biomass included 327 kg ha⁻¹ of calcium, 141 of potassium, 94 of nitrogen and 35, 27, 8 and 2 kg ha⁻¹ of magnesium, phosphorus, iron and manganese respectively.

Yearly increment of above-ground perennial biomass amounted to 7.9 Mg ha⁻¹, immobilizing 20 kg ha⁻¹ year⁻¹ of Ca, 7 of K, 4 of N and respectively 2, 1, 0.5 and 0.2 kg ha⁻¹ year⁻¹ for the other 4 nutrients studied.

Litter-fall amounted to 3.9 Mg ha⁻¹ year⁻¹, with 3.5 Mg ha⁻¹ being leaf-litter. Contained within litter-fall, 33 kg ha⁻¹ year⁻¹ of Ca, 20 and 19 of N and K, 5, 4, 1 and 0.1 kg ha⁻¹ year⁻¹ of Mg, P, Fe and Mn are returned to the soil each year.

Above-ground litter layer amounted to 13 Mg ha⁻¹, including 20, 7, 4, 2, 1, 0.5 and 1 kg ha⁻¹ of Ca, K, N, Mg, P, Fe and Mn respectively.

If the amounts of the various compartments, and the fluxes of organic matter and nutrients are very close to those determined for other even-aged *Fagus sylvatica* L. stands elsewhere in Europe, nitrogen contents are comparatively very low. This probably results from the low nitrogen availability in the soils of the Etna volcano.

KEY WORDS : *Fagus sylvatica* L., biomass, productivity, organic matter cycling, nutrient cycling

* Facoltà di Scienze Matematiche, Fisiche e Naturali, Università di Catania, 19, via A. Longo, 95125 Catania (Italia)

** Corso di Laurea in Scienze Forestali ed Ambientali, Università di Palermo, 23 via Roma, 92010 Bivona (Italia)

*** C.N.R.S. - C.E.F.E., BP 5051, 34033 Montpellier (France)

**** Facoltà di Ingegneria, Istituto Chimico, Università di Catania, Cittadella Universitaria, viale A. Doria, 95125 Catania (Italia)

INTRODUCTION

Sur le versant nord-ouest de l'Etna on rencontre un certain nombre de hêtraies, entre 1300 et 2200 m d'altitude (HOFMANN, 1960). Bien que n'occupant que des surfaces restreintes, ces peuplements forment des futaies entre 1300 et 1800 m (POLI *et al.*, 1981), alors qu'à des altitudes plus élevées, les arbres sont très rabougris et forment des taillis très bas.

Ces peuplements, qui font partie du *Geranio-Fagion*, sont parmi les plus méridionaux connus pour cette essence. Ils étaient beaucoup plus importants après les périodes glaciaires (POLI *et al.*, 1979 ; 1981), mais ont été décimés à la fois par les coulées de lave des éruptions successives et sous l'action de l'homme (feu, surpâturage).

Actuellement les forêts de hêtre (*Fagus sylvatica* L.) de l'Etna sont limitées à des vallons de la partie sommitale boisée du volcan et de certains cônes éruptifs anciens, dans lesquels subsistent des microclimats particuliers, avec de fortes accumulations de neige en hiver et des températures généralement basses tout au long de l'année. L'on retrouve ainsi les conditions climatiques habituelles des hêtraies au milieu d'un climat général xéro-méditerranéen.

Si *Fagus sylvatica* a fait l'objet de nombreuses études écologiques dans les régions plus septentrionales de l'Europe (NIHLGARD, 1972 ; DUVIGNEAUD *et al.*, 1977 ; COLE et RAPP, 1980) ainsi qu'en Italie (BRUNO *et al.*, 1973 ; BRUNO & GRATANI, 1975 ; BIANCHI, 1981), le présent travail est la première approche fonctionnelle réalisée dans les hêtraies siciliennes en général et dans le massif de l'Etna en particulier.

L'étude porte sur la répartition et les flux de la matière organique et de certains bioéléments : biomasse, minéralomasse, stock de litière au sol d'une part, production et immobilisation, retombée de litière et restitution de bioéléments au sol d'autre part.

Elle représente une première caractérisation quantitative des différents compartiments et flux caractéristiques de la productivité et de la gestion des bioéléments des hêtraies de l'Etna et permet de comparer ces peuplements à ceux d'autres régions, largement étudiés en Europe au cours des dernières décennies (COLE & RAPP, 1980) et caractérisés par des conditions climatiques ou édaphiques très différentes.

LA STATION ETUDIEE

Le peuplement de «Bosco della Nave» est un taillis sous futaie de hêtres, de 150 hectares de surface, s'étalant entre 1450 et 1750 m d'altitude, sur le versant nord-ouest de l'Etna et à 8 km du cratère central.

Le substrat est constitué par une série parallèle de coulées de laves, formant une succession de vallons, séparés entre eux par des crêtes perpendiculaires à la pente, de 30 à 40 m de haut, composées de scories et de blocs anguleux.

Les sols, décrits par HOFMANN (1960) sont pauvres en argile, mais riches en sables volcaniques et en lapilli, de couleur foncée. Ils sont de type A/C avec :

A₀₀ Litière de feuilles peu décomposées, de 3 à 5 cm d'épaisseur, traduisant la mauvaise décomposition et intégration de la litière, dont une des raisons est l'absence de lombricides.

A₀ Très peu marqué, de l'ordre du centimètre, riche en résidus de feuilles très décomposées et de matériel plus ou moins humifié.

A₁ De 10 à 30 cm d'épaisseur, de couleur brun-noir, cet horizon organo-minéral est colonisé en masse par le système racinaire des hêtres.

A₃ Horizon minéral peu épais, de couleur noire, comportant souvent des sables et des lapilli volcaniques, il fait la transition avec l'horizon C.

C Laves, scories et sables volcaniques.

Le tableau 1 résume les principales caractéristiques granulométriques et chimiques des horizons A₁ et A₃ du sol.

La placette étudiée est un peuplement mono-spécifique de *Fagus sylvatica*, d'une densité de 2125 tiges à l'hectare en août 1993 et de 2060 en août 1994. L'histogramme de la figure 1 résume la répartition des tiges en classes de diamètre à 1,30 m.

En 1993, la strate arborée (futaie) est constituée par 137 «matricine» (les forestiers siciliens lors des coupes, préservent régulièrement un certain nombre d'arbres âgés servant ultérieurement de semencier) alors que la strate arbustive (taillis), âgée de 30 ans (dernière coupe en 1963) est représentée par 1988 autres tiges. HOFMANN

Tableau 1
Analyses physico-chimiques des sols de la hêtraie de l'Etna (HOFMANN, 1960)

Horizon	Profil %		Granulométrie %			Composition chimique %					
	cailloux	terre fine	sables	limon	argile	matière organique	azote	P ₂ O ₅	K ₂ O	CaO	pH
A1	15,0	85,0	84,3	7,4	8,3	2,7	0,14	0,22	0,62	2,27	6,0
A3	10,5	89,5	84,5	10,6	4,9	1,9	0,10	0,25	0,52	2,86	5,9

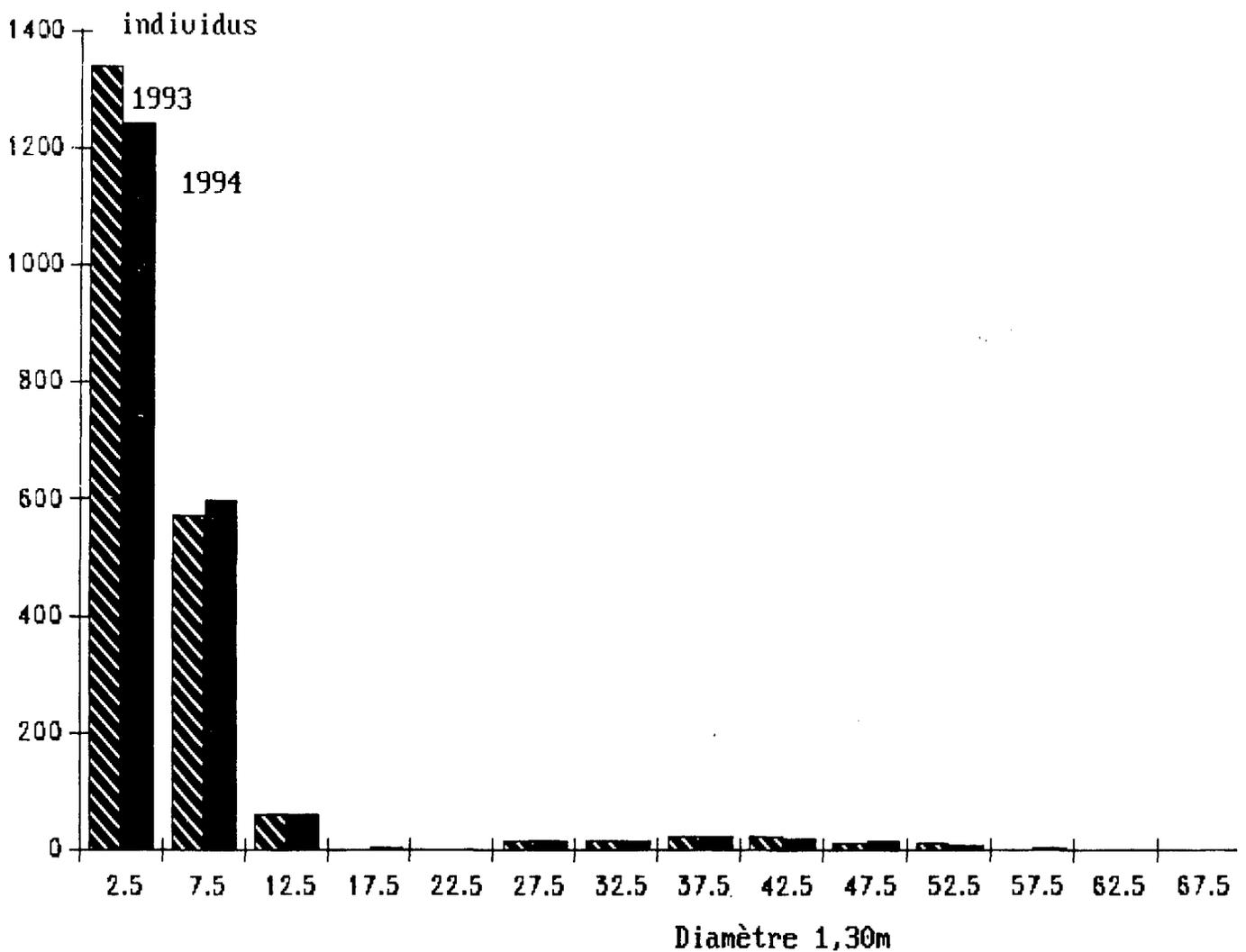


Figure 1.- Répartition des tiges du peuplement de *Fagus sylvatica* L. par classes de diamètre du tronc à 1,30 m et à un an d'intervalle (1993 et 1994)

(1960) indique que pour l'ensemble de Bosco della Nave, la futaie représente à peu près une centaine d'arbres de diamètre supérieur à 16 cm et d'une hauteur de 8 à 18 m à l'hectare.

La forte densité du peuplement et les conditions climatiques drastiques à ces altitudes expliquent l'absence de toute végétation herbacée sous le couvert forestier et la faible régénération actuelle.

METHODES D'ETUDE

Biomasse

A partir de la répartition des différentes tiges en classes de diamètre à 1,30 m, 13 arbres, représentatifs de toutes les classes de diamètre ont été abattus, débités et étudiés en détail.

Après avoir séparé les branches des troncs, les feuilles des branches, l'ensemble du matériel a été immédiatement pesé. Des échantillons représentatifs (rondelles du tronc à différentes hauteurs, branches de différents diamètres, feuilles) ont été transférés au laboratoire pour déterminer leur teneur en eau.

Après avoir établi les poids secs finaux des 13 arbres ainsi que ceux des différents organes, ceux-ci ont été corrélés au diamètre du tronc à 1,30 m par des équations de régression de type :

$$Y = a \times X^b$$

ou Biomasses (arbres, organes) = a x (diamètre tronc 1,30 m)^b

Ces équations, appliquées à tous les individus regroupés par classe de diamètre, permettent d'évaluer la biomasse totale ou fractionnée du peuplement à l'hectare.

Notons que l'existence de deux types d'individus, jeunes et âgés, et l'impossibilité d'étudier un nombre élevé d'arbres de grande taille peut provoquer un certain biais aboutissant à une sous estimation de la biomasse des grands arbres (CABANETTES, 1979).

Minéralomasse

Après avoir établi la composition chimique des différents organes et tissus (feuilles, branches, troncs, bois et écorce) récoltés, les teneurs ont été appliquées aux différentes fractions de la biomasse de chacun des arbres étudiés pour calculer les quantités de bioéléments qu'ils renferment.

Litière au sol

L'ensemble du matériel organique accumulé à la surface du sol (A_{00}) a été prélevé sur 10 surfaces d'un quart de mètre carré chacune. Après séparation en feuilles, morceaux de bois et fruits, les échantillons ont été séchés puis leurs poids par unité de surface calculés. Pour estimer avec un maximum de précision ce compartiment, souvent sujet à des contaminations minérales à partir du sol (projection de particules lors des précipitations, transferts par l'intermédiaire de la faune,...), nous avons défalqué les cendres après calcination à 600° C.

Des échantillons ont été analysés pour déterminer leur teneur en bioéléments.

Retombées de litière

Douze collecteurs de litière, d'un quart de mètre carré de surface d'interception chacun, ont été placés au hasard sous la canopée à la fin de l'été et en automne et récoltés tous les quinze jours. La litière est séparée en feuilles, bois et brindilles, fruits et matériel divers, puis séchée et pesée.

La restitution de bioéléments a été établie en parallèle.

Analyses chimiques

Tous les échantillons végétaux ont été broyés à 0,5 mm puis analysés. Après minéralisation par voie humide d'un gramme de poudre végétale, en présence d'acide nitrique et perchlorique, Ca, Mg, K, Mn et Fe ont été dosés par spectrophotométrie d'absorption atomique et P par colorimétrie en présence de nitrovanadomolybdate d'ammonium. L'azote a été déterminé séparément selon la méthode de Kjeldahl.

Toutes les analyses ont été faites en double ou en triple.

La méthode de minéralisation nitroperchlorique détruit la matière organique mais n'attaque pratiquement pas les particules minérales majeures (silice, calcium, magnésium), susceptibles de contaminer plus particulièrement les échantillons de la litière au sol.

RESULTATS ET DISCUSSION

Répartition et flux de matière organique

Biomasse

Les valeurs pondérales obtenues sur les 13 arbres échantillonnés sont résumées sur le tableau 2. A partir de ces valeurs l'on a calculé les

équations de régression entre le diamètre des arbres à 1,30 m et la biomasse de chaque arbre ou de chaque organe pris isolément. Les paramètres des différentes équations sont résumés sur le tableau 3 et matérialisés sur la figure 2.

Ces équations appliquées à l'ensemble des 2125 hêtres de la placette étudiée, regroupés en classes de diamètre (figure 1) indiquent une

biomasse totale de 131,9 Mg ha⁻¹ en août 1993 et 140,2 Mg ha⁻¹ en juillet 1994, se décomposant en :

100,2 et 106,3 Mg ha⁻¹ de bois de tronc
27,4 29,3 de bois de branches
4,2 4,6 de feuilles
respectivement en 1993 et en 1994, soit un
incrément de 6% durant l'année d'observation.

Tableau 2
Caractéristiques dendrométriques (diamètre du tronc à 1,30 m)
âge et valeurs pondérales (kg) des différents organes et tissus des 13 *Fagus sylvatica* L. étudiés

diamètre (cm)	âge (ans)	biomasse (kg)						
		tronc bois	tronc écorce	tronc total	branches	bois	feuilles	Total
1,6	8	0,38	0,05	0,43	0,14	0,58	0,01	0,59
1,9	7	0,41	0,06	0,47	0,23	0,70	0,01	0,71
3,2	10	0,97	0,10	1,07	0,21	1,28	0,02	1,30
3,2	10	1,42	0,16	1,58	0,41	1,99	0,02	2,01
3,2	13	1,55	0,15	1,70	0,13	1,87	0,02	1,89
4,8	15	4,54	0,40	4,94	0,53	5,48	0,08	5,56
4,8	17	4,90	0,50	5,40	0,19	5,59	0,05	5,64
6,4	18	6,89	0,52	7,41	1,00	8,42	0,15	8,57
8,0	20	11,41	0,99	12,40	3,91	16,32	0,36	16,68
9,5	24	26,42	2,14	28,55	2,81	31,37	0,41	31,78
11,8	30	36,71	3,23	39,94	13,19	53,13	1,80	54,93
31,8	45	340,87	28,16	369,03	95,44	464,46	12,10	476,56
46,2	56	590,96	49,52	630,48	410,14	1040,62	32,66	1073,28

Tableau 3
Paramètres des équations de régression pour le calcul des biomasses de *Fagus sylvatica* L.
Equations de régression de type : Biomasse (kg) = a x (Diamètre du tronc à 1.30m en cm)^b

Biomasse	a	b	coefficient de corrélation
tronc	0,1182	2,297	0,984
branches	0,0165	2,480	0,914
bois	0,1370	2,336	0,969
feuilles	0,0001	2,737	0,955
totale	0,1462	2,327	0,969

Les 100,2 et 106,3 Mg ha⁻¹ du tronc peuvent être subdivisés en bois proprement dit et en écorce. Le tableau 2 donne également les poids respectifs de ces deux tissus pour les 13 arbres étudiés. L'on peut en déduire un pourcentage d'écorce qui est en moyenne de :
9,0 ± 1,5 % pour les arbres âgés de 30 ans ou moins

7,3 ± 0,9 % pour les «matricine»
ce qui correspond aux valeurs pondérales suivantes :

	Poids de bois	Poids d'écorce
1993	92,7 Mg ha ⁻¹	7,5 Mg ha ⁻¹
1994	98,4	8,0

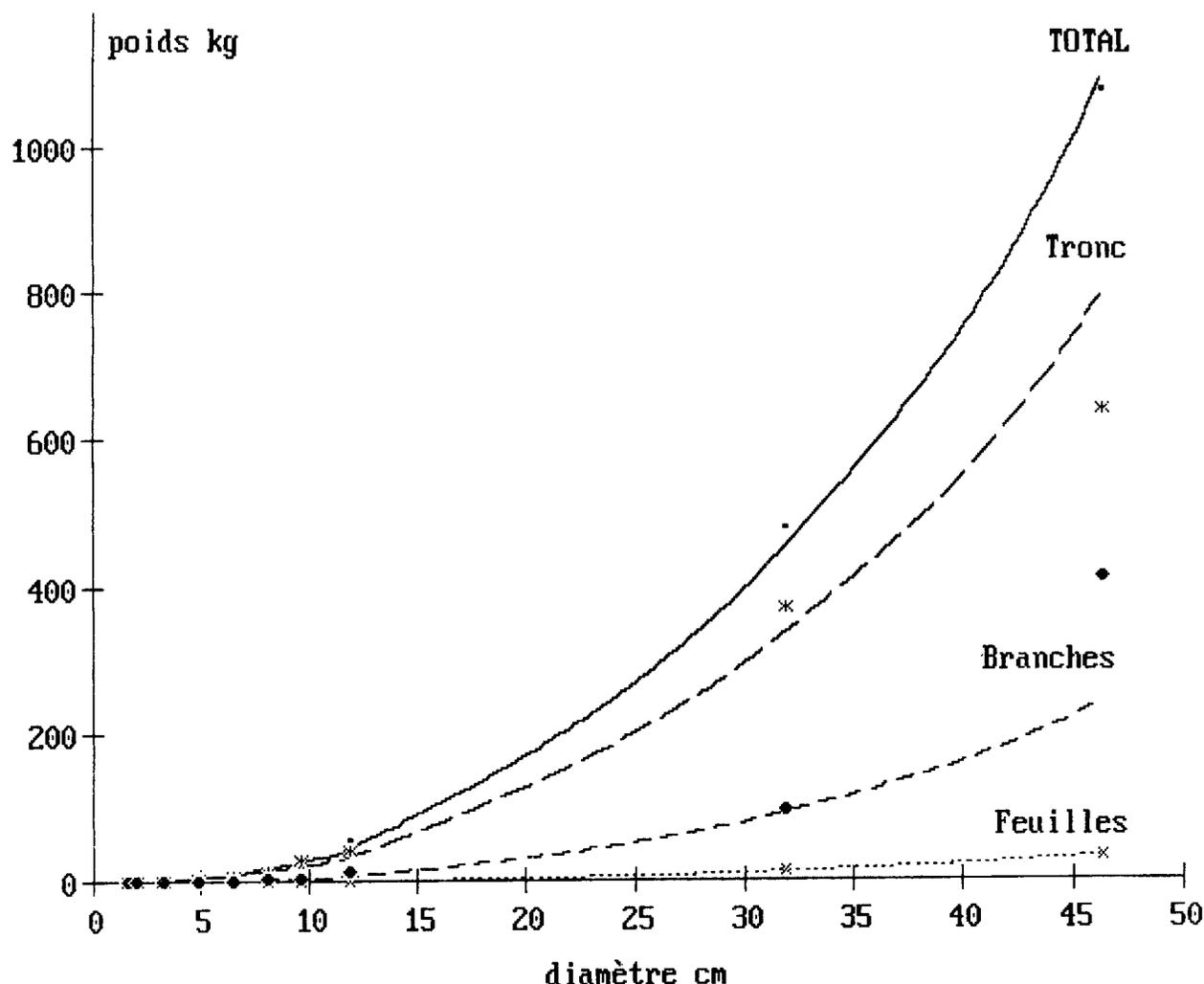


Figure 2.- Courbes de régression de la biomasse aérienne, totale et par organe, en fonction du diamètre du tronc à 1,30 m.

Pour les branches, représentées en plus grand nombre par celles des «matricine» (92 %), l'on a déterminé une proportion de 7,3 % d'écorce, ce qui correspond respectivement à :

	Poids de bois	Poids d'écorce
1993	25,4 Mg ha ⁻¹	2,0 Mg ha ⁻¹
1994	27,1	2,1

ce qui donne les poids respectifs suivants pour l'ensemble de la biomasse ligneuse :

	1993	1994
bois	118,2 Mg ha ⁻¹	125,5 Mg ha ⁻¹
écorce	9,5	10,1

A cette biomasse aérienne il faut ajouter la biomasse racinaire. Celle-ci n'a pas été déterminée sur place. En se basant sur les données de la littérature (figure 3) on peut estimer que la biomasse hypogée représente entre 15 et 25 % de la biomasse épigée, avec une valeur moyenne de 20 % dans les peuplements âgés de 50 à 60 ans (BRUNO *et al.*, 1973 ; ULRICH *et al.*, 1974 ; DECEI, 1987) et de 15 % dans les hêtraies plus âgées (HALLBAKEN, 1972 ; NIHLGARD, 1972 ; DUVIGNEAUD *et al.*, 1977 ; HANCHI, 1994).

VYSKOT (1988, b) indique une valeur de biomasse racinaire de 12,5 % de la biomasse totale d'une hêtraie, ce qui correspond également à environ 15 % de la biomasse épigée. Ceci permet d'estimer la biomasse racinaire de la station de l'Etna étudiée entre 25 et 30 Mg ha⁻¹.

L'incrément de biomasse pérenne, à un an d'intervalle, est de 7,9 Mg ha⁻¹, soit 6,2 % (tableau 4). Cette production peut se répartir entre les troncs : 6,1 Mg ha⁻¹ an⁻¹ (6,1 %) et les branches 1,8 Mg ha⁻¹ an⁻¹ (6,8 %) ou encore entre l'écorce (0,6 Mg ha⁻¹ an⁻¹) et le bois (7,3 Mg ha⁻¹ an⁻¹).

En tenant compte que le peuplement est constitué d'une majorité d'arbres de 30 à 40 ans et de 140 arbres plus âgés et dominants, l'on peut estimer que la première catégorie représente un incrément annuel de 4,3 %, le seconde de 6,4 %. La production des «matricine» semble donc meilleure que celle des arbres plus jeunes. Mais pour ces derniers il faut également tenir compte d'un certain taux de mortalité : 65 individus ont disparu durant l'année d'observation et ne sont plus comptabilisés dans la production de l'année.

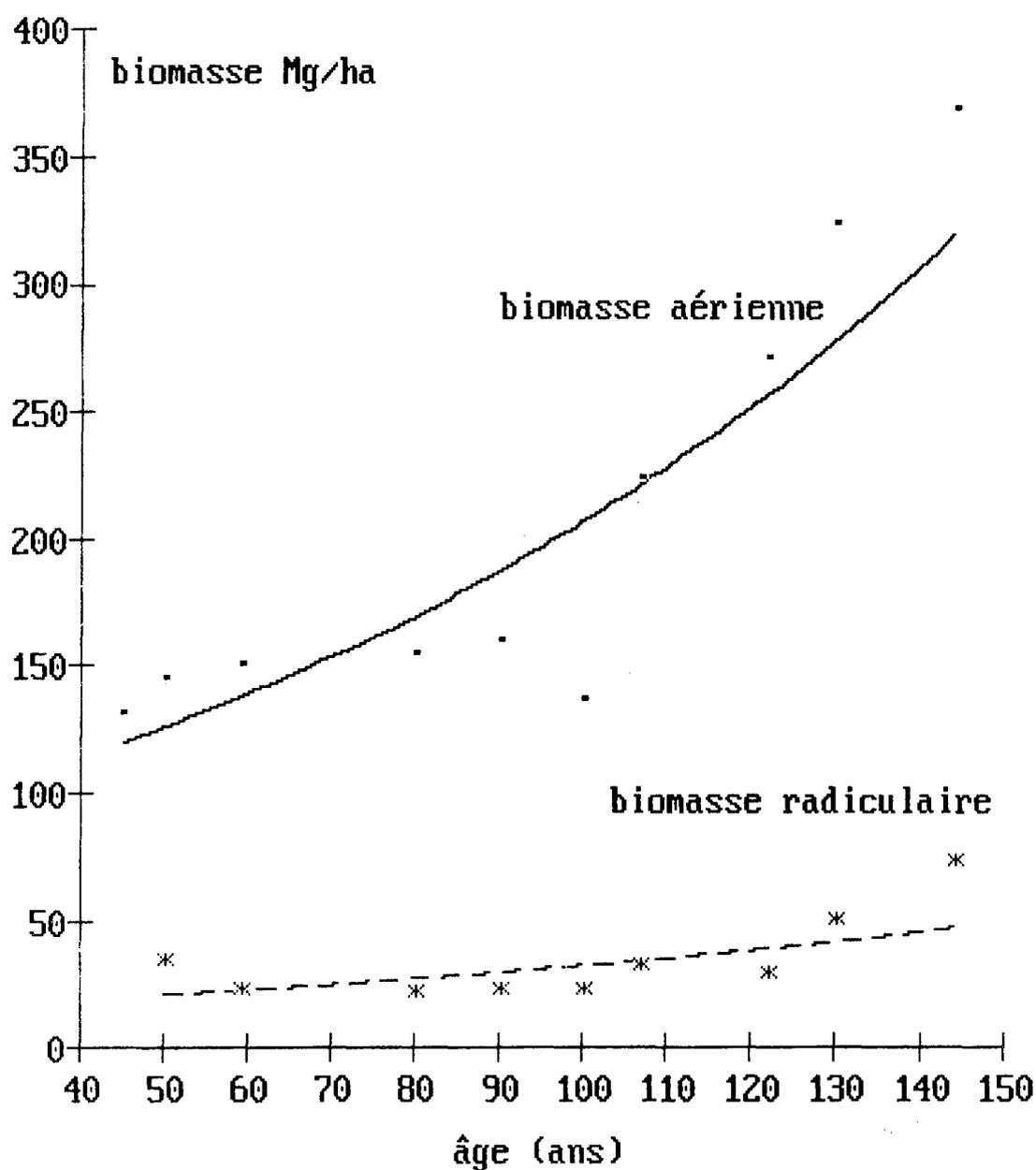


Figure 3.- Variation des biomasses aériennes et racinaires de différents peuplements de *Fagus sylvatica* L. en fonction de leur âge

Tableau 4
Valeurs des biomasses totales et fractionnées à un an d'intervalle (Mg ha^{-1})

Années	Feuilles	Bois			Biomasse aérienne
		Tronc	Branches	Total	
1993	4,24	100,25	27,43	127,68	131,92
1994	4,56	106,33	29,28	135,61	140,17
Incrément		6,08	1,85	7,93	

Retombée de litière

La restitution au sol de matériel végétal à partir de la phytomasse épigée a représenté une masse de 3886 kg ha⁻¹ en 1993/1994, que l'on peut subdiviser en :

feuilles	3485 kg ha ⁻¹ an ⁻¹
bois	74
fruits	281
matériel divers	46

La différence de poids entre la biomasse foliaire, 4235 kg ha⁻¹ et la litière foliaire : 3485 kg ha⁻¹ correspond à une perte de poids de 17,7 % lors du jaunissement, valeur qui est proche des 17% cités par CABANETTES & RAPP, (1981) des 18,9% de HANCHI (1994) et des valeurs de 18,2 à 20,0% indiqués par LEONARDI *et al.* (1996).

Litière au sol

A partir des 10 prélèvements de litière au sol ce compartiment de l'écosystème représente une masse de matière organique de 12,6 Mg ha⁻¹. Rappelons que ces valeurs sont exprimées après perte au feu et représentent donc la matière organique *sensu stricto*.

Cette litière peut se subdiviser en matériel foliaire, organes reproducteurs, essentiellement les fruits, et en bois, dont les montants par catégorie sont résumés sur le tableau 5.

Tableau 5
Stock de litière immobilisée à la surface du sol
(Mg ha⁻¹)

Organe	Poids Mg ha ⁻¹	Erreur standard
Feuilles	9,06	1,60
Bois	2,74	0,66
Organes reproducteurs	0,85	0,14
Total	12,65	2,40

Décomposition de la litière

A partir des valeurs des retombées de litière et du stock de la même litière accumulée à la surface du sol il est possible de calculer un coefficient de décomposition annuelle.

En se basant sur celui de JENNY *et al.* (1949) :
% décomposition = LA x 100 / LA + LS

avec : LA = litière annuelle

LS = stock de litière au sol,

on obtient un taux de décomposition annuelle de 23,5 % pour l'ensemble de la litière et de 27,8 %

pour la fraction feuilles prise séparément. Ceci représente une disparition annuelle de 2517 kg ha⁻¹ de feuilles et 2970 kg ha⁻¹ de l'ensemble de la litière, dont 453 kg ha⁻¹ proviennent des organes reproducteurs et du bois. Les coefficients de décomposition de ces deux derniers organes sont respectivement de 24,9 % pour les fruits et de 2,6 % pour le bois.

Bilan global du cycle de la matière organique

A partir de toutes ces données l'on obtient le modèle schématisé sur la figure 4, qui représente l'ensemble des compartiments et des flux de la phytocénose et de la nécromasse.

La production primaire nette aérienne de la hêtraie étudiée représente :
7,9 + 3,9 = 11,8 Mg ha⁻¹ an⁻¹ de matériel végétal alors que 3,0 Mg ha⁻¹ seulement sont annuellement décomposés et disparaissent plus ou moins de l'écosystème étudié.

Comparaison avec d'autres peuplements de *Fagus sylvatica*

Le tableau 6 résume les valeurs de biomasse aérienne et racinaire, de la production de litière et de la productivité d'un certain nombre de hêtraies étudiées depuis la Suède jusqu'en Sicile, donc sur un axe nord-sud de l'Europe, regroupés selon un gradient d'âge croissant.

L'on note une excellente concordance entre la station sicilienne et la station localisée en Italie centrale et étudiée par BRUNO *et al.* (1973), dont les âges sont très proches.

Par ailleurs on trouve une relation entre l'âge des peuplements étudiés et les biomasses aériennes ou même racinaires, ce qui n'est pas le cas pour les facteurs climatiques. La figure 3, qui synthétise l'ensemble des résultats, indique une bonne corrélation biomasse/âge, représentée par des régressions exponentielles ayant des coefficients de corrélation significatifs pour les biomasses aériennes ($r=0,874$, $n=10$), ainsi que pour les biomasses racinaires ($r=0,666$, $n=9$). Les différences s'expliquent essentiellement par les difficultés d'obtenir les valeurs des biomasses souterraines avec le même degré de précision que celles des biomasses aériennes.

Par contre l'on n'observe pas de relation entre les retombées de litière ou la productivité primaire et l'âge ou la localisation géographique des différents peuplements étudiés. Globalement et exception faite de la station étudiée dans le sud de la Suède (NIHLGARD, 1972), la productivité moyenne se situe entre 10,1 et 13,1 Mg ha⁻¹ an⁻¹ et la retombée de litière entre 1,8 et 5,7 Mg ha⁻¹ an⁻¹.

Tableau 6
Comparaison des biomasses et des valeurs de la productivité dans différents peuplements de *Fagus sylvatica* L. * *incrément de matériel pérenne*

Age (années)	Biomasse aérienne Mg ha ⁻¹	Biomasse radicaire Mg ha ⁻¹	Retombée de litière Mg ha ⁻¹ an ⁻¹	Production Mg ha ⁻¹ an ⁻¹	Références
40	131	19		3,0 *	VYSKOT, 1989 a et b
45	132		3,9	11,8	Présent travail
50	145	35		10,1	BRUNO <i>et al.</i> , 1973
50	224	33	4,3	10,3	HANCHI, 1994
59	151	24	3,2	13,1	ULRICH <i>et al.</i> , 1974
80	155	22	3,3	10,0	ibid.
90	160	24	1,8		HALLBACKEN, 1972
100	137	24	2,1		ibid.
100	319			10,4	CALAMINI <i>et al.</i> , 1983
122	271	30	3,1	11,0	ULRICH <i>et al.</i> , 1974
130	324	51	5,7	17,8	NIHLGARD, 1972
144	369	74	3,5	12,2	DUVIGNEAUD <i>et al.</i> , 1977

Tableau 7
Composition chimique moyenne (%) des différents échantillons végétaux prélevés dans l'écosystème à *Fagus sylvatica* L. de Bosco della Nave

	N	P	K	Ca	Mg	Fe	Mn
Biomasse							
Feuilles	0,72	0,13	0,61	0,93	0,11	0,015	0,009
Tronc - bois	0,02	0,01	0,08	0,10	0,02	0,005	0,001
- écorce	0,13	0,02	0,14	1,52	0,03	0,008	0,002
Branches	0,13	0,04	0,11	0,33	0,03	0,007	0,002
Litière au sol							
Feuilles	0,75	0,06	0,10	1,27	0,12	0,0353	0,156
Bois	0,47	0,03	0,06	1,43	0,06	0,084	0,041
Organes reproducteurs	0,37	0,03	0,05	0,44	0,05	0,227	0,051
Retombée de litière							
Feuilles	0,57	0,10	0,50	1,08	0,15	0,026	0,014
Bois	0,07	0,06	0,10	1,06	0,06	0,016	0,014
Organes reproducteurs	0,03	0,06	0,45	0,21	0,04	0,015	0,004
Divers	0,81	0,08	0,17	1,33	0,08	0,132	0,009

Dans ce dernier domaine, le peuplement du sud de la Suède fait encore exception. On peut également noter une production plus élevée de litière dans les deux stations des montagnes méditerranéennes de Sicile et du sud de la France.

GESTION DES BIOELEMENTS DANS CETTE HETRAIE

A partir des concentrations des différents tissus et des poids respectifs des troncs, branches et feuilles des arbres étudiés, on a établi les

corrélations suivantes entre les poids des différents éléments analysés et les diamètres du tronc à 1,30 m des arbres correspondants :

$$\begin{aligned} \text{azote} &= 0,036 \times (D1,30)^{2,69} & r &= 0,981 \\ \text{phosphore} &= 0,046 \times (D1,30)^{2,14} & r &= 0,930 \\ \text{potassium} &= 0,190 \times (D1,30)^{2,17} & r &= 0,934 \\ \text{calcium} &= 0,656 \times (D1,30)^{2,06} & r &= 0,970 \\ \text{magnésium} &= 0,044 \times (D1,30)^{2,19} & r &= 0,930 \end{aligned}$$

Ces corrélations, appliquées à l'ensemble des arbres d'un hectare ont permis d'établir la minéralomasse aérienne du peuplement.

Tableau 8
Composition chimique en % des feuilles de *Fagus sylvatica* L.
* DENAEYER DE SMET & DUVIGNEAUD, 1977 ; BONNEAU, 1988 ; ZECH *et al.*, 1985, 1990 ; HANCHI, 1994 ; HOCHBICHLER *et al.*, 1994

Elément	Présent travail	BRUNO <i>et al.</i> (1973)	Autres travaux *
N	0,72	2,11	2,0 - 2,9
P	0,13	0,10	0,1 - 0,2
K	0,61	0,50	0,7 - 1,3
Ca	0,93	0,88	0,5 - 1,4
Mg	0,11	0,17	0,1 - 0,2

Le tableau 7 résume les compositions chimiques des différents organes de la biomasse (recalculées à partir de la minéralomasse à l'hectare) et des différentes fractions de la litière, accumulée au sol ou annuellement produites.

Concernant la composition chimique de la litière annuelle ou accumulée à la surface du sol, les concentrations trouvées correspondent aux résultats généralement indiqués. Les feuilles de la litière au sol présentent des concentrations plus élevées en N, Ca, Fe et Mn qu'au moment de leur chute, sans que cela représente pour autant, exception faite de l'azote, un incrément en masse.

Pour les feuilles vivantes (biomasse) ou mortes (litière annuelle), l'on note la faible teneur en azote, très proche de celle du potassium et tout à fait différente des autres *Fagus sylvatica* étudiés par ailleurs. Le tableau 8, qui indique les valeurs trouvées par d'autres auteurs montre clairement que si les teneurs en phosphore, en potassium et en magnésium sont identiques pour tous les *Fagus sylvatica* étudiés, il n'en va pas de même pour l'azote et le calcium. Ce sont les feuilles des arbres de l'Etna qui sont de loin les plus pauvres en azote et les plus riches en calcium. Les faibles teneurs en azote s'expliquent par la pauvreté des laves en cet élément, qui est encore accrue au niveau du sol par l'absence de légumineuses en général et de *Genista aetnensis* en particulier dans les peuplements de *Fagus sylvatica*. Cette absence résulte probablement des conditions climatiques drastiques des zones où sont implantées les hêtres, *Genista aetnensis*, espèce pré-forestière caractéristique de l'Etna, étant une essence méditerranéenne.

Les fortes teneurs en calcium par rapport aux *Fagus sylvatica* d'autres stations s'expliquent d'une part par le fait que cette essence est

peu exigeante pour ce cation et qu'elle se trouve dans des conditions édaphiques différentes dans les stations implantées sur des sols pauvres et acides, avec une faible disponibilité en cet élément.

A partir de toutes les valeurs pondérales observées pour la biomasse, la nécromasse, le flux de litière des arbres vers le sol et de leurs teneurs en éléments minéraux (tableau 7), l'on peut établir les poids de bioéléments impliqués dans les différents compartiments et flux de transferts, qui sont résumés sur le tableau 9.

Concernant plus particulièrement la minéralomasse du peuplement, on peut la comparer à celle établie par SIDANI & LEJOLY (1990) pour une hêtraie du sud de la France, implantée à 1500 m d'altitude sur un substrat calcique. L'on note que la biomasse épigée est inférieure de 30 % dans la station de l'Etna, alors que la minéralomasse elle-même, est inférieure de 85 % en ce qui concerne le potassium, l'azote et le manganèse et de 57 % pour le fer, le calcium, le phosphore et le magnésium.

En plus des quatre paramètres déterminés expérimentalement nous avons calculé : (1) L'immobilisation annuelle de bioéléments dans les organes pérennes aériens correspondant à l'incrément de biomasse durant une année ; (2) Leurs translocations des feuilles vers les organes pérennes représentant la différence entre les quantités de bioéléments contenus dans la biomasse foliaire et celles restituées au sol par la fraction «feuilles» de la litière ; (3) Les éventuels transferts ou allocations de nutriments des organes de réserve vers les feuilles, essentiellement au début de leur développement. Ceux-ci correspondent à la différence entre les translocations et l'incrément annuel de minéralomasse. (4) Enfin

Tableau 9
Minéralomasse aérienne et stock d'éléments accumulés dans la litière au sol en kg ha⁻¹. Immobilisation, translocation, transfert, absorption et restitution annuelle au sol de bioéléments en kg ha⁻¹ an⁻¹

	N	P	K	Ca	Mg	Fe	Mn
Minéralomasse							
Tronc -écorce	9,8	1,5	10,5	114,2	2,2	0,6	0,1
-bois	18,5	5,3	74,2	92,7	18,5	4,6	0,9
Branches	35,6	11,0	30,2	90,5	8,2	1,9	0,5
Total bois	63,9	21,8	114,9	297,4	28,9	7,1	1,5
Feuilles	30,5	5,5	25,8	39,4	6,3	0,8	0,4
Total général	94,4	27,3	140,7	336,8	35,2	7,9	1,9
Litière au sol							
Feuilles	67,9	5,4	9,0	115,2	10,9	32,0	14,2
Bois	12,8	0,8	1,6	39,1	1,6	2,3	1,1
Organes reproducteurs	3,1	0,2	0,4	3,7	0,4	1,9	0,4
Total général	83,8	6,4	11,0	157,8	12,9	36,2	15,7
Immobilisation annuelle							
Tronc - écorce	0,6	0,1	0,6	6,9	0,1	tr	tr
- bois	1,1	0,6	4,5	5,6	1,1	0,3	0,1
Branches - écorce	0,2	t	0,2	2,0	tr	tr	tr
- bois	2,2	0,7	1,9	5,7	0,5	0,1	tr
Total général	4,1	1,4	7,2	20,2	1,8	0,4	0,1
Restitution annuelle							
Feuilles	19,9	3,5	17,4	37,6	5,2	0,9	0,5
Bois	0,1	0,1	0,1	0,8	0,1	tr	tr
Organes reproducteurs	0,1	0,2	1,3	0,6	0,1	0,04	tr
Total général	20,1	3,8	18,8	39,0	5,4	1,0	0,5
Translocation annuelle							
Biomasse feuilles - Litière	10,6	2,0	8,4	1,8	1,1	0,0	0,0
Transferts annuels							
Translocation - Immobilisation	6,5	0,6	1,2	0,0	0,0	0,0	0,0
Absorption annuelle							
Immobilisat. + Restitution au sol	24,2	5,2	26,0	59,2	7,2	1,4	0,6

le prélèvement annuel de bioéléments à partir du sol a été estimé en utilisant l'approche de DUVIGNEAUD (1967, 1974) pour qui l'absorption ou les besoins en nutriments correspond à la somme de l'incrément annuel de minéralomasse et de la restitution annuelle au sol par l'intermédiaire de la retombée de litière.

Les valeurs trouvées confirment les constatations déjà signalées et le rôle particulier de l'azote et du calcium dans la hêtraie étudiée dans le massif de l'Etna, qui représentent deux approches différentes du bilan et de la gestion de ces éléments :

Pour l'azote il y a une translocation importante des feuilles vers les organes pérennes, bien supérieure aux besoins de l'incrément annuel de ces organes et qui entraîne ultérieurement un probable transfert des organes de réserve vers les jeunes feuilles lors du débourrement. Au niveau du sol, le prélèvement par les arbres n'est que très légèrement supérieur à la restitution par les litières, traduisant une adaptation de la gestion de l'azote à un substrat pauvre en cet élément. Si l'on tient compte des apports par les précipitations, qui n'ont pas été mesurés dans la parcelle étudiée, mais qui représentent un gain d'environ

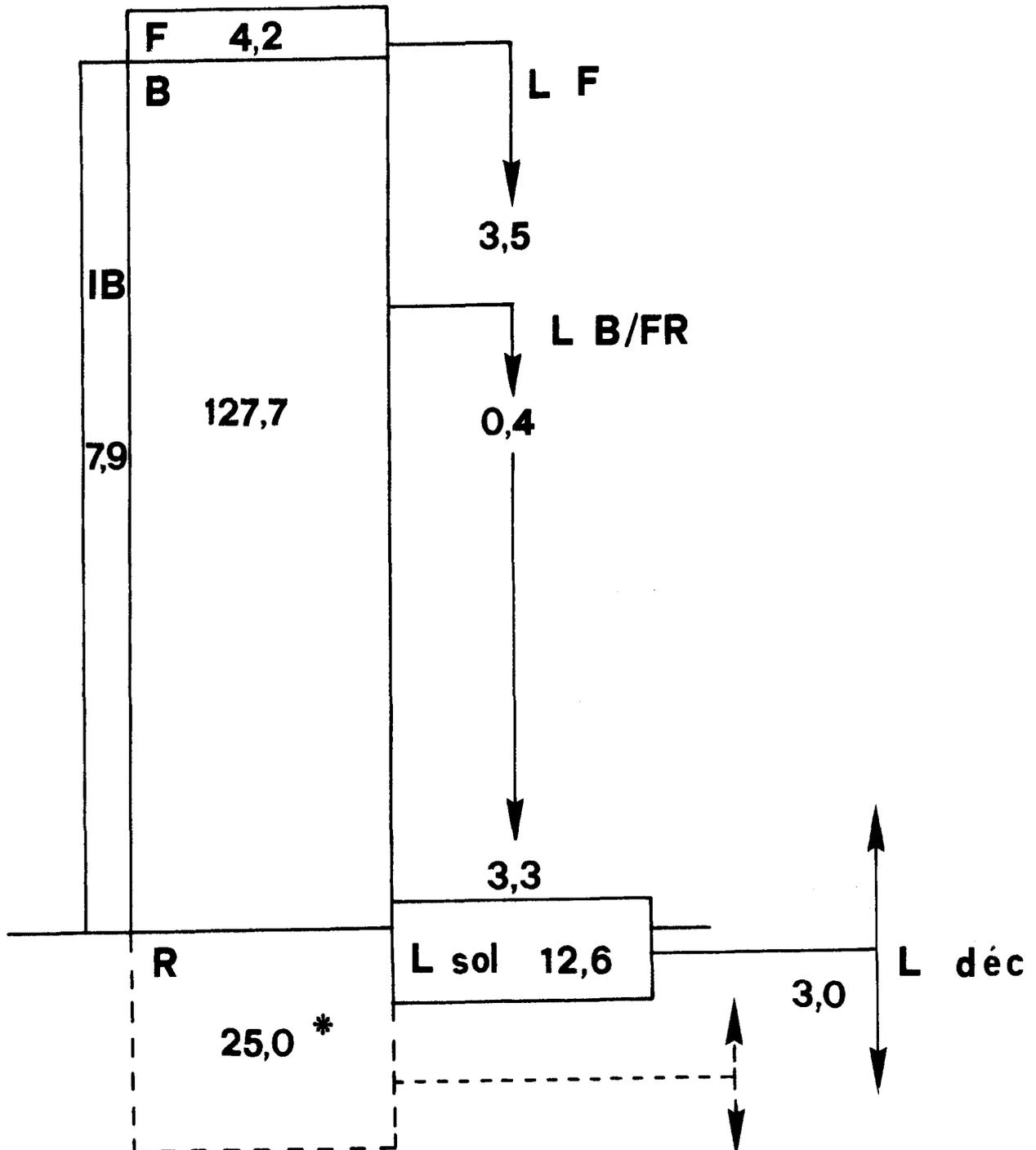


Figure 4.- Répartition et flux de matière organique dans le peuplement de *Fagus sylvatica* L. de Bosco della Nave (Etna). Résultats en Mg ha⁻¹ (compartiments) et Mg ha⁻¹ an⁻¹ (flux).

F : biomasse feuilles

B : biomasse bois

R : biomasse racinaire

IB : incrément biomasse bois

LF : litière feuilles

L B/FR : litière bois et fruits

L : solitière accumulée à la surface du sol

L : déclitière annuellement décomposée

* d'après DECEI (1987)

13 kg ha⁻¹ an⁻¹ dans une station d'altitude voisine et à moins de 10 km de la hêtraie (LEONARDI *et al.*, 1993), l'on peut admettre que le budget de cet élément est équilibré, en tenant même compte des besoins spécifiques au système racinaire qui n'ont pas été étudiés. Cet élément semble donc relativement mobile entre le sous-système plante-sol, avec un taux de recyclage de 83,3 % par rapport à l'absorption.

A l'opposé, le calcium donne lieu à une immobilisation importante dans la biomasse pérenne. Seule la chênaie du sud de la France (SIDANI & LEJOLY, 1990), sur rendzine et substrat calcique, présente une immobilisation nettement plus importante de ce cation que le site de l'Etna. Cette immobilisation ne résulte pas seulement de la translocation des feuilles vers les organes pérennes, mais également d'un prélève-

ment direct de cet élément lors du passage du flux d'eau transpiratoire à travers l'arbre. La restitution par les litières elle, ne représente que les deux tiers de l'absorption (65,9 %) par rapport à la fixation dans la nappe foliaire.

Quant aux autres éléments majeurs, ils occupent une place intermédiaire, avec des taux de restitution par rapport à l'absorption de 75,3 % pour Mg, 73,6 % pour P, 72,4 % pour K et des taux de fixation sur la biomasse pérenne de 24,7 % de Mg, 26,4 % de P et 27,6 % de K contre 16,7 % pour l'azote et 33,8 % pour le calcium. En ce qui concerne les deux oligo-éléments étudiés, la gestion du fer se rapproche de celle du Mg, du P et du K, alors que la gestion du manganèse semble proche de celle de l'azote.

CONCLUSIONS

L'étude du cycle de la matière organique et de certains paramètres de la gestion et du bilan des bioéléments a été entreprise dans une hêtraie caractéristique des ultimes étages forestiers du massif volcanique de l'Etna.

La biomasse et la productivité indiquent que ces peuplements de *Fagus sylvatica*, parmi les plus méridionaux d'Europe, sont bien adaptés à ce milieu particulier, combinant à la fois les conditions drastiques d'un climat d'altitude avec des hivers très rigoureux et la sécheresse estivale des climats méditerranéens.

Ainsi, biomasse épigée, production annuelle de matériel pérenne ou de litière, sont similaires à celles des peuplements d'âge équivalent du nord de l'Italie et d'Allemagne.

Ceci se retrouve également au niveau de l'utilisation et du bilan des éléments biogènes qui sont proches de ceux trouvés par ailleurs en ce qui concerne le phosphore, le potassium et le magnésium.

L'originalité des hêtres de l'Etna réside au niveau de l'azote, qui est en très faible quantité dans les différents tissus. Ceci résulte à la fois de la pauvreté du substrat volcanique en cet élément, de la jeunesse des sols implantés sur des laves relativement récentes et de l'altitude des stations à *Fagus sylvatica*. En effet, à ces altitudes limites de l'étage arbustif, la principale essence fixatrice d'azote, *Genista aetnensis*, bien connue comme responsable de l'apport d'azote aux sols de l'Etna est absente.

Par contre les sols de l'Etna sont mieux pourvus en calcium que les sols acides colonisés

habituellement par les hêtraies plus septentrionales, ce qui permet une utilisation optimale de ce cation.

REMERCIEMENTS

Les auteurs tiennent à remercier le Dr. G. MALTESE et le Dr. G. SCRIMALI de l'Ispettorato Ripartimentale Agricoltura e Foreste de Catania, qui ont mis à leur disposition le site expérimental et leurs ont apporté leur aide et leur soutien dans les travaux de terrain.

REFERENCES

- BIANCHI, M., 1981 : La fustaia di faggio di origine agamica della Toscana : tavola di produzione per i boschi coetanei. Ann. Acc. Ital. di Sc. Forestal. 30 : 247-283.
- BONNEAU, M., 1988 : Le diagnostic foliaire. Rev. For. Fr., XL : 19-28.
- BRUNO, F., MANES, F. & GRATANI, L., 1973 : Availability and cycling of nitrogen, phosphorus, potassium, calcium and magnesium in the beechwood ecosystem at Mt. Terminillo (Central Italy). Ann. Bot. (Roma) 32 : 1-36.
- BRUNO, F. & GRATANI, L., 1975 : Biological cycling of macronutrients and micronutrients in the beechwood ecosystem at Mt. Terminillo (Central Italy). Ann. Bot. (Rome) 34 : 1-15.
- CABANETTES, A., 1979 : Croissance, biomasse et productivité de *Pinus pinea* L. en Petite Camargue. Thèse USTL Montpellier, 175 p.
- CABANETTES, A. & RAPP, M., 1981 : Biomasse, minéralomasse et productivité d'un écosystème à pins pignons, *Pinus pinea* L. du littoral méditerranéen. IV. Production. Acta Oecol., Oecol. Plant. 2, 16 : 381-394.
- CALAMINI, G., GREGORI, E., HERMANIN, L., LO PRESTI, R. & MANOLACU, M., 1983 : Studio di una faggeta dell'Appennino pistoiese : biomassa e produzione primaria netta epigea. Istituto Sperimentale Studio e difesa suolo - Firenze, Annali XIV : 193-214.
- COLE, D.W. & RAPP, M., 1980 : Elemental cycling in forest ecosystems. in : Dynamic properties of forest ecosystems. D.E. REICHLÉ Ed., IPB 23, Cambridge Univ. Press, Cambridge : 341-409.

- DECEI, I., 1987 : Contributii la cunoasterea, sub raport biometric, a partii subterane a arborelui. *Revista Padurilor* 102, 3 : 140-145.
- DENAEYER DE SMET, S. & DUVIGNEAUD P., 1977 : Cycles biogéochimiques dans une hêtraie et une pessière à Mirwart. in : *Productivité Biologique en Belgique*. P. DUVIGNEAUD et P. KESTEMONT Eds. Duculot, Paris-Gembloux : 301-311.
- DUVIGNEAUD, P., 1967 : La productivité primaire des écosystèmes terrestres. in : *Problèmes de productivité biologique*. M. LAMOTTE et F. BOURLIERE Eds. Masson, Paris : 37-92.
- DUVIGNEAUD, P., 1974 : *La Synthèse Ecologique* Doin, Paris : 296p.
- DUVIGNEAUD, P., KESTEMONT, P., TIMPERMAN, J. & MONIQUET, J.C., 1977 : La hêtraie ardennaise à *Festuca altissima* à Mirwart. Biomasse et productivité primaire. in : *Productivité Biologique en Belgique*. P. DUVIGNEAUD et P. KESTEMONT Eds. Duculot, Paris-Gembloux : 107-154.
- HALLBÄCKEN, L., 1992 : Long term changes of base cation pools and biomass in a beech and spruce forest of southern Sweden. *Z. Pflanz. Bodenk.* 155 : 51-60.
- HANCHI, A., 1994 : Cycle de l'eau et des éléments biogènes dans un bassin versant forestier : cas d'une hêtraie au Mont Lozère. Thèse Univ. Bourgogne, Dijon (France) : 232p.
- HOCHBICHLER, E., PUTZGRUBER, N. & KRAPPENBAUER, A., 1994 : Biomassen- und Nährstoffuntersuchungen in einem 40 jährigen Buchenbestand (*Fagus sylvatica* L.). *Centralblatt für das Gesamte Forstwesen* 111, 1 : 1-22.
- HOFMANN, A., 1960. Il faggio in Sicilia. *Flora et Vegetatio Italica*, 2, Sondrio (Italia) : 235p.
- JENNY, H., GESSEL, S.P. & BINGHAM, F.T., 1949 : Comparative study of decomposition rates of organic matter in temperate and tropical regions. *Soil Sci.* 68 : 419-432.
- LEONARDI, S., RAPP, M., FAILLA, M. & GUARNACCIA, D., 1993 : Interception of rainfall, input and leaching of nutrients within two *Castanea sativa* Mill. stands at the Etna volcano. *Oecologia Montana* 2 : 7-12.
- LEONARDI, S., RAPP, M., FAILLA, M. & GUARNACCIA, D., 1996 : Biomasse, productivité et transferts de matière organique dans une séquence altitudinale de peuplements de *Castanea sativa* Mill. de l'Etna. *Ann. Sci. For.* 53,5 : 1031-1048.
- NIHLGARD, B., 1972 : Plant biomass, primary production and distribution of chemical elements in a beech and planted spruce forest in south Sweden. *Oikos* 23, 1 : 69-81.
- POLI, E., DI BENEDETTO, L., FERLITO, N. & LO GIUDICE, R., 1979 : Stazioni etnee di faggio a bassa quota. *Atti. Acc. Gioenia, Sci. Nat.*, Catania 7, 10 : 135-147.
- POLI, E., MAUGERI, G. & RONSISVALLE, G., 1981 : Note illustrative della carta della vegetazione dell'Etna. *Consiglio Nazionale delle Ricerche. AQ* 1, 131 (Roma) : 29p.
- SINDANI, K.T. & LEJOLY, J., 1990 : Phytomasses et productivités de 4 peuplements forestiers dans les environs de Peyresq (Alpes de Haute-Provence, France). *Belg. J. Bot.* 123, 1/2 : 103-116.
- ULRICH, B., MAYER, R. & HELLER, H., 1974 : Date analysis and date synthesis of forest ecosystems. *Göttinger Bodenkundliche Berichte* 30 : 1-459.
- VYSKOT, M., 1989a : Nadzemni biomase mlade populace Buku lesniho. *Lesnicivi* 35, 6 : 481-506.
- VYSKOT, M., 1989b : Podzemni biomase mlade populace Buku lesniho. *Lesnicivi* 35, 7 : 577-598.
- ZECH, W., SUTTNER, T. & POPP, E., 1985 : Elemental analysis and physiological responses of forest trees in SO₂ polluted areas of N.E. Bavarian mountains. *Water, Air and Soil Pollution* 25 : 175-183.
- ZECH, W., SCHNEIDER, B.U. & ROHLE, H., 1990 : Element composition of leaves and wood of beech (*Fagus sylvatica* L.) in SO₂ polluted sites of the N.E. Bavarian mountains. *Water, Air and Soil Pollution* 54 : 97-106.

Floristic and phytogeographical diversity in some protected areas in Italy

Diversité floristique et phytogéographique dans des espaces protégés en Italie

Anna TESTI*, Ileana NAPOLEONE**, Adriana CIGNI***

RÉSUMÉ

Dans cette étude, les auteurs ont analysé la flore de 26 espaces protégés d'Italie, soumis à différents régimes de protection, localisés dans deux régions bioclimatiques: eurosibérienne au nord et méditerranéenne au sud. Ces espaces sont caractérisés respectivement par des milieux alpins, montagnards et de plaines humides, ainsi que par des milieux franchement méditerranéens et méditerranéo-montagnards (Apennins). Les flores ont été examinées du point de vue chorologique et les 3800 espèces ont été archivées dans une banque de données Dbase III Plus. On a analysé à l'aide d'un logiciel la diversité floristique et phytogéographique, puis on a étudié leur corrélation, dans le but de donner une mesure de la qualité de l'environnement en fonction de la diversité floristique et de son caractère naturel. Les résultats montrent que la condition la plus critique, du point de vue de la vulnérabilité de l'environnement, se retrouve dans les communautés méditerranéennes des *Quercetea ilicis* et celles relictuelles de *Quercu-Carpinetum* de la plaine alluviale de la vallée du Pô.

MOTS CLES : flore, chorologie, diversité, espaces protégés

ABSTRACT

The aim of this paper is to study the distribution of plant chorotypes in some protected areas located in two bioclimatic regions of Italy, the Euro-Siberian and the Mediterranean, which are representative of different types of protection and habitats.

The flora of 26 areas were examined and 3800 species entered into a data bank, set up using a DBase III Plus system.

The floristic and phytogeographical diversity was analyzed with specific software and their relationships were considered in order to characterize the environmental quality of protected areas studied through diversity and naturalness.

The data obtained showed that environmental quality is more critical in the *Quercetea ilicis* communities of Mediterranean protected areas and in the relics of *Quercu-Carpinetum* in the alluvial plain of the Po Valley.

KEY WORDS: flora, chorology, diversity, protected areas

INTRODUCTION

The information on the flora and vegetation of a territory is often used as an indicator of «environmental quality» (MENICHETTI *et al.*, 1989; POLDINI, 1989) and is considered an ex-

pression of natural and anthropogenic changes (FERRARI, 1989) affecting intra- and inter-systemic relationships, of which landscape is the most evident feature (FORMAN and GODRON, 1986).

The qualitative and quantitative characteristics of flora allow for comparative studies and can be used to analyze, especially in parks and protected areas, changes affecting communities, ecosystems and landscape systems in relation to the implementation of legal protec-

* Dipartimento di Biologia Vegetale, Università La Sapienza, P.le A.Moro 5, 00185 Roma, Italia

** IAC - CNR, Viale del Policlinico 137, 00161 Roma, Italia

*** Centro CNR di Genetica Evoluzionistica, Via Lancisi 29, 00161 Roma

tion and the consequent fencing off of a specific area. These two factors "disturb" the system with important consequences on compatible use of resources. In fact, human activity aimed at conserving and preserving the "naturalness" of a site, inevitably has an effect on the dynamics and evolution of the communities. To date, very few diachronic studies have been carried out on these effects in Italian parks. This kind of study would make it possible to describe changes in diversity and naturalness over time and to implement management action based on ecological realities rather than on hypotheses dictated by other ulterior motives.

In this context, the present paper is meant to provide a contribution to this issue through study of the floristic and phytogeographical diversity of some protected areas representing different habitats in two bioclimatic Italian regions. This kind of study is, in fact, suggested by Italy's floristic diversity - 5599 native species in an area representing 1/30 of European territory (PIGNATTI, 1994). Attention has been focused on the species/areas relationship and its correlation to phytogeographical diversity, in order to understand the relationship between the area of a protected zone and the quality of its flora.

STUDY AREAS

26 protected areas, including regional and national parks as well as natural regional and state reserves distributed throughout the Italian peninsula, were considered (figure 1). Together, they make up a total area of 410,735 ha, with the smallest reserve being Le Bine in Lombardy (20.15 ha) and the largest Gran Sasso-Monti della Laga in the central Apennine region (163,212 ha). The two represented habitats found in the Euro-Siberian region are a typical alpine and montane habitat and a wet alluvial-plain habitat. The two habitats from the Mediterranean region considered are a typical Mediterranean habitat and an Apennine montane habitat. Main vegetation types related to the above mentioned habitats belong to the following syntaxa: *Caricetalia curvulae*, *Vaccinio-Piceetalia*, *Fagetalia sylvaticae*, *Erico-Pinetalia*, *Quercetalia pubescenti-petraeae*, *Quercetalia robori-petraeae*, *Salicetalia purpureae*, *Alnetalia glutinosae*, *Potametalia*, *Phragmitetalia*, *Caricetalia fuscae*, *Seslerietalia apenninae*, *Quercetalia ilicis* (table 1).

METHODS

Data on the flora of the 26 areas studied (Appendix) were entered into a data bank set up using a dBase III Plus system. The nomenclature of the species follows «Flora d'Italia» (PIGNATTI, 1982). Plant chorotypes were clustered according to PIGNATTI (1994) in ten different groups and their percentage values were calculated for each area using their respective frequencies.

Anthropization was evaluated by means of a "Chorological Coherence Index" (GRECO and PETRICCIONE, 1989); this index is calculated on the basis of the chorological spectrum and it represents the ratio between the representative chorotypes of the local flora and the cosmopolitan and exotic chorotypes.

Diversity analysis was then carried out on plant chorotype values using Stadv software (GANIS, 1991). The SHANNON-WEAVER (1949) diversity index and the SIMPSON (1949) dominance index were thus obtained. The SHANNON-WEAVER index gives a measure of the phytogeographical diversity expressed by variations of evenness, the SIMPSON dominance index shows the dominance of one or few chorotypes.

Statistical tests were thus applied to some correlation data using calculation methods reported below (*).

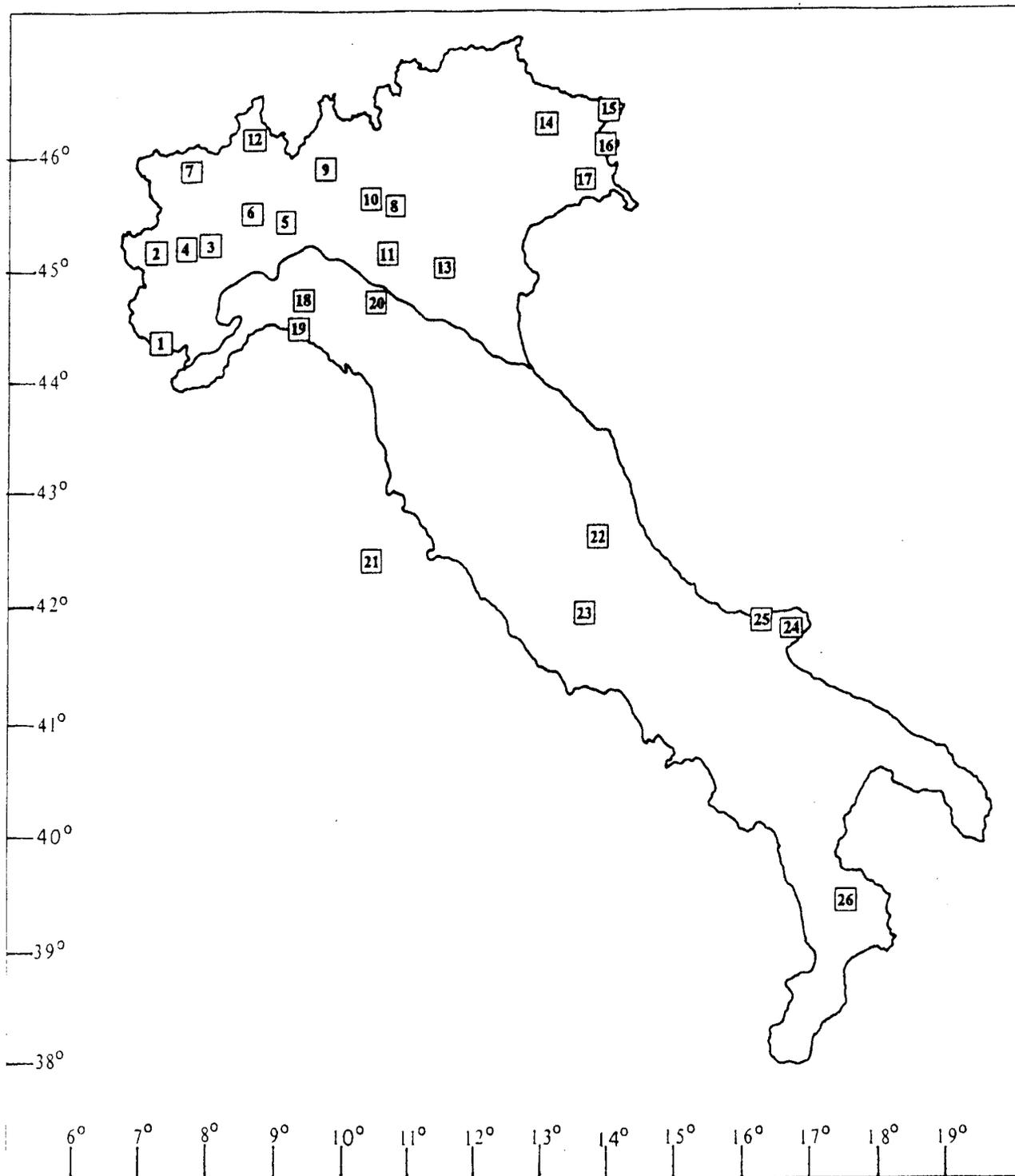
$$(*) \quad x \text{ coefficient} = \frac{\text{codeviance}(X, Y)}{\sqrt{\text{deviance}(X) * \text{deviance}(Y)}}$$

In the species/area relationship (figure 2) X= logarea; Y=number of species: $26108.5685/149.737062 * 7622306.04 = 7.728 = 0.772$.

b Coefficient= $\text{codeviance}(X, Y) / \text{deviance}(X) = 26108.5685 / 149.737062 = 174.3627$

In the relation between species/area values and Shannon Index values (figure 3), $x \text{ coefficient} = -12.23669/20.35696 = -0.60$.

In the relation between specie/area values and Simpson Index values (figure 4), $x \text{ coefficient} = 10.2689/19.23176 = 0.53$



- Long.
- | | |
|--|--|
| <p>EDMONT</p> <p>1) regional natural park "Argentera (Alpi Marittime)"</p> <p>2) regional natural park "Orsiera-Rocciavre"</p> <p>3) natural regional reserve "Bosco del Vaj"</p> <p>4) regional natural park "Stupinigi"</p> <p>5) regional natural park "Valle del Ticino"</p> <p>6) regional natural park "Lame del Sesia"</p> <p>AL D'AOSTA</p> <p>7) regional natural park "Mont Avic"</p> <p>OMBARDY</p> <p>8) natural regional reserve "Altopiano di Cariadeghe"</p> <p>9) regional natural park "Monte Barro"</p> <p>10) natural regional reserve "Torbiere d'Isco"</p> <p>11) natural regional reserve "Le Bine"</p> <p>12) natural regional reserve "Bosco Fontana"</p> <p>13) regional natural park "Isola Boschina"</p> <p>RIULI VENEZIA GIULIA</p> <p>14) regional natural park "Prealpi Carniche"</p> <p>15) regional natural park "Alpi Giulie"</p> <p>16) natural regional reserve "Zona tra M. Mia ed Erbezzo"</p> <p>17) natural regional reserve "Palude Morotto"</p> | <p>LIGURIA</p> <p>18) natural regional reserve "Agoraic di Sopra e Moggetto"</p> <p>19) natural area system "Monte Di Portofino"</p> <p>EMILIA ROMAGNA</p> <p>20) regional natural park "Boschi di Carrega"</p> <p>TUSCANY</p> <p>21) natural regional reserve "Isola di Montecristo"</p> <p>ABRUZZO</p> <p>22) national park "Gran Sasso-Monti Laga"</p> <p>LATIUM</p> <p>23) regional natural park "Monti Simbruini"</p> <p>APULIA</p> <p>24) national park "Gargano"</p> <p>25) natural state reserve "Lago di Lesina eastern part"</p> <p>CALABRIA</p> <p>26) national park "Sila (Calabria)"</p> |
|--|--|

Figure 1.- Location of protected areas examined

Table 1

Features of the areas studied located in two regions of Italy according to the vegetation map at scale 1:1,000,000 (MINISTERO DELL' AMBIENTE, 1992).

Information given includes names, surface and altitude, protection types, altitude belts, main habitats and vegetation types linked to them, as well as quantitative and qualitative features of flora examined. The areas are ordered according to the administrative Regions and to decreasing altitude. Acronyms of protected areas: PN=National park; PR=regional natural park; RN=natural regional reserve; RS=natural state reserve.

Euro-Siberian Region					
Area names	Surface (ha) Altitude (m)	Belts	Main habitats and vegetation types	No. of species	Special characteristics
1 Argentera (Piedmont) PR	25,712.75 2084	Alpine sub-Alpine montane	-acidophilous grasslands (<i>Caricetum curvulae</i> Br.Bl. 1925) -coniferous woodlands and shrublands (<i>Abieti-Fagetum</i> Oberd. 1938) -beech woodlands (<i>Fagion sylvaticae</i> Oberd. 1957)	1003	
2 Orsiera-Rocciavré (Piedmont) PR	10,946.73 1945	Alpine sub-Alpine montane	-grasslands -coniferous woodlands and shrublands (<i>Vaccinio-Piceetalia</i> Br.Bl. 1939) -coniferous and deciduous woodlands (<i>Vaccinio-Piceetalia</i> Br.Bl. 1939)	773	
3 Bosco del Vaj (Piedmont) RN	71,50 449	hill	-relictual beech woodland (<i>Luzulo-Fagetum</i>) -relictual wet alluvial plain woodland (<i>Physospermo-Quercetum petraeae</i> Oberd. et Hoffm. 1967)	201	
4 Stupinigi (Piedmont) PR	1,731.89 200	hill	-relics of <i>Quercus-Carpinetum</i> - agricultural fields	654	
5 Valle del Ticino (Piedmont) PR	6,561.11 150	wet alluvial plain of Po Valley	-riparian communities with <i>Populus nigra</i> , <i>P. alba</i> , <i>Salix alba</i> (<i>Salicetalia purpureae</i> Moor 1958) - <i>Alnus glutinosa</i> woodlands (<i>Alnetalia glutinosae</i> Tx. 1937) -relics of <i>Quercus-Carpinetum</i> with <i>Quercus robur</i> , <i>Carpinus betulus</i> , <i>Fraxinus excelsior</i>	570	Exotic species naturalized: <i>Robinia pseudoacacia</i> , <i>Populus canadensis</i> , <i>Pinus sylvestris</i>
6 Lame del Sesia (Piedmont) PR	882.05 148	wet alluvial plain of Po Valley	- <i>Alnus glutinosa</i> communities with <i>Populus nigra</i> , <i>P. alba</i> , <i>Salix alba</i> -hygrophilous woodlands (<i>Fraxino-Carpinion</i> Tx. et Diem. 1935)	600	Exotic species: <i>Ammania auriculata</i> , <i>Rotala indica</i> , <i>Lindernia dubia</i> , <i>Ottelia alismoides</i>
7 Mont Avic (Val d' Aosta) PR	3,520.98 2143	sub-Alpine montane	- <i>Pinus uncinata</i> forest (<i>Rhodoro-Vaccinietum</i>) -beech woodlands (<i>Fagion sylvaticae</i> Oberd. 1957)	449	
8 Altopiano di Cariadeghe (Lombardy) RN	491.92 615	sub-montane	- <i>Calluna vulgaris</i> communities -mesophilous deciduous woodlands with <i>Ostrya carpinifolia</i> , <i>Quercus petraea</i> , <i>Acer pseudoplatanus</i> , <i>Betula pendula</i> , <i>Castanea sativa</i>	258	
9 Monte Barro (Lombardy) PR	665.00 561	montane sub-montane	-mesophilous broad-leaved woodlands (<i>Fagion sylvaticae</i> Oberd. 1957) -heliophilous broad-leaved woodlands (<i>Quercion pubescenti-petraeae</i> Br.Bl. 1931)	829	Exotic species: <i>Buddleja davidii</i> , <i>Trachycarpus fortunei</i>
10 Torbiere d' Iseo (Lombardy) RN	324.57 185	wet alluvial plain of Po Valley (peat-bog)	-hydrophyte submerged vegetation (<i>Potametalia</i> Koch 1926) -water-fringe vegetation (<i>Phragmitetalia</i> Koch 1926 em. Pignatti 1953) - <i>Carex elata</i> and <i>Cyperus longus</i> communities	289	Endangered species: <i>Thelypteris palustris</i> , <i>Hottonia palustris</i> , <i>Ludwigia palustris</i>
11 Le Bine (Lombardy) RN	20.15 45	wet alluvial plain of Po Valley (marsh)	-hydrophyte submerged vegetation with <i>Lemna minor</i> and <i>Nymphaea alba</i> (<i>Potametalia</i>) -water-fringe vegetation (<i>Phragmitetalia</i>) -hygrophilous brush communities with <i>Amorpha fruticosa</i> and <i>Solidago gigantea</i> -riparian woodlands with <i>Salix alba</i> , <i>Populus nigra</i> , <i>Alnus glutinosa</i>	205	Presence of exotic and synanthropic species: <i>Rumex conglomeratus</i> , <i>Polygonum lapathifolium</i> , <i>Chenopodium album</i>
12 Bosco Fontana (Lombardy) RS	233.00 25	wet alluvial plain of Po Valley	-relictual woodland with <i>Quercus robur</i> , <i>Carpinus betulus</i> , <i>Fraxinus excelsior</i> (<i>Quercus-Carpinetum boreoitalicum</i> Pignatti 1953) -hydrophyte submerged vegetation with <i>Nuphar luteum</i> , <i>Hydrocharis morsus-ranae</i> , <i>Lemna minor</i> , <i>Potamogeton nodosus</i> , <i>P. pectinatus</i>	475	

13 Isola Boschina (Lombardy) RN	38.20 15	wet alluvial plain of Po Valley	-relictual woodland with <i>Populus nigra</i> , <i>P. alba</i> and <i>Quercus robur</i> (<i>Quercetalia robori-petraeae</i> Tx. (1931) 1937)	162	Exotic species: <i>Amorpha</i> <i>fruticosa</i> , <i>Sycios</i> <i>angulatus</i> Synanthropic species: <i>Oxalis fontana</i> , <i>Poa trivialis</i> , <i>Chenopodium</i> <i>album</i> , <i>Polygonum</i> <i>aviculare</i>
14 Prealpi Carniche (Friuli Venezia Giulia) PR	25,874.00 1603	Alpine sub-Alpine montane	-grasslands (<i>Caricetum firmae</i> Wraber 1970) - <i>Picea excelsa</i> , <i>Larix decidua</i> , <i>Pinus mugo</i> woodlands (<i>Erico-Pinetalia</i> (Oberd. 1949) Horvat 1959) - <i>Pinus sylvestris</i> woodlands - <i>Fraxinus ornus</i> and <i>Pinus sylvestris</i> woodlands (<i>Erico-Pinetalia</i> (Oberd. 1949) Horvat 1959) -beech woodlands (<i>Fagetalia sylvaticae</i> Pawl. 1928)	671	
15 Alpi Giulie (Friuli Venezia Giulia) PR	11,074.00 1250	Alpine sub-Alpine montane	-grasslands (<i>Caricetum firmae</i> Wraber 1970) - <i>Pinus mugo</i> communities (<i>Rhodothamno-</i> <i>Rhodoretum hirsuti</i>) - <i>Larix decidua</i> woodlands - <i>Pinus sylvestris</i> woodlands (<i>Erico-Pinetalia</i> (Oberd. 1949) Horvat 1959) -mesophilous beech woodlands (<i>Fagetalia</i> <i>sylvaticae</i> Pawl. 1928) - <i>Picea excelsa</i> woodlands (<i>Vaccinio-Piceetalia</i> Br.Bi. 1939) -mixed spruce-beech woodlands	897	
16 Zona tra Monte Mia ed Erbezzo (Friuli Venezia Giulia)	1,340.00 719	montane sub-montane	-beech woodlands (<i>Anemoni trifoliae-Fagetum</i> Tregubov 1957) -thermophilous broad-leaved woodlands (<i>Orno-</i> <i>Pinetum nigrae-Ostryetosum</i> Poldini 1982)	537	
17 Palude Moretto (Friuli Venezia Giulia) RN	160 300	wet plain (marsh)	-relics of hygrophilous alluvial-plain woodland (<i>Fraxino-Carpinion</i> Tx. et Diem. 1935) -water-fringe vegetation with <i>Phragmites australis</i> -hydrophyte submerged vegetation with <i>Lemna</i> <i>minor</i> and <i>Nuphar luteum</i> (<i>Potametalia</i>)	106	Endangered species: <i>Erucastrum</i> <i>palustre</i> , <i>Pinguicula alpina</i> , <i>Drosera</i> <i>rotundifolia</i> , <i>Primula farinosa</i>

Mediterranean Region					
Area names	Surface (ha) Altitude (m)	Belts	Main habitats and vegetation types	No. of species	Special characteristics
18 Agoraie (Liguria) RS	16.50 1330	montane	-hydrophyte submerged vegetation (<i>Potamogetonetea</i> Tx. et Preisg. 1942) -water fringe vegetation (<i>Pragmitetum communis</i> (Gams 1927) Schmale 1939) -acidic fens (<i>Caricetum fuscae</i> Br.Bl. 1915)	249	Rare species: <i>Rorippa islandica</i> , <i>Tricophorum caespitatum</i> , <i>Sphagnum fuscum</i> and <i>S. rubellum</i> Vulnerable species: <i>Lycopodiella inundata</i>
19 Monte di Portofino (Liguria) PR	4,650.00 730	Mediterranean	- <i>Arbutus unedo</i> and <i>Erica arborea</i> maquis - <i>Quercus ilex</i> woodlands (<i>Quercetum ilicis galloprovincialis</i> Br. Bl. 1936) - <i>Pinus pinaster</i> and <i>Pinus halepensis</i> woodlands (<i>Quercetea ilicis</i> Br.Bl. 1947) - <i>Ostrya carpinifolia</i> and <i>Castanea sativa</i> woodlands (<i>Physospermo-Quercetum petraeae</i> Oberd. et Hoffm. 1967)	730	
20 Boschi di Carrega (Emilia Romagna) PR	1,270.00 316	wet alluvial plain of Po Valley	-mesophilous deciduous woodlands (<i>Physospermo-Quercetum petraeae</i> Oberd. and Hofmann 1967)	91	Exotic species: <i>Cedrus atlantica</i> , <i>C. deodara</i> , <i>Sequoia elegans</i> , <i>Taxodium dysticum</i> , <i>Abies pectinata</i>
21 Montecristo (Tuscany) RS	1,039.00 323	Mediterranean	- <i>Erica arborea</i> and <i>Erica scoparia</i> maquis (<i>Quercetea ilicis</i> Br.Bl. 1947) - <i>Quercus ilex</i> , <i>Fraxinus ornus</i> , <i>Pinus halepensis</i> communities (<i>Quercetea ilicis</i> Br.Bl. 1947)	509	Exotic species: <i>Eucalyptus cornuta</i> , <i>E. globulus</i> , <i>Ailanthus altissima</i>
22 Gran Sasso-Monti della Laga (Abruzzo, Marche) PN	148,935.0 1707	high-montane submontane	-neutrophilous and basophilous grasslands (<i>Seslerietalia apenninae</i>) -mesophilous beech woodlands mixed with <i>Abies alba</i> -mixed mesophilous and thermophilous deciduous woodlands (<i>Quercetalia pubescenti petraeae</i>)	1516	
23 Monti Simbruini (Latium) PR	29,000.00 1243	high-montane montane submontane	-neutrophilous and basophilous grasslands (<i>Seslerietalia apenninae</i>) -beech woodlands (<i>Fagetalia sylvaticae</i>) -mixed deciduous woodlands of <i>Ostrya carpinifolia</i> , <i>Quercus cerris</i> , <i>Q. pubescens</i> and sporadic <i>Q. ilex</i> (<i>Quercetalia pubescenti petraeae</i> Br.Bl. 1931) -a relic site <i>Taxus baccata</i>	1242	
24 Gargano (Apulia) PN	106,642.0 600	Mediterranean	- <i>Euphorbia dendroides</i> maquis (<i>Oleo-Euphorbietum dendroides</i>) - <i>Pistacia lentiscus</i> and <i>Olea europaea</i> maquis (<i>Oleo-Lentiscetum</i> Molinier 1954 var. <i>adriaticum</i> Trinajstic 1977) - <i>Juniperus phoenicea</i> , <i>J. oxycedrus</i> var. <i>macrocarpa</i> maquis (<i>Juniperetum macrocarpae-phoeniceae</i> Pedrotti, Cortini (1974) 1982) - <i>Quercus ilex</i> and <i>Fraxinus ornus</i> woodlands (<i>Orno-Quercetum ilicis</i> Horvatic (1956) 1958) - <i>Quercus ilex</i> and <i>Ostrya carpinifolia</i> woodlands (<i>Ostryo-Quercetum ilicis</i> Trinajstic (1965) 1974)	1918	
25 Lago di Lesina eastern part (Apulia) RS	930.00 1	Mediterranean	-sand dunes vegetation of <i>Ammophila arenaria</i> (<i>Ammophiletea</i>) -shrub communities of <i>Juniperus oxycedrus</i> var. <i>macrocarpa</i> (<i>Quercetea ilicis</i> Br.Bl. 1947) -garigue of <i>Rosmarinus officinalis</i> , <i>Cistus salvifolia</i> , <i>C. incanus</i> , <i>Erica multiflora</i> (<i>Quercetea ilicis</i> Br.Bl. 1947) -high maquis of <i>Quercus ilex</i> (<i>Quercetea ilicis</i> Br.Bl. 1947) -hygrophilous vegetation (<i>Phragmitetalia</i> Koch 1926 em. Pignatti 1953)	89	
26 Sila (Calabria) PN	12,694.00 1365	high-montane montane	- <i>Astragalus calabrus</i> pastures (endemic species highly frequent) -woodlands of <i>Fagus sylvaticus</i> , <i>Pinus laricio</i> , <i>Abies alba</i> (<i>Fagetalia sylvaticae</i> Pawl. 1928)	778	

The areas are ordered according to regions and to decreasing altitude

RESULTS

Diversity values

The flora of the 26 areas studied includes approximately 3800 species on a protected area of 410,735 ha, representing 14.4% of the total Italian area under legal protection (LOCASCIULLI *et al.*, 1995).

A positive correlation between species richness and park area was obtained analyzing the species/area relationship, as shown by the linear regression test (figure 2). Species/area values and the Shannon Index for chorotypes are statistically significant. Floristic diversity and phytogeographical diversity were found to be directly related (figure 3) and inversely related to Simpson's dominance Index (figure 4).

The montane parks of Gran Sasso-Laga (n°22), Simbruini (n°23), Sila (n°26 in the Calabria park) and Gargano (n°24) showed the highest values of phytogeographical diversity (figure 3).

The chorological components

Eurasian component

Eurasian species are strongly prevalent in the parks of the Euro-Siberian region, representing approximately 50% of the overall flora and exceeding the already high regional values for their presence (table 2); values for Eurasian species are lower in parks in the Mediterranean region, about 30% on average, and slightly exceed the regional mean values (table 2). A progressive decline from north to south was observed in the areas studied, in accordance with regional distribution data (PIGNATTI, 1994). The maximum value (68.7%) was recorded in the regional reserve of Vaj (n°3) in Piedmont, the minimum (15.6%), in the state reserve of Montecristo (n°21). Very high values were observed in many small areas of the Euro-Siberian region (table 2); relics of wet alluvial-plain woodland, to which the Eurasian component is linked, are present in these areas.

Northern component

Northern species (figure 5) show the maximum value (32.5%) in the Agoraie reserve (n°18) in Liguria and the lowest (3.7%) in the Montecristo reserve (n°21). The markedly elevated values were observed in the montane parks of M. Avic (n°7), Argentera (n°1), Orsiera (n°2), Agoraie (n°18). The high value recorded in the Agoraie reserve represents a local feature related to its geographical position and the strong dominance

of two components, the Eurasian and the Northern one, is well expressed by the Simpson index (0.41). In the Stupinigi park (n°4), located just outside of the urban area of Turin, dominance (0.30) is also shared by two components, the Eurasian (51.2%) and the Northern (20.4%).

South-European Orophyte component

South-European Orophyte species (figure 6) show the maximum value (40.5%) in the M. Avic park (n°7), the lowest (0.7) in the Bosco Fontana reserve (n°12); the component is absent in the Lesina (n°25), Isola Boschina (n°13), Le Bine (n°11), Iseo (n°10) and Montecristo (n°21) reserves. In the Euro-Siberian region, the values of this component greatly exceed the regional mean values in the montane parks of Piedmont and Friuli (table 2). Intermediate values, which nevertheless exceed regional mean values, were recorded in the montane parks of the peninsula: Simbruini (9.3%), Gran Sasso-Laga (14.3%), Sila (4.2%), and Gargano (4.1%).

Atlantic component

In the Euro-Siberian region, Atlantic species show values consistently lower than regional means (table 2): the maximum value (3.5%) was recorded in the western Vaj reserve (n°3), the lowest (0.6%) in the eastern M. Mia-Erbezzo reserve (n°16) in Friuli. Relatively high values were observed in the fluvial valley of the Ticino River (n°5), in correspondence to a wet habitat favouring Atlantic species, scarcely represented in Italy.

The more western areas of the Italian peninsula, Portofino (n°19) and Agoraie (n°18), show the highest values of all parks examined (table 2).

Mediterranean component

The flora of the parks of Lombardy and Piedmont are characterized by a certain Mediterranean element, except for the montane and Alpine areas of Orsiera (n°2) and Argentera (n°1), the wet area of Isola Boschina (n°13) and the hill area of Bosco del Vaj (n°3). In Lombardy, values exceeding regional means were found in the M. Barro park (n°9) and in the Bosco Fontana reserve (n°12), where a thermophilous vegetation component is present.

In the areas of Friuli, values are consistently lower than regional means (table 2).

In the Euro-Siberian region, Stenomediterranean species show values consistently lower than the regional mean (table 2). Portofino park (n°19) has high values of stenomediterranean and eurymediterranean species, which represent

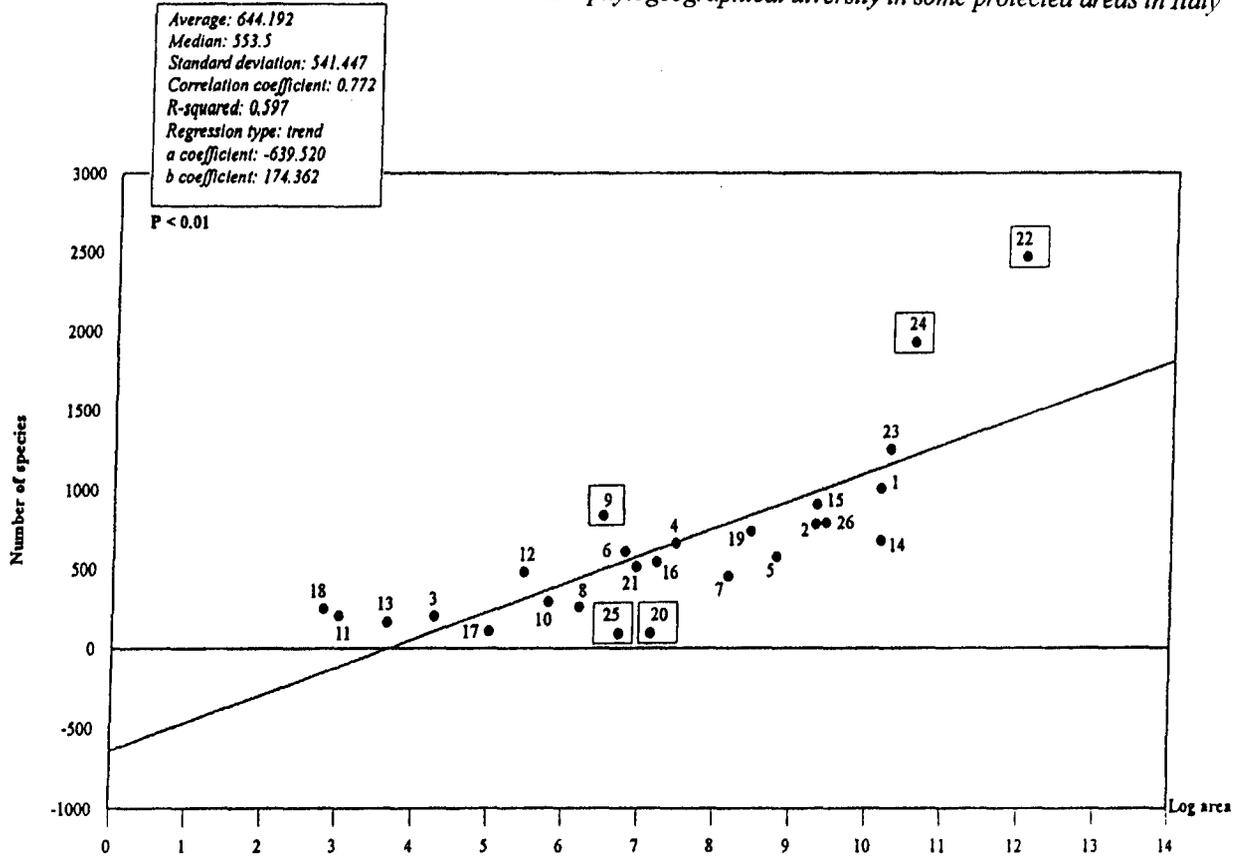


Figure 2.- Regression line on relationship species/area. The natural logarithmic values of the areas are reported on the abscissa, while the number of species for each area is reported on the ordinate. The points outliers are highlighted.

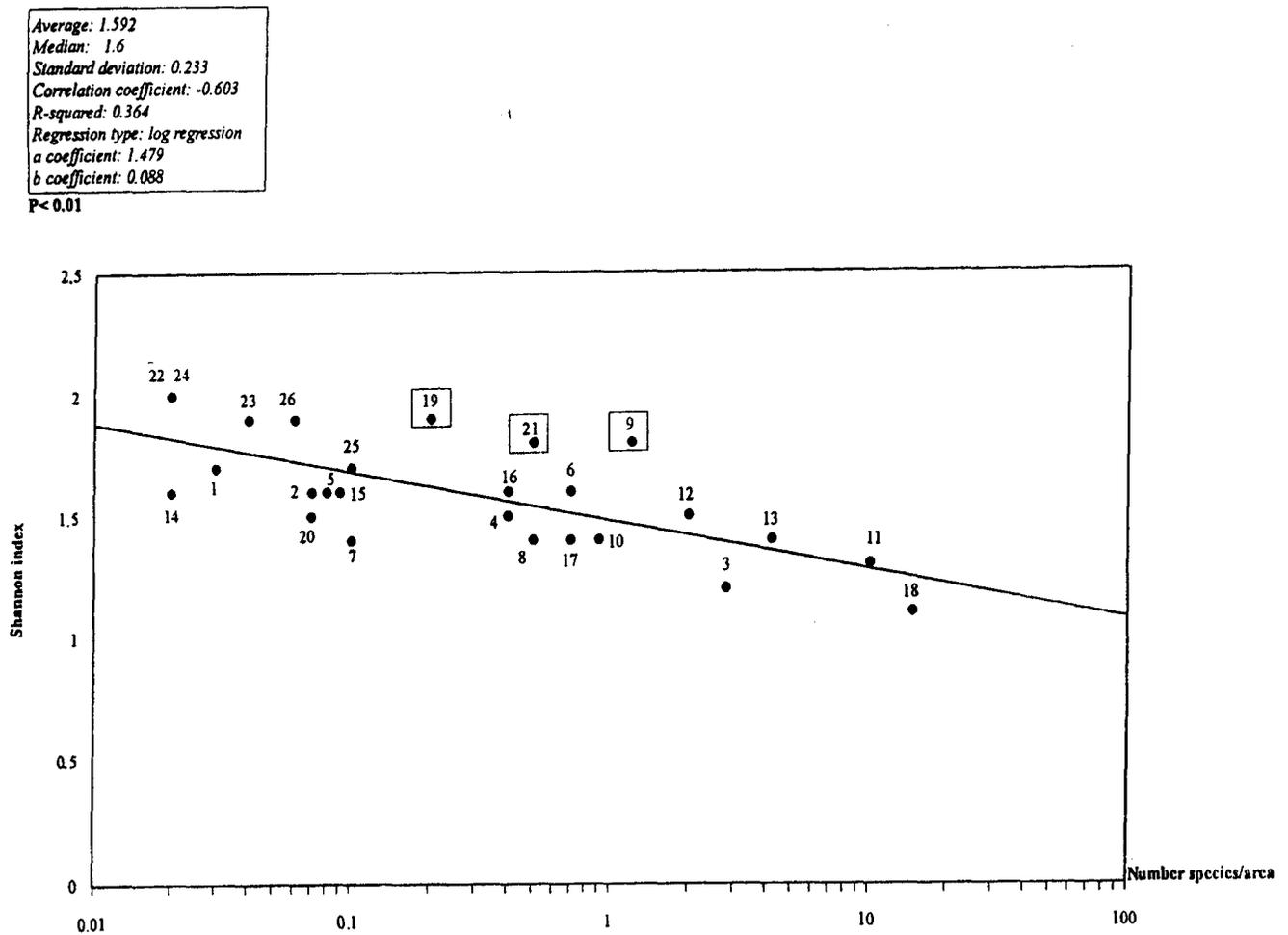


Figure 3.- Regression line on relation between the species/area values on the abscissa in a logarithmic scale and the Shannon diversity Index values on the ordinate. The points outliers are highlighted.

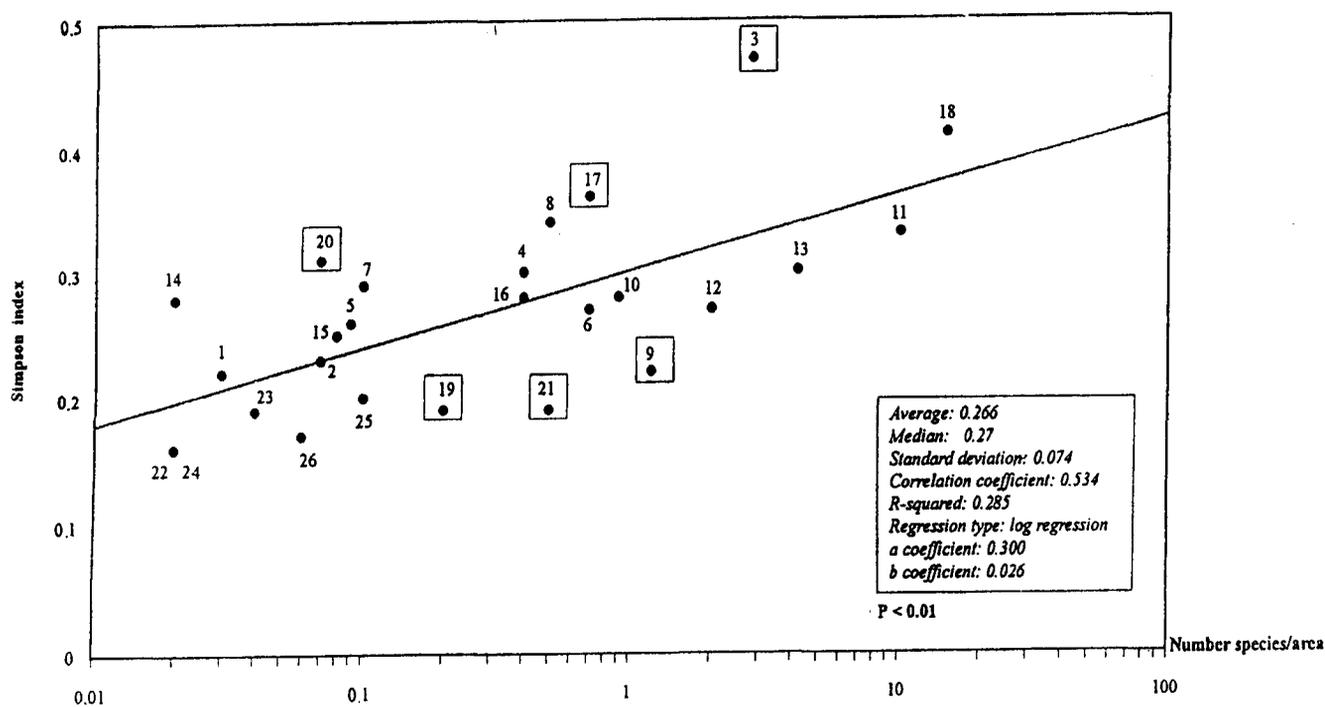


Figure 4.- Regression line on relation between the species/area values on the abscissa in a logarithmic scale and the Simpson dominance Index values on the ordinate. The points outliers are highlighted.

47% of the total flora; in the Agoraie reserve (n°18), on the contrary, the Mediterranean component is totally absent.

Mediterranean-Montane species show values consistently lower than regional means, with the exception of the montane parks of Orsiera (n°2), Argentera (n°1) and Prealpi Carniche (n°14), where values are quite similar to regional ones (table 2).

This component is more strongly represented on the peninsula, with a maximum value (5.5%) recorded in Sila park (n°26).

Endemic component

There are 263 endemic species in all the parks examined, representing 5.5% of the total flora considered. These species are concentrated in the montane parks of the two Italian regions considered: the maximum value (7.6%) was recorded in the Gran Sasso-Laga park (n°22). A good relation to altitude is evident in Piedmont, Lombardy and Friuli (table 2, figure 7a,b,c). In the parks of these regions, there is an evident inverse relation to cosmopolitan species, caused by the marked anthropic factors in the reserves of Le Bine (n°11), Iseo (n°10) and Bosco Fontana (n°12)

in Lombardy; Sesia (n°6), Ticino (n°5) and Stupinigi (n°4) in Piedmont; and Palude Moretto (n°17) in Friuli (figures 7 a,b,c). Endemic and cosmopolitan species values, however, are also inverse in the other areas studied (figure 7d).

Cosmopolitan component

Cosmopolitan species show a trend inversely related to altitude (figures 7 a,b,c,d). The maximum value (22.5%) was recorded in the Iseo lake reserve (n°10) and the lowest (2.8%) in the Prealpi Carniche park (n°14) (table 2). The montane parks of Piedmont, Lombardy, Friuli, Liguria and Latium show consistently lower values than regional means; inversely, the Carrega Boschi (n°20) have a higher value (13.5%) than the regional mean (11.3%) (table 2, figure 7d).

Chorological Coherence Index

The Chorological Coherence Index results show a sharp anthropization gradient (table 3). On the basis of the regression test (figure 8) the Index values can be divided in two groups: up to 750 m of altitude the index range varies from 1.3 to 10.8 values, indicating a marked anthropization, except for two areas that fall out of the regression line (Bosco del Vaj, Altopiano di Cariadeghe); above 1000 m the Index values indicate a slight

Table 2
Percentage values of plant chorotypes in the areas studied and mean regional values according to PIGNATTI (1994). Mean regional values for Val d'Aosta and Tuscany are not available.

Chorotypes (%)	Piedmont	1	2	3	4	5	6	Val d'Aosta	7
Endemic	3.8	2.3	3.6	0.5	0.3	0.6	0.6		0.0
Stenomediterranean	3.2	0.4	0.4	0.0	0.3	0.4	0.18		0.0
Eurymediterranean	10.7	5.4	3	6.7	12.1	10.4	10.7		1.5
Mediterranean-Montane	3.6	3.5	3.5	0.5	0.3	0.5	0.6		1.3
Eurasianic	29.7	33.7	31.3	68.7	51.2	47.6	50.8		20.5
Atlantic	4.3	2.7	1.7	3.5	1.9	3.2	1.3		1.4
South European Orophyte	14.6	23.6	28	3	1.6	4.1	1.9		40.5
Northern	14.4	20.6	23.6	10.1	20.4	19.2	18.5		28.7
Cosmopolitan	13.1	7.8	4.9	6.6	11.8	13.9	15.4		6.1
Exotic *		0.0	0.3	1.5	5.4	6.8	11.5		0.0

Chorotypes (%)	Lombardy	8	9	10	11	12	13	Friuli	14	15	16	17
Endemic	3.4	0.4	1.5	0.0	0.0	0.2	0.0	2.8	4.8	2.8	1.1	2
Stenomediterranean	2.6	1.2	1.7	0.4	0.0	0.4	0.8	2.4	0.6	0.8	0.4	0.0
Eurymediterranean	10.7	10.5	13.2	10.5	10.1	14.3	7.3	11.8	2.1	2.3	6.1	4
Mediterranean-Montane	2.7	0.8	1.3	0.4	0.5	0.2	0.8	3.3	3.7	2.9	3	1
Eurasianic	30.5	54.5	43.7	45.7	56.9	45.2	61.8	32.9	32.2	35.1	48	55
Atlantic	3.8	1.6	2.2	0.7	0.0	0.9	1.6	2.8	1	1	0.6	2
South European Orophyte	15.4	7.8	11.7	0.0	0.0	0.7	0.0	14.5	30.7	27.5	14.1	0.0
Northern	14.9	17.2	14.3	19.9	11.7	16.3	10.6	14.9	21.9	22.6	19.1	21
Cosmopolitan	13.5	6.2	10.3	22.5	20.7	21.8	17.1	12.3	2.8	4.9	8.4	15
Exotic *		0.4	6.5	4.5	8.3	4.4	24.1		0.6	1	2.4	5.7

Chorotypes (%)	Liguria	18	19	Emilia R.	20	Tusc.	21	Abruzzo	22	Latum	23
Endemic	3.7	0.0	1.5	5.3	0.0		2.2	5.3	7.6	4	5.6
Stenomediterranean	13.9	0.0	14.5	12.9	1.1		24.4	12.9	3.8	18.5	7.4
Eurymediterranean	12.6	0.0	22.5	15.2	10.1		28.5	15.2	13.9	14.8	21
Mediterranean-Montane	4.1	0.0	1.8	6.4	3.4		2.6	3.4	4	4.7	5.3
Eurasianic	25.6	55	31	27.8	52.8		15.6	27.8	32.2	25.8	35.3
Atlantic	4.3	5.2	4.3	3.2	3.4		1.2	3.1	2.3	4.3	2.3
South European Orophyte	10.7	2.8	2	7.5	2.2		0.0	7.5	14.3	5	9.3
Northern	10.9	32.5	8.5	8.4	13.5		3.7	8.4	12.3	7.3	8.5
Cosmopolitan	12.3	4.4	13.9	11.3	13.5		13	11.3	9.7	14.1	5.3
Exotic *		0.0	1.8		2.2		9		1.5		2.8

Chorotypes (%)	Apulia	24	25	Calabria	26
Endemic	3.5	3.7	1.1	6.1	4.9
Stenomediterranean	25.4	22.6	23	23.1	8.2
Eurymediterranean	17.5	24.5	26.4	15.3	21.7
Mediterranean-Montane	5.2	4.5	0.0	6.2	5.5
Eurasianic	22.7	25.8	21.8	22.3	29.6
Atlantic	3.7	3.9	1.1	3.6	1.9
South European Orophyte	1.6	4.1	0.0	3.5	4.2
Northern	5	6	9.2	6	11.2
Cosmopolitan	13.5	10.9	17.2	11.9	12.7
Exotic *		5.6	2.2		0.0

* Exotic species have not been considered in the percentages calculation in order to compare data with mean regional values according to Pignatti (1994)

anthropization in the Apennine parks (Gran Sasso, M. Simbruini, Sila), while no anthropization at all in Alpine parks.

DISCUSSION

The parks examined are characterized by a great floristic richness: over 68% of the flora of Italy was found in only 410,735 ha of protected territory. This fact is in itself very significant for the information it provides regarding the species, even if not all the species have an «exclusively

specialistic significance» (POLDINI, 1977) in that they are rare, vulnerable, relictual, threatened or going into extinction.

Analyzing more thoroughly the relationship between floristic richness and park area, it is of interest to note that there is a highly significant correlation between number of species and park area (figure 2). A number of hypotheses can be advanced for those parks whose points are outliers: the high floristic richness of Monte Barro park (n°9) can be explained by its geographical position and the climate of the area, which make it a

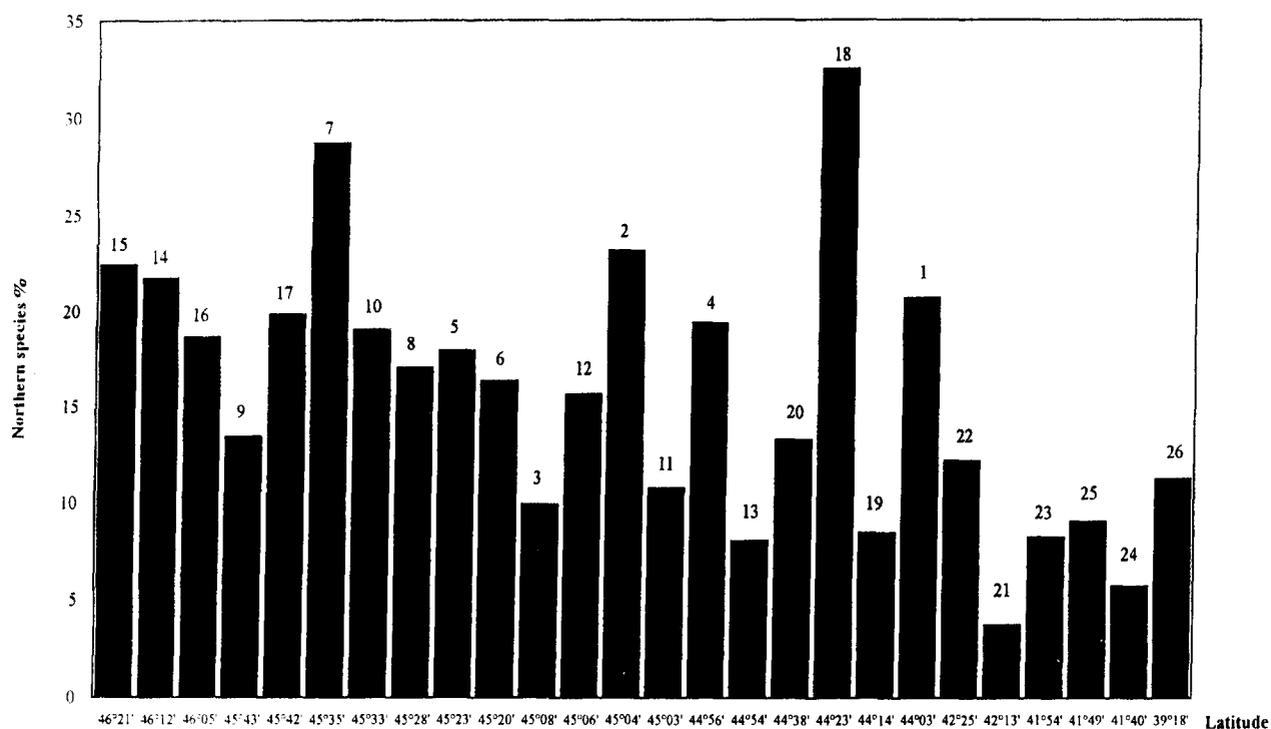


Figure 5.- Distribution of the northern component according to latitude. The latitude values - from 46°21' to 39°18'- are plotted on the abscissa and northern species percentages are plotted on the ordinate.

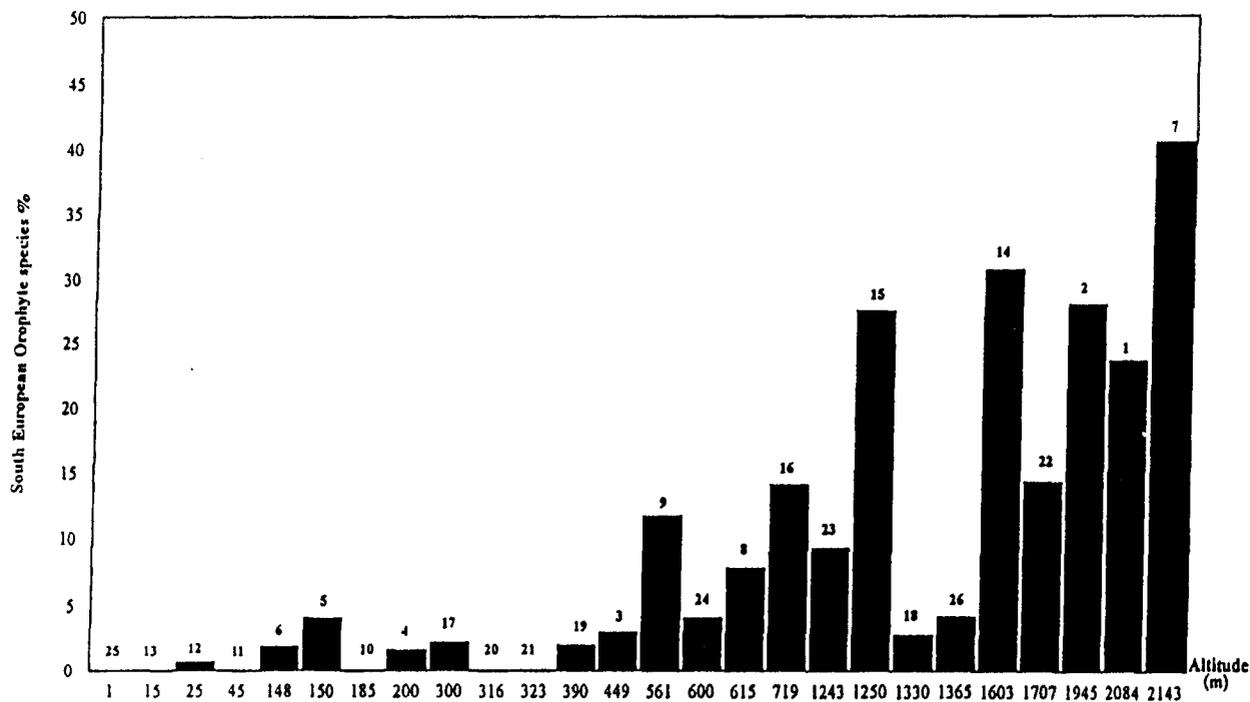


Figure 6.- Distribution of the South-European orophyte component according to altitude. The altitude values - from 1 to 2143 meters - are reported on the abscissa and South-European orophyte species percentages are reported on the ordinate.

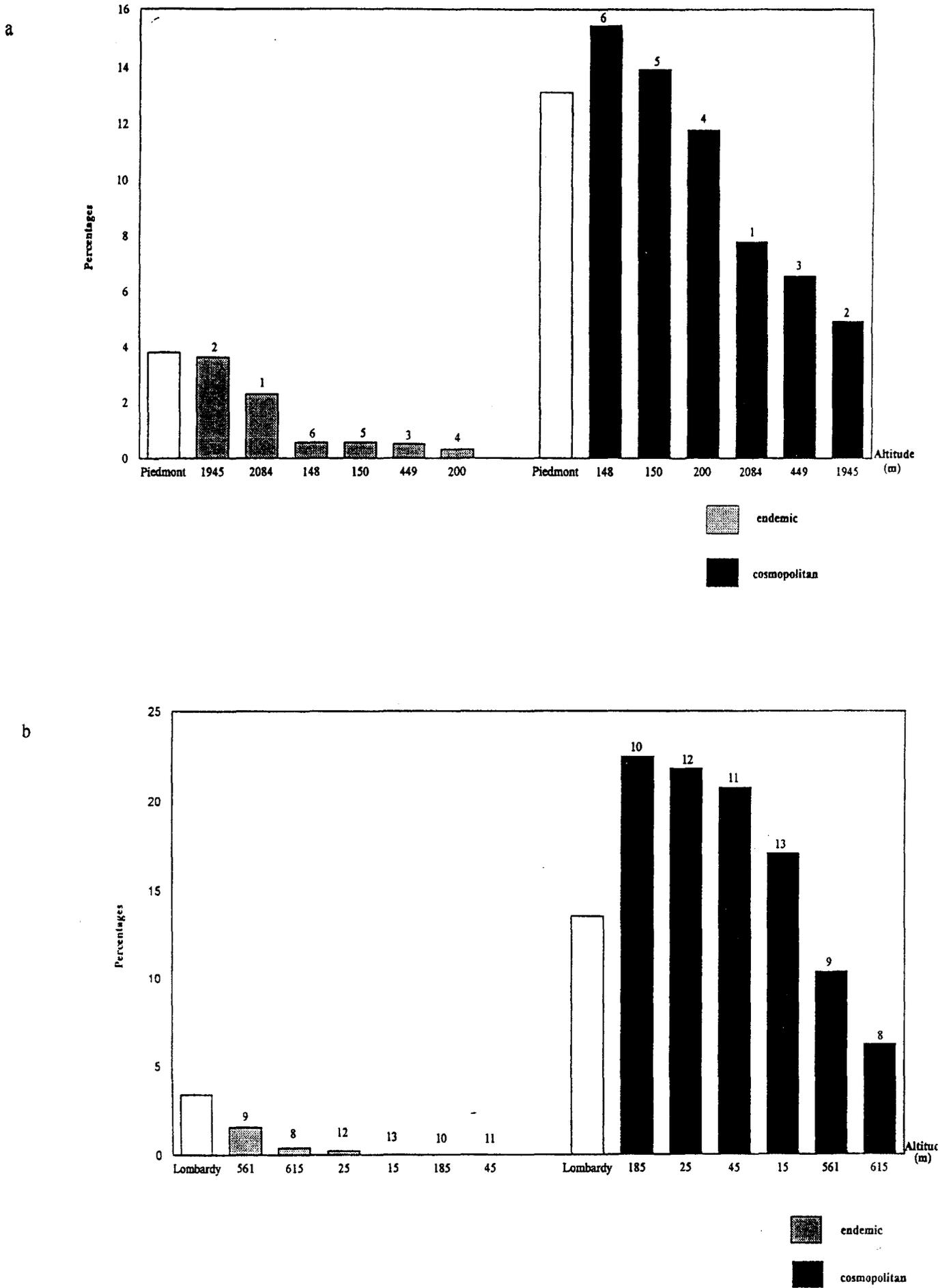


Figure 7.- Distribution of endemic and cosmopolitan species according to altitude. a: Piedmont, b: Lombardy.

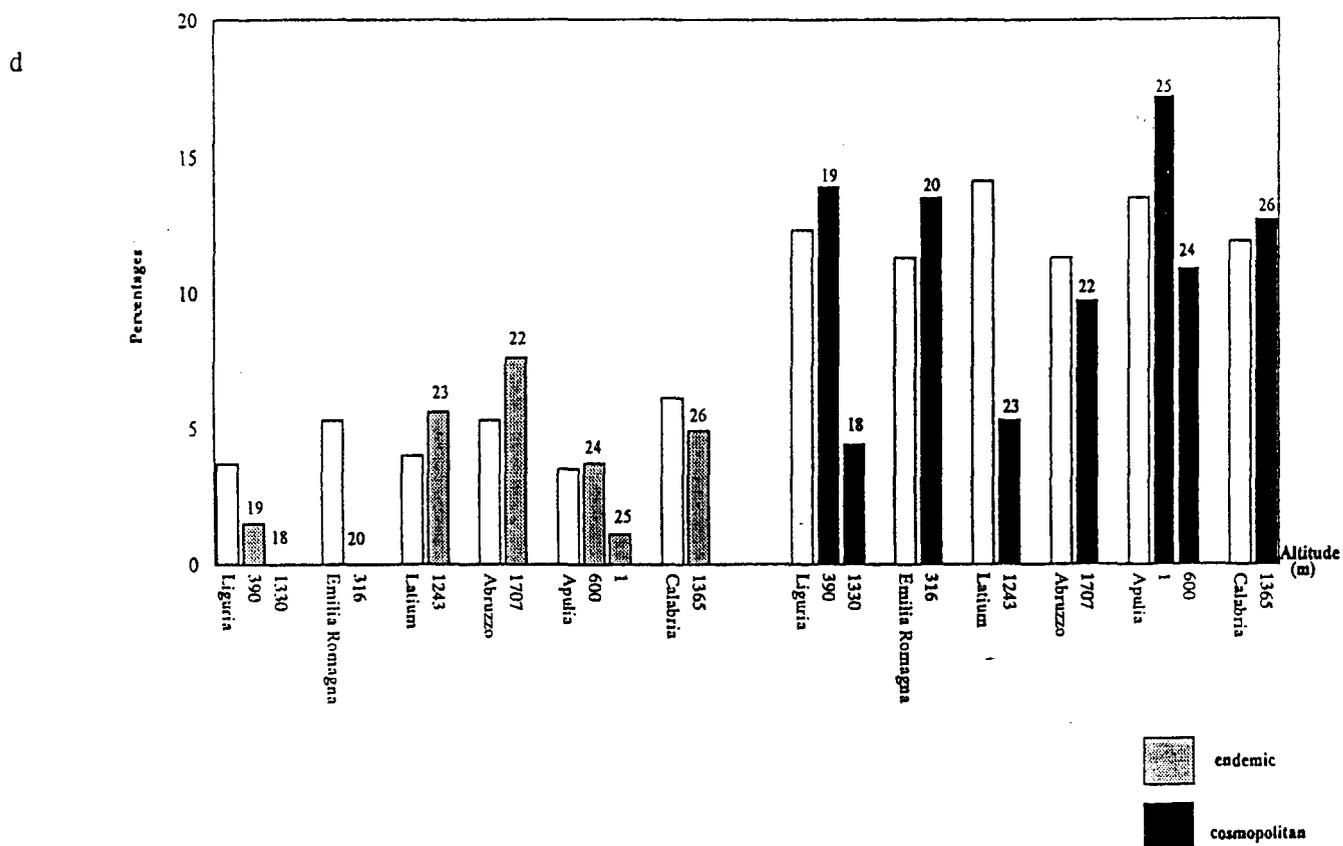
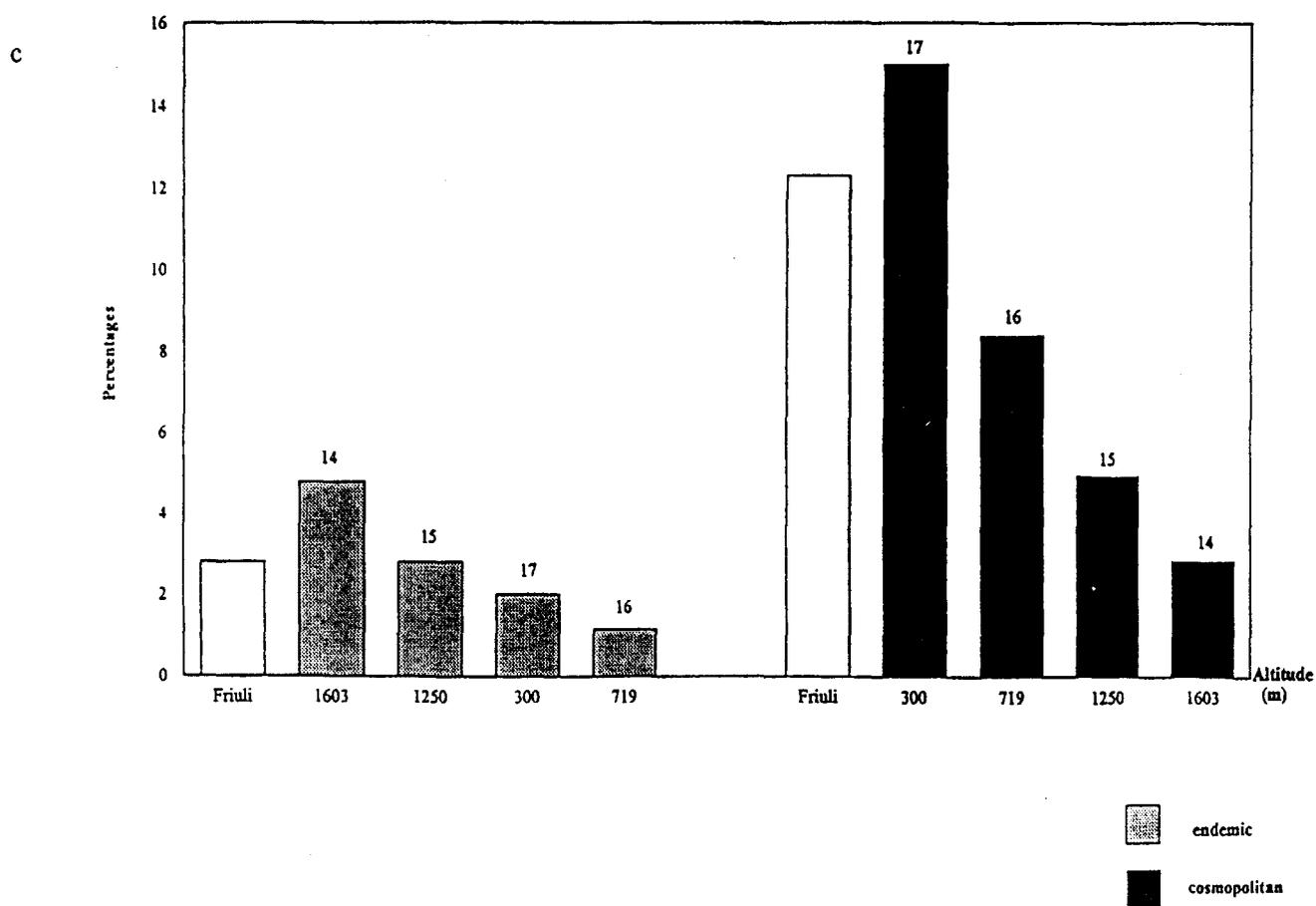


Figure 7.- Distribution of endemic and cosmopolitan species according to altitude. c: Friuli, d: Liguria, Emilia-Romagna, Latium, Abruzzo, Apulia and Calabria.

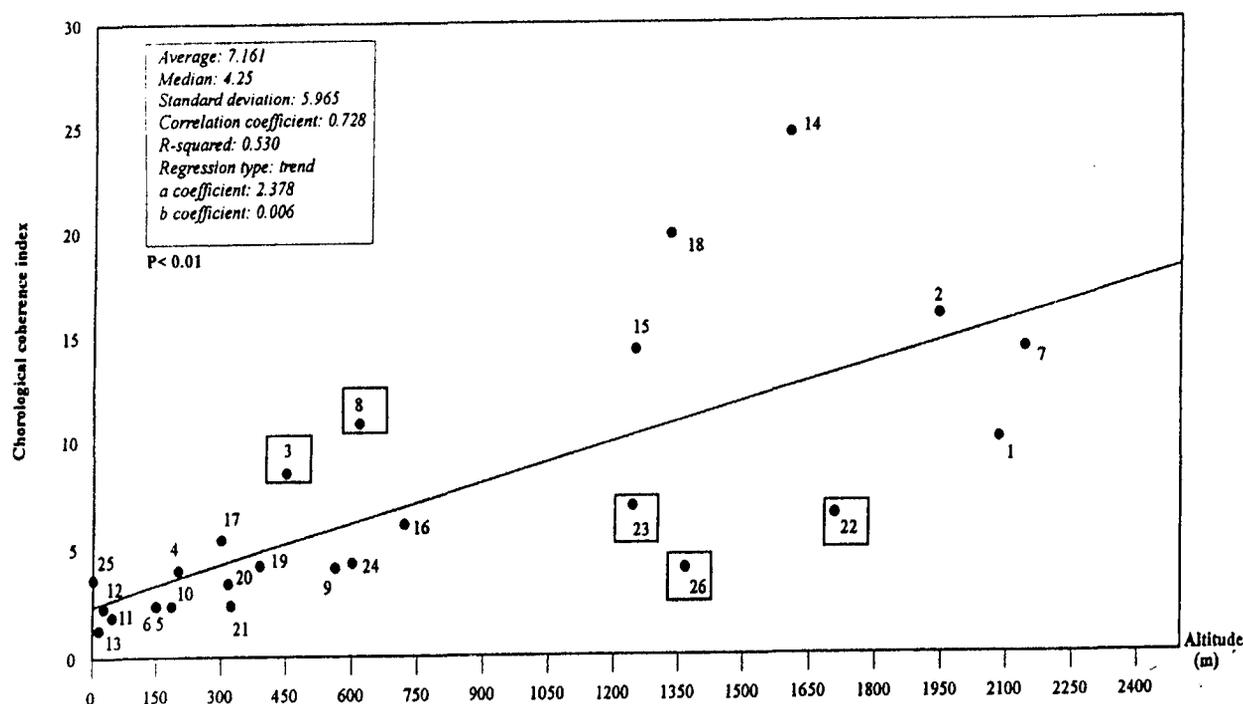


Figure 8.- Regression line on relation between altitude values on the abscissa and Chorological Coherence Index values on the ordinate. The points outliers are highlighted.

crossroads for flora of different origin (FORNACIARI, 1994). This hypothesis is confirmed by the high value for phytogeographical richness expressed by the Shannon index (figure 3); the low number of species in the Lago di Lesina (n°25) and Bosco di Carrega (n°20) should be attributed to the strong anthropization, supported by the high percentage of cosmopolitan species (figure 7d) and the low values of «Chorological Coherence Index» (table 3, figure 8). Moreover, pertinent here may be the hypothesis of PRESTON (1960) and MACARTHUR and WILSON (1967), by which the low values that are outliers can be correlated to systems not isolated by natural obstacles; this condition seems to be well represented by the small protected areas with strongly anthropized surroundings (Lesina and Carrega). In these cases, the parks are affected by a phenomenon of insularization (NEWMARK, 1987), and behave like islands immersed in an open and often (biologically) poor sea (DIAMOND, 1972). On the basis of the same hypothesis, the maximum values that are not aligned at the line's extremity are correlated to a very strong rise in habitat diversity, as in the Gargano (n°24) (BIONDI, 1985) and Gran Sasso-Laga (n°22) parks, where the phytogeographical diversity too is the highest of all the parks examined, also in relation to their larger surfaces (figure 3).

The values of the species/area relationship (CONNOR and McCOY, 1979) and the Shannon

and the Simpson Indexes reveal a significant correlation between floristic and phytogeographical diversity, except for three areas that fall out of the regression line (figures 3,4):

- M. Barro park (n°9) for its geographical position favouring high chorological diversity;
- M. Portofino park (n°19) where the percentage of cosmopolitan species reduces the dominance of the typical mediterranean component (table 2);
- Montecristo reserve (n°21) where the dominance of the mediterranean component is slightly reduced by the eurasiatic and cosmopolitan components (table 2).

The relationship between species/area values and Simpson Index values (figure 4) shows some cases in which one or two chorotypes are dominant:

- in the Bosco del Vaj reserve (n°3) the number of species is low, the Simpson value is high (the highest of all), revealing the strong dominance of the Eurasiatic component (68.7%). This component is related to the survival of remains of alluvial-plain vegetation, represented here by the *Physospermo-Quercetum petraeae* Oberd.1953, albeit in impoverished conditions. This is the result of the marginal position of the reserve with respect to the main chorological distribution of this association (AJASSA *et al.*, 1980);
- in the Boschi di Carrega park (n°20) the

Table 3
Chorological Coherence Index values and altitude values in the areas studied. The areas are ordered according to increasing Index values.

N°	Area names	C.C.I.*	Altitude (m)
13	Isola Boschina	1.3	15
11	Le Bine	1.9	45
12	Bosco Fontana	2.3	25
10	Torbiere d'Iseo	2.4	185
6	Lame del Sesia	2.4	148
21	Montecristo	2.4	323
5	Valle del Ticino	2.4	150
20	Boschi di Carrega	3.4	316
25	Lago di Lesina	3.6	1
4	Stupinigi	4.0	200
26	Sila	4.0	1365
9	Monte Barro	4.1	561
19	Monte di Portofino	4.2	730
24	Gargano	4.3	600
17	Palude Moretto	5.4	300
16	M. Mia ed Erbezzo	6.1	719
22	Gran Sasso-M. Laga	6.5	1707
23	Simbruini	6.9	1243
3	Bosco del Vaj	8.5	449
1	Argentera	10.0	2084
8	Cariadeghe	10.8	615
15	Alpi Giulie	14.3	1250
7	Monte Avic	14.7	2143
2	Orsiera-Rocciavre	15.9	1945
18	Agoraie	19.8	1330
14	Prealpi Carniche	24.6	1603

* Chorological Coherence Index

Eurasian component is similarly related to the survival of the *Physospermo-Quercetum petraeae* Oberd. 1953 association;

- in the Palude Moretto reserve (n°17) the Eurasian species (55%) are related to remains of hygrophilous alluvial-plain woodland belonging to the *Fraxino-Carpinion* alliance (SARTORI and TERZO, 1992).

In all these areas, the Eurasian species represent over 50% of the total flora (table 2). Their strong presence (55%) in the Agoraie reserve (n°18) links this area to the parks of the Alpine-Po region. In this case, the dominance of the Eurasian component in association with the Northern (figure 4, table 2) component is related to the park's geographic position, which favours the diffusion of many microthermic and northern elements linked to glaciations (AITA *et al.*, 1976).

The persistence of relictual coenoses of high biogeographic value is also attested to by other chorological components, such as the Atlantic component in the Bosco del Vaj

(table 2), which is related to the relictual beech woodland withdrawn to the northern side of the Po Valley, and favoured by the below average winter temperatures and the fog.

The Bosco del Vaj reserve (n°3) is the only place in the Turin hills where huge *Fagus sylvatica* still grow (AJASSA *et al.*, 1980); there are also some remains of *Luzulo-Fagetum* in association with some Atlantic species as *Helleborus viridis*, *Cardamine heptaphylla*, *Anthericum liliago* and *Hieracium sylvaticum*.

The Mediterranean (Eurymediterranean) species distributed in some northern areas (table 2) give a particular biogeographic value to these areas, typically Monte Barro (n°9), Stupinigi (n°4) and Bosco Fontana (n°12). This makes protection and management very compelling and urgent.

The data on the cosmopolitan component (figures 7 a,b,c,d) and the «Chorological Coherence Index» (figure 8, table 3) reveal that anthropization has an impact on all parks and reserves in the Po Valley, with effects of varying intensity on the landscape, the flora and the vegetation. In some areas of Lombardy, Piedmont, Friuli and Emilia-Romagna, the cosmopolitan species represent 20% of the flora on average, showing an inverse correlation with the values for endemism (figures 7 a,b,c,d). This floristic «pollution» is related to gaps in the vegetational «continuum», that have been filled by species of large ecological distribution. Many of these species common to the parks of Bosco Fontana (n°12), Isola Boschina (n°13), Iseo (n°10), Le Bine (n°11), Lame del Sesia (n°6), Valle del Ticino (n°5), Palude Moretto (n°17) are ruderal and synanthropic: *Fumaria officinalis*, *Chenopodium album*, *Plantago major*, *Rumex crispus*, *Sonchus asper*, *Stellaria media*, *Urtica dioica*, *Capsella bursa-pastoris*, *Solanum nigrum*. In the Boschi di Carrega park (n°20), the data on floristic and phytogeographical diversity (figures 2,3) clearly show the effects of anthropization resulting from agriculture, the frequent cutting of the woods and fires mainly during the First and Second World Wars, which favoured such ruderal species as *Conium maculatum*, *Sisymbrium officinale*. Moreover the introduction of many exotic species, namely the Coniferous *Cedrus atlantica*, *Cedrus deodara*, *Abies pectinata*, *Sequoia elegans*, *Taxodium distichum* contributed to «polluting» the flora and changing the original landscape (DE MARCHI, 1978, 1979). In the wet areas of Isola Boschina (n°13), Le Bine (n°11), Iseo (n°10), Bosco Fontana (n°12), Lame del Sesia (n°6) and Valle del Ticino (n°5), poplar groves and intensive grain farming have been the

main causes of changes in the natural vegetation, which is represented mainly by *Fraxino-Carpinion* hygrophilous alluvial-plain woodland with the dominance of *Fraxinus excelsior*, *Quercus robur*, *Carpinus betulus* and by *Quercus-Carpinetum boreoitalicum* Pignatti 1953.

Stupinigi park (n°4), located just outside of the city of Turin in the Piedmont plain is a special case: here the Eurasiatic component (51.2%) and the Northern component (20.4%) share the dominance (figure 4). The former is linked to relics of *Quercus-Carpinetum* and the latter is represented by some marsh species such as *Viola palustris*, *Caltha palustris*, *Juncus articulatus*, *Hottonia palustris* and the rare *Carex lasiocarpa*, an indicator of peat-bogs together with *Rhynchospora alba*. The presence of this plant is of particular interest as it was reported in the Red List of Italian species (CONTI *et al.*, 1992) and is found in few other sites in Italy (DATA BANK I.P.L.A.). Thus, both environments have maintained typical floristic features, even though the park is located in extremely anthropized territory.

Of course, the small size of these areas of low habitat diversity further contributes to intensifying the impact of anthropization, thus revealing the drawbacks of the method adopted to date of protecting a myriad of small reserves and suggesting that other methods of planning and management must be found.

The values of the Chorological Coherence Index (table 3) confirm the conditions of anthropic disturbance characterizing the areas of the Po Valley in the north and the parks of Boschi di Carrega (n°20), Montecristo Island (n°21) (FILIPELLO and SARTORI, 1980-81) and the Lesina (n°25) reserves on the peninsula. Inversely, the highest values for the index are mainly present in the montane and Alpine parks of the Euro-Siberian region, where the endemic component, together with the south European orophyte component (of which 5% is Endemic-Alpine), is extremely abundant and represents an average of 27% of the total flora (table 2). Thus endemic species are an important indicator of the naturalness of the montane and Alpine parks of Orsiera-Rocciavè (GIULIANO 1980), Argentera (MONDINO and SCOTTA, 1983) and particularly M. Avic (BOVIO, 1993). Endemic species (table 2) also account for a significant part of the flora in the Apennine parks of Gran Sasso-Laga (TAMMARO, 1983; TONDI and PLINI, 1995) and Simbruini (VERI, 1988). Particularly interesting is the presence of endemic species (*Myosotis rehsteineri*, *Isoetes malinverniana*, *Erucastrum palustre* reported in the Red List as Endangered,

Cardamine granulosa, *Phyteuma betonicifolium*) in some wet and hill small areas in Piedmont (Vaj, Stupinigi, Ticino, Sesia: 150-450 m) and in Friuli (M. Mia, Palude Moretto: 719-300 m).

A thorough and immediate action is requested in order to protect «*in situ*» small populations (VERLAQUE *et al.*, 1995) in these habitats more vulnerable than those in montane and alpine areas.

The value of endemic species would be even higher if research were extended to the Italian islands, where endemism is concentrated (PIGNATTI, 1994). In any case, the high value of endemism in the 26 areas studied (263 endemic species in 410,735 ha), a sign of the naturalness still found in many parks, is in itself a valid reason for planning a comprehensive project for conservation of the floristic heritage.

CONCLUSIONS

Floristic diversity and above all phytogeographical diversity have been found to be useful indicators in evaluating the quality of the environment of the parks studied and have allowed us to make some considerations concerning improvement of the management of the environmental heritage.

The analysis carried out revealed that the parks examined are representative of a characteristic condition of Italian territory: conflictuality in the use of resources and a strong mountains-plains, coasts-inland zones, woodlands-prairies dichotomy. In this dichotomy, the parks established in these different habitats through the years have become «buffer zones» between socio-economic requirements and biotic dynamics.

Our data confirm that the *Quercetea ilicis* communities of Mediterranean areas and the relics of *Quercus-Carpinetum* of wet alluvial-plain Po Valley areas are in the most critical conditions in this respect. In order not to thwart the very purpose of these protected areas, there is a clear need to integrate the existing system of small mosaic-like areas into a network of protected areas linked by biotic corridors and buffer zones in order to favour the evolution of original plant communities and establish global management (NAVEH, 1987; INSTITUTE FOR EUROPEAN ENVIRONMENTAL POLICY, 1991).

In the larger Alpine and montane parks, on the other hand, the high floristic and phytogeographical diversity, the persistence of notable spontaneous plant communities and the

presence of numerous endemic taxa should guide management plans for «*in situ*» conservation of the diversity (VERLAQUE *et al.*, 1995; CNR, 1993) and of the remarkable degree of naturalness of these parks (table 3, figure 7a,c,d). The information obtained from flora data has made it possible to determine two criteria which could be adopted in management of protected areas: vulnerability and the naturalness of the sites.

Hopefully far more data on the biological components not only of the protected areas but of the entire national territory will be made available in the future. These data, related to those on physical characteristics, soil use, and degree of degradation will allow for the planning of an efficient ecological network for the conservation of nature. The areas now protected will form the nodes to be connected by means of biotic corridors and buffer zones; as such, they merit special attention in management.

If further studies extended to other protected areas confirm the high species richness concentrated in the territories protected today (given that 68% of the 3800 examined species are present in only 410,735 ha of protected area), responsible management of parks and reserves will be synonymous with protection of all of Italy's flora.

Acknowledgements

We would like to thank Prof. Sandro Pignatti for his critical comments and Miss. Alessandra Spanò for the graphics preparation.

REFERENCES

- AITA L., MARTINI E. & ORSINO F. (1976). Flora e vegetazione dei laghetti delle Agoraie e zone limitrofe (Appennino ligure orientale). *Soc. Ital. Biogeogr. n.s.*, 4: 163-225.
- AJASSA R., DAL VESCO G., MONDINO G.P. & PEYRONEL B. (1980). Bosco del Vaj. Associazione Italiana Naturalisti, 5. Regione Piemonte, Assessorato alla pianificazione del territorio e parchi naturali.
- BIONDI E. (1985). Indagine fitosociologica sulle cenosi riferibili alla classe *Quercetea ilicis* presenti sul promontorio del Gargano (Adriatico meridionale). *Not. Fitosoc.*, 22: 59-76.
- BOVIO M. (1993). Contributo alla conoscenza delle flora vascolare della Val Chalamy e del Parco naturale del Mont Avic (Valle d'Aosta-Alpi Graie orientali). *Revue Valdôtaine d'histoire Naturelle*, 46: 1-83.
- C.N.R. (1993). Rio 1992: vertice per la terra. Garaguso and Martisio eds. F. Angeli, Roma.
- CONNOR E.F. and MCCOY E.D. (1979). The statistics and biology of the species-area relationship. *Am. Nat.*, 113(6): 791-833.
- CONTI F., MANZI A. and PEDROTTI F. (1992). Libro Rosso delle Piante d'Italia. Ministero dell'Ambiente, WWF.
- DEMARCHI A. (1978). Il parco «Boschi Carrega». Documenti n.2. Consorzio per la zona dei Boschi di Carrega.
- DE MARCHI A. (1979). La copertura vegetale dei Boschi di Carrega: aspetti floristici, forestali, micologici. Documenti n. 4. Consorzio per la zona dei Boschi di Carrega.
- DIAMOND J.M. (1972). Biogeographic Kinetics: estimation of relaxation times for avifaunas of Southwest Pacific Islands. *Proc. Nat. Acad. Sci.*, 69(11): 3199-3203.
- FERRARI C. (1989). Vegetation changes induced by man. Acts of the conference on: «Man and Environment». *Soc. Bot. Ital.*, Working Group on Ecology. Rome, 24 October 1989, 11-27.
- FILIPPELLO S. and SARTORI F. (1980-81). La vegetazione dell'Isola di Montecristo (Arcipelago Toscano). From «Atti dell'Istituto Botanico e Laboratorio Crittogamico dell'Università di Pavia», 14(6): 113-202.
- FORMAN T.T. and GODRON M. (1986). Landscape ecology. J.Wiley & Sons, New York.
- FORNACIARI G. (1994). Flora e vegetazione del Monte Barro. Consorzio Parco Monte Barro.
- GANIS P. (1991). La diversità specifica nelle comunità ecologiche: concetti, metodi e programmi di calcolo. GEAD-EQ n.10, C.E.T.A. Dipartimento di Biologia, Università di Trieste.
- GIULIANO W. (1980). Il parco naturale Orsiera-Rocciavre. «Natura e Montagna», 4: 13-23.
- GRECO S. and PETRICCIONE B. (1989). La cartografia della vegetazione nella definizione della qualità dell'ambiente: il caso di Cocullo (AQ). *Not. Fitosoc.*, 24: 63-68.

- INSTITUTE FOR EUROPEAN ENVIRONMENTAL POLICY (1991) Towards a European Ecological Network. Bennet ed, Arnhem.
- LOCASCIULLI O., NAPOLEONE I., PALLADINO S. & ZUENA P. (1995). Lista delle aree con provvedimento di tutela. C.N.R. Roma.
- MAC ARTHUR R.H. and WILSON E.O. (1967). The theory of island biogeography. Princeton University Press, Princeton, N.J.
- MENICHETTI A., PETRELLA P. & PIGNATTI S. (1989). L'uso dell'informazione floristica per la valutazione del grado di antropizzazione nell'area urbana di Roma. *Inf. Bot. Ital.*, 21(1): 165-172.
- MINISTERO DELL'AMBIENTE (1992). Relazione sullo stato dell'ambiente. Cartografia. Roma.
- MONDINO G.P. and SCOTTA M. (1983). Piano naturalistico del parco naturale dell'Argentera. Regione Piemonte, Assessorato alla pianificazione territoriale e parchi naturali, Istituto per le Piante da Legno e l'Ambiente (I. P. L. A).
- NAVEH Z. (1987). Landscape ecology, management and conservation of European and Levant Mediterranean uplands. pp. 641-657. *In*: Tenhunen J.D., Catarino F.M., Lange O.L., and Oechel W.C. (eds.). *Functional analysis in mediterranean ecosystems*. Springer, Berlin.
- NEWMARK W.D. (1987). A land-bridge island perspective on mammalian extinctions in western North American parks. *Nature*, 325: 430-432.
- PIGNATTI S. (1982). *Flora d'Italia*. Edagricole, Bologna.
- PIGNATTI S. (1994). *Ecologia del paesaggio*. Ed. UTET.
- POLDINI L. (1977). Definizione e gestione dei parchi: alcune riflessioni. *Natura e Montagna*, 24(1): 15-21.
- POLDINI L. (1989). *La vegetazione del Carso Isontino e Triestino*. Ed. Lint Trieste.
- PRESTON F.W. (1960). Time and space and the variation of species. *Ecology*, 41: 611-627.
- SARTORI F. and TERZO V. (1992). *Riserva naturale regionale Isola Boschina*. Regione Lombardia, Azienda Regionale delle Foreste.
- SHANNON C.E. and WEAVER W. (1949). *The mathematical theory of communication*. Urbana, IL. Univ. Illinois Press.
- SIMPSON E.H. (1949). Measurement of diversity. *Nature*, 163:688.
- TAMMARO F. (1983). *Compendio sulla flora del Gran Sasso d'Italia*. Quaderni del Museo di Speleologia «V.Rivera», Monografia, 2. L'Aquila.
- TONDI G. and PLINI P. (1995). *Prodromo della flora dei Monti della Laga (Appennino centrale-versante laziale)*. ACLI, Anni Verdi, 204 pp.
- VERI L. (1988). *Flora cormofitica dei Monti Simbruini*. *Micologia e Vegetazione Mediterranea*, III (suppl.1), (G.E.M.A.).
- VERLAQUE R., CONTANDRIOPOULOS J. & ABOUCAYAA. (1995). Cytotaxonomie et conservation de la flore insulaire : les espèces endémiques ou rares de Corse. *Ecologia Mediterranea*, 21(1/2): 257-268.

APPENDIX

References of the flora examined

1 Argentera

MONDINO G.P. and SCOTTA M. (1983). Floristic list from Piano naturalistico del parco naturale dell'Argentera. Regione Piemonte, assessorato alla pianificazione territoriale e parchi naturali, Istituto per le Piante da Legno e l'Ambiente (I.P.L.A.).

2 Orsiera-Rocciavré

Floristic list from I.P.L.A. (1993).

3 Bosco del Vaj

Floristic list from I.P.L.A. (1993).

4 Stupinigi

Floristic list from I.P.L.A. (1993).

5 Valle del Ticino

Floristic list from I.P.L.A. (1985).

6 Lame del Sesia

Floristic list from I.P.L.A. (1993).

7 Monte Avic

BOVIO M. (1993). Contributo alla conoscenza della flora vascolare della Val Chalamy e del parco Naturale del Mont Avic (Valle D'Aosta - Alpi Graie orientali). *Revue Valdôtaine d'Histoire Naturelle*, 46 : 1-83.

8 Altopiano di Cariadeghe

CRESCINI A. (1987). La flora. Riserva Naturale Altopiano di Cariadeghe.

9 Monte Barro

FORNACIARI G. (1994). Flora e vegetazione del Monte Barro. Consorzio Parco Monte Barro.

10 Torbiere d'Iseo

ANDREIS C. (1988). Floristic list from Bollettino Ufficiale Regione Lombardia, 4° Suppl. Straordinario al n°43.

11 Le Bine

LUDOVICI A. A. (1993). Floristic list from Bollettino Ufficiale Regione Lombardia 3° Suppl. Straordinario al n. 47.

12 Bosco Fontana

PERSICO G. and FAVARO D. (1990). La flora della Riserva naturale orientata dello Stato di Bosco della Fontana. Quaderni naturalistici di Bosco della Fontana: Botanica n. 1. Ministero dell'Agricoltura e Foreste.

13 Isola Boschina

SARTORI F. and TERZO V. (1992). Geobotanica. *In*: Riserva Naturale Regionale Isola Boschina. Studio Interdisciplinare e Piano della riserva: pp. 28-47. Regione Lombardia, Azienda Regionale delle Foreste.

14 Prealpi Carniche, 15 Alpi Giulie

POLDINI L. (1991). Atlante corologico delle piante vascolari nel Friuli-Venezia Giulia. Regione Autonoma Friuli-Venezia Giulia (FVG), Direzione Regionale delle Foreste e dei Parchi, Università di Trieste, Dipartimento di Biologia.

16 Zona tra Monte Mia ed Erbezzo

SIMONETTI G. (1987). Aspetti botanici e aspetti forestali. *In*: Piano particolareggiato dell'ambito di tutela ambientale B.15 «Zona tra Monte Mia ed Erbezzo». Regione Autonoma FVG, pp.72-121.

17 Palude Moretto

SGUAZZIN F. (1987). Aspetti floristici e vegetazionali. *In*: Piano particolareggiato dell'ambito di Tutela Ambientale. Regione Autonoma FVG.

18 Agoraie di Sopra e Moggetto

AITA L., MARTINI E., & ORSINO F. (1976). Flora e vegetazione dei laghetti delle Agoraie e zone limitrofe (Appennino ligure orientale). *Soc. Ital. Biogeogr. n.s.*, 4: 163-225.

19 Monte di Portofino

ORSINO F., FOSSATI SANVITI F., & BONCI C. (1982). Ricerche floristiche e corologiche sul promontorio di Portofino (Liguria orientale). *Webbia*, 36: 161-196.

20 Boschi di Carrega

DE MARCHI A. (1978). Il parco «Boschi Carrega». Documenti n.2. Consorzio per la zona dei Boschi di Carrega.

DE MARCHI A. (1979). La copertura vegetale dei Boschi di Carrega: aspetti floristici, forestali, micologici. Documenti n. 4. Consorzio per la zona dei Boschi di Carrega.

21 Isola di Montecristo

PAOLI P., ROMAGNOLI G. (1976). La flora vascolare dell'isola di Montecristo (Arcipelago toscano). *Webbia*, 30: 303-456.

22 Gran Sasso-Monti Laga

TAMMARO F. (1983). Compendio sulla flora del Gran Sasso D'Italia. Quaderni del Museo di Speleologia «V. Rivera», L'Aquila. Monografia, 2: 4-48. *In*: Pubblicazioni dell'Istituto Botanico dell'Università dell'Aquila, Vol.V: 108-143.

TONDI G. and PLINIP. (1995). Prodromo della Flora dei Monti della Laga (Appennino centrale - versante laziale). ACLI, Anni Verdi, 204 pp.

23 Monti Simbruini

VERI L. (1988). Flora cormofitica dei Monti Simbruini. *Micologia e Vegetazione mediterranea*, III (Suppl.1).

24 Lago di Lesina eastern part

CURTIL., LORENZONI G. & MARCHIORI S. (1974). Florula del bacino del Lago di Lesina (Foggia). *Memorie di Biogeografia Adriatica*.

25 Gargano

FENAROLI L. (1966). *Florae Garganicae Prodrumus. Pars prima*. *Webbia*, 21 (2): 839-942.

FENAROLI L. (1970). *Florae Garganicae Prodrumus. Pars altera*. *Webbia*, 24: 435-578.

FENAROLI L. (1973). *Florae Garganicae Prodrumus. Pars tertia*. *Webbia*, 28: 323-410.

FENAROLI L. (1974). *Florae Garganicae Prodrumus. Pars quarta*. *Webbia*, 29: 123-296.

26 Sila (Calabria)

SARFATTIG. (1959). Prodromo della flora della Sila (Calabria). *Webbia*, 15:169-420.

Mise en évidence de l'importance des formations basses dans la sauvegarde des écosystèmes forestiers : cas des monts de Dhaya (Algérie occidentale)

Khéloufi BENABDELI*

RÉSUMÉ

L'évaluation de l'importance du rôle des espèces forestières et préforestières de stades régressifs des écosystèmes forestiers permet de maîtriser la compréhension de l'évolution de ces unités de végétation. La structure et la composition des écosystèmes forestiers des monts de Dhaya (Algérie occidentale) sont imposées par la fréquence d'espèces des strates arbustives et sous-arbustives. Ces dernières, dotées d'une capacité d'adaptation et de réponse aux diverses pressions anthropozoogènes qu'elles subissent, arrivent à jouer un rôle déterminant dans la conservation de quelques formations végétales. L'auteur fait une analyse de cette situation phyto-écologique fortement présente dans la région oranaise et identifie ces espèces et leur dynamique.

MOTS-CLES : Structure, composition, fréquence, recouvrement, stratification, espèces constantes, formations basses, monts de Dhaya, Algérie occidentale

SUMMARY

Assessment of preforestry and forestry species in the regressive period of forestry ecosystems would be of great utility to a comprehensive view of these plant community.

The sub dominant forestry structure are imposed by the frequency species of pre-arborescent and arborescent shrubs.

Under the effect of excessive disturbances factors, a low vegetal formation (second herbs stage) became apparent. These formation is determinant in the preservation of forestry ecosystems.

Analysis of such situation is the main objectif of this paper.

KEY WORDS: Structure, selting up, frequency, recovering, stratification, secondary species, second herb stage, Dhaya mountains, west Algeria

INTRODUCTION

Le dynamisme actuel de la végétation ligneuse de nos différents écosystèmes forestiers se caractérise par une transformation permanente dictée par l'impact de l'homme et de ses diverses activités ainsi que par le climat. La structure et la composition de ces formations ligneuses naturelles imposent une physionomie particulière et remarquable dont l'analyse permet de montrer

l'importance de quelques types de végétation en équilibre avec le milieu.

Les monts de Dhaya en raison leur situation géographique et écologique offrent un terrain d'étude intéressant par la gamme variée de biotopes et de bioclimats qu'ils renferment. Le massif forestier de Telagh occupant une superficie d'environ 130.000 hectares, l'un des plus importants au niveau national, se situe dans les monts de Dhaya.

* La boratoire de Gestion des Ecosystèmes
Université D. LIABES
B.P. 89 SIDI BEL ABBES 22000 ALGERIE

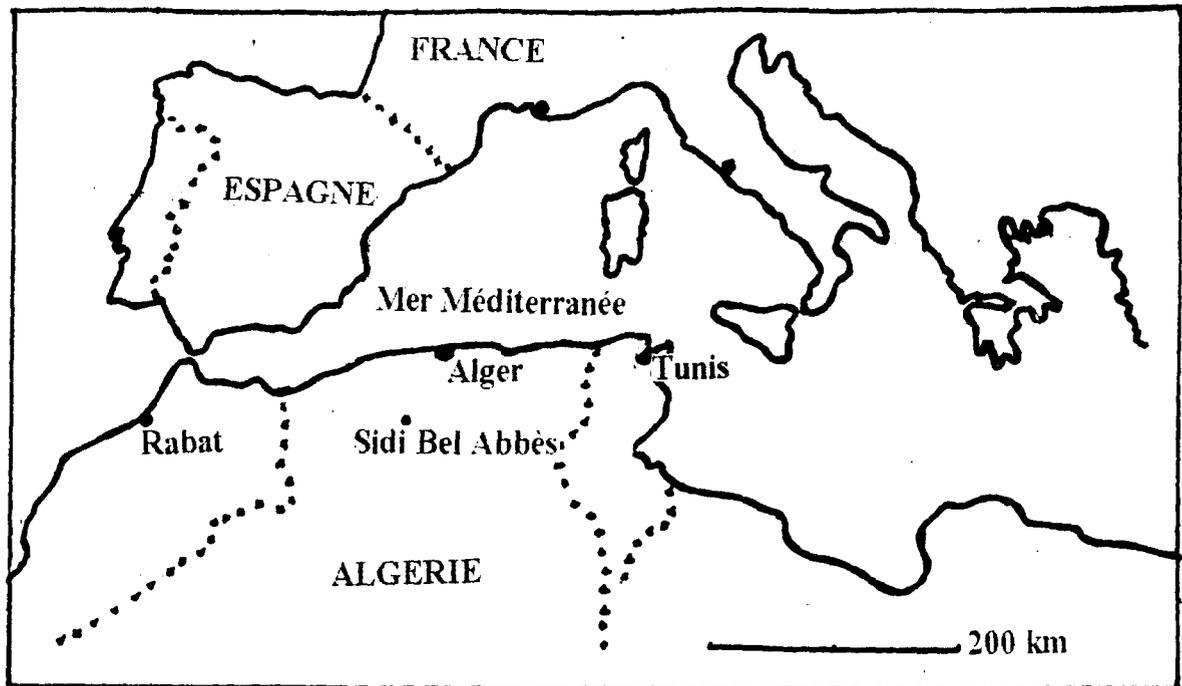


Figure 1.- Carte de localisation de la zone d'étude dans le bassin méditerranéen (région occidentale)

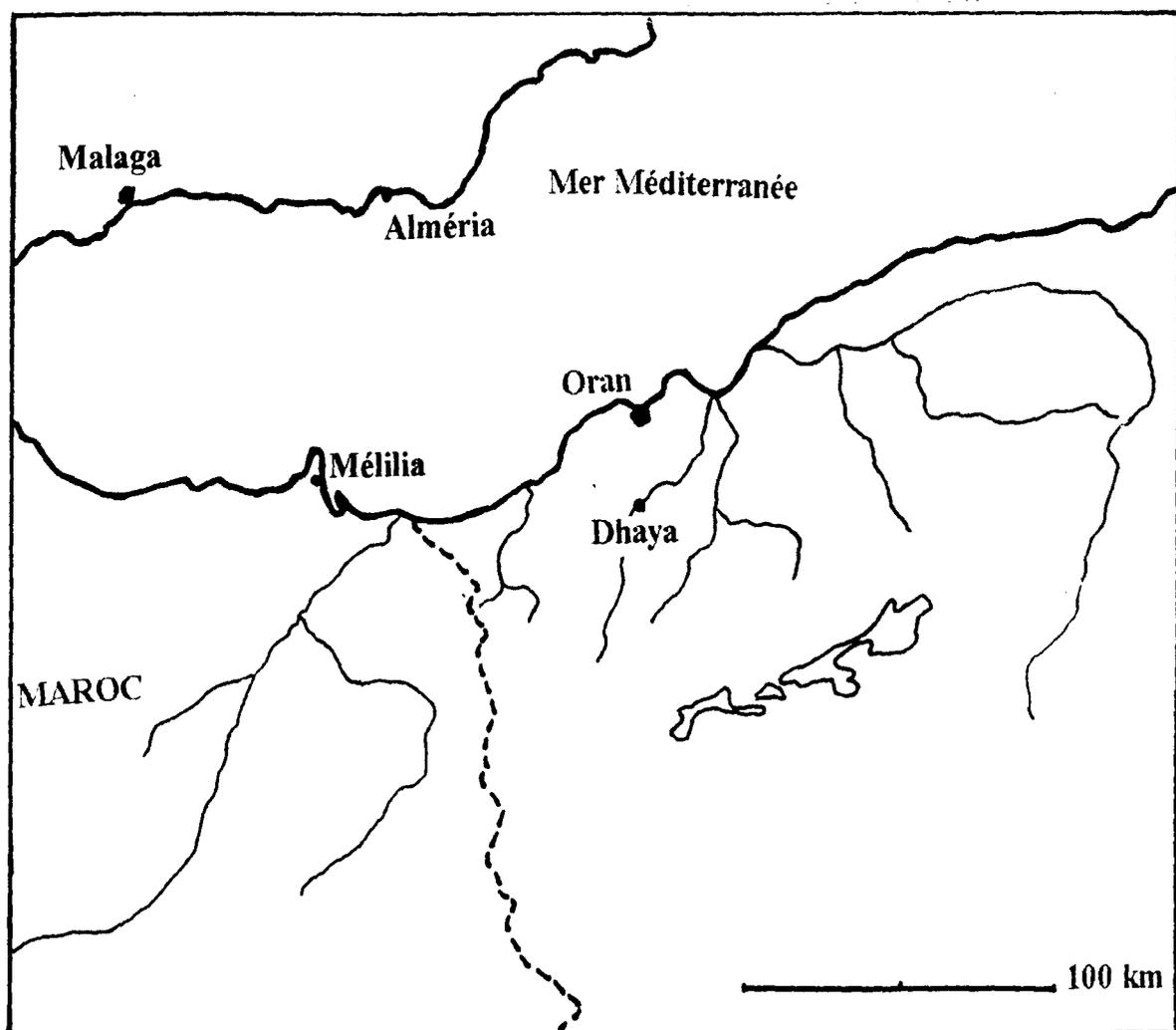


Figure 2.- Carte de situation des monts de Dhaya en Algérie occidentale

GENERALITES SUR LE MILIEU

Cadre géographique

Les monts de Dhaya se situent sur la bordure méridionale occidentale du bassin méditerranéen. Ils sont localisés aux environs de l'intersection du parallèle 33° de latitude nord et le méridien 2° de longitude ouest. Ils appartiennent à l'Atlas tabulaire où l'altitude moyenne se situe entre 1 000 et 1 200 mètres avec un point culminant à 1.468 mètres (djebel Bougib) ; cet atlas constitue une barrière entre les Hautes Plaines telliennes et les Hautes Plaines steppiques. Le rôle écologique que cet ensemble naturel joue dans cette région est déterminant et la préservation de la couverture végétale forestière est capitale.

Cadre climatique

Les travaux de SELTZER (1946), CHAUMONT et PAQUIN (1971), ALCARAZ (1982) et BENABDELI (1983) nous renseignent sur les principaux paramètres climatiques, essentiellement les précipitations et les températures. Les précipitations sont maximales en hiver correspondant à des températures basses imposant un régime pluviométrique du type H.P.A.E. Les précipitations estivales ne sont que de 33 mm en moyenne alors que l'amplitude thermique est grande ($M - m = 34,5$). Le quotient pluviothermique d'Emberger varie selon l'altitude et l'exposition de 34 à 55 justifiant la présence d'un étage bioclimatique semi-aride à variante fraîche à douce dominant avec quelques taches de subhumide à variante fraîche à froide en altitude essentiellement.

Les conditions bioclimatiques (semi-aride et subhumide inférieur dans le sens d'ALCARAZ, 1962) sont favorables à l'installation de la chênaie verte et de la pineraie à *Pinus halepensis*.

Pédologie

Dans leur globalité les sols sont calcaires plus ou moins humifères évoluant quand les conditions bioclimatiques locales sont favorables vers des sols bruns. Les substrats pédologiques se caractérisent par une charge caillouteuse et des sédiments de pente importants. Présence en faible profondeur soit de croûte ou d'encroûtement calcaire (LATRECHE, 1995). L'analyse granulométrique de l'horizon de surface des sols de la région permet de retenir la composition moyenne la plus fréquente suivante : (70% de sable, 25% de limons et 5% d'argile). Le taux de matière organique est faible, rarement supérieur à 2,5% et un taux de calcaire total supérieur à 5%.

Végétation naturelle

La végétation des monts de Dhaya appartient au domaine biogéographique Mauritanien méditerranéen ou eu-méditerranéen du secteur oranais. Les reliques d'une végétation paraclimacique, encore présente à la faveur de situations géographiques et topographiques particulières, appartient aux groupements végétaux suivants selon ALCARAZ (1982) :

- *Oleo-lenticetum*
- *Quercetum ilicis*
- *Pinetum halepensis*

Selon les conditions édapho-climatiques, l'altitude et l'exposition et à la faveur d'un étage bioclimatique subhumide, ce sont les groupements de chêne vert à viorne ou de chêne vert à oxycèdre qui s'imposent.

«Dans les monts de Dhaya, le chêne vert et le pin d'Alep forment parfois un véritable mixtium de feuillus et de résineux apparemment en équilibre.» (DJEBAILI, 1983).

KADIK (1986) note : « les principales espèces communes à tous les groupements de la pineraie du Tell oranais sont : *Pinus halepensis*, *Tetraclinis articulata*, *Quercus coccifera*, *Cistus villosus*, *Calicotome villosa* et *Phillyrea angustifolia* ». On distingue généralement deux faciès, l'un humide, peu fréquent caractérisé par la présence de *Lonicera implexa*, *Ampelodesma mauritanicum*, *Jasminum fruticans*, *Juniperus oxycedrus* et *Brachypodium ramosum*. Un faciès sec plus fréquent avec *Globularia alypum*, *Fumana thymifolia*, *Thymus ericoides*, *Helianthemum sp.* et *Helichrysum stoechas*.

Les espèces forestières, préforestières et de matorrals à grande présence sont : *Pinus halepensis*, *Tetraclinis articulata*, *Quercus rotundifolia*, *Pistacia lentiscus*, *Phillyrea angustifolia*, *Ampelodesma mauritanicum*, *Cistus villosus*, *Rosmarinus tournefortii*, *Helichrysum stoechas*, *Calicotome villosa*, *Genista quadriflora*, *Chamaerops humilis*, *Teucrium pseudo-chamepytis*.

Impact de l'activité humaine

Les monts de Dhaya à cause de leur situation géographique sont exposés à une concentration humaine dont l'activité principale se résume à une utilisation quasi permanente des formations forestières. Le parcours, les exploitations et les incendies sont les agressions les plus significatives dont l'impact sur les écosystèmes forestiers n'est pas négligeable. Les pressions permanentes exercées contribuent à déterminer et justifier la structure et la physionomie des diverses formations végétales.

La charge pastorale moyenne réelle par hectare de formation végétale est supérieure à 8 équivalents ovins pendant plus de 8 mois par an. Les prélèvements en bois vert sont assez élevés et se chiffrent à plus de 3 stères par hectare et par an. (BENABDELI, 1983). Les incendies détruisent en moyenne plus de 1500 hectares annuellement et agissent sur la structure et la composition floristique des formations végétales sans distinction. L'impact de ces facteurs dégradants joue un rôle déterminant dans la physionomie des formations végétales et des peuplements forestiers se traduisant par une physionomie particulière de la végétation où les formations basses occupent une place remarquable.

Cette relation devient un paramètre écologique qu'il faut prendre en compte car il est partie prenante de la compréhension du mécanisme de dégradation de la végétation.

Le taux d'occupation de l'espace par les différentes formations végétales selon leur stade de dégradation confirme l'importance des formations basses et se récapitule pour les monts de Dhaya à :

- formations peu dégradées : 48770 ha (29%)
- formations dégradées : 85190 ha (50%)
- formations très dégradées : 21300 ha (12%)

PRINCIPALES FORMATIONS VEGETALES

La végétation des monts de Dhaya est représentée par des formations végétales assez dégradées et perturbées dans leur ensemble, seules quelques forêts subsistent. Ce sont les formations découlant d'un processus de dégradation qui sont dominantes telles les maquis, les garrigues, les matorrals et les ermes. Les principales espèces qui imposent une physionomie particulière par leur dominance dans la composition floristique grâce à leur pouvoir de résistance aux diverses agressions ; se résument à *Quercus rotundifolia*, *Pinus halepensis*, *Tetraclinis articulata*, *Quercus coccifera* et *Juniperus oxycedrus* pour les espèces forestières, les préforestières sont représentées par *Pistacia lentiscus*, *Phillyrea angustifolia* et *Arbutus unedo*.

La végétation ligneuse est organisée horizontalement en quatre strates :

- une strate arborescente représentée essentiellement par *Pinus halepensis*, *Tetraclinis articulata* et *Juniperus oxycedrus* (selon des conditions édaphoclimatiques particulières),

- une strate arbustive caractérisée par une gamme variée d'espèces offrant un large spectre d'adaptation aux conditions du milieu et occupant le sous-étage de la strate précédente : *Pistacia lentiscus*, *Phillyrea angustifolia*, *Quercus coccifera*, *Quercus rotundifolia*, *Arbutus unedo* et les espèces de la strate arborescente,

- une strate buissonnante où dominent les espèces suivantes : *Genista quadriflora*, *Calicotome villosa*, *Genista erioclada*, *Cistus villosus*, *Rosmarinus tournefortii*, *Chamaerops humilis*, *Ampelodesma mauritanicum*, *Globularia alypum*, *Thymus ciliatus* :

- une strate herbacée avec des espèces faisant partie du cortège floristique des groupements végétaux avec une dominance de *Stipa tenacissima*, *Coronilla juncea*, *Ebenus pinnata*, *Astragalus lusitanicus*, *Fumana ericoïdes*, *Centaureum umbellatum*, *Helichrysum stoechas* et *Teucrium polium* (ALCARAZ, 1982).

DIFFERENTS TYPES DE FORMATIONS VEGETALES

Le déterminisme utilisé dans la nomenclature diffère d'un auteur à l'autre et d'un pays à l'autre dans le bassin méditerranéen au regard de la diversité floristique, de la structure, de la composition et de la physionomie. Généralement c'est la nomenclature de IONESCO et SAUVAGE (1962) qui est la plus utilisée avec ses remarques et ses particularités ne pouvant être généralisées à toutes les formations végétales.

Les principales formations végétales colonisant les monts de Dhaya sont :

- la pineraie pure : la strate arborescente est généralement dégradée alors que la strate arbustive est dense avec des espèces à haute fréquence et densité (*Pinus halepensis*, *Rosmarinus tournefortii*, *Pistacia lentiscus*, *Stipa tenacissima*, *Cistus villosus*, *Globularia alypum*). C'est une pineraie type du semi-aride appartenant au groupement xérique du pin d'Alep à romarin.

- la pineraie à thuya : ce type de pineraie se caractérise par la forte présence des espèces suivantes, *Pinus halepensis*, *Phillyrea angustifolia*, *Quercus coccifera*, *Cistus villosus*, *Rosmarinus tournefortii* et *Tetraclinis articulata*.

- la pineraie à thuya et chêne vert : en plus du pin d'Alep et du thuya ce groupement se caractérise par une présence d'espèces rattachées à un bioclimat légèrement plus humide où

dominant *Quercus rotundifolia*, *Genista quadriflora* et *Ampelodesma mauritanicum*.

- la pineraie à chêne vert (semi-aride) : renferme essentiellement les espèces suivantes, *Quercus rotundifolia*, *Pinus halepensis*, *Genista quadriflora*, *Pistacia lentiscus* et *Rosmarinus tournefortii*.

- la pineraie à chêne vert (subhumide) : les espèces arbustives sont bien représentées, la strate arborescente est totalement occupée par le pin d'Alep accompagné par *Quercus rotundifolia*, *Ampelodesma mauritanicum*, *Phillyrea angustifolia*, *Cistus villosus*, *Arbutus unedo*.

Principaux stades de dégradation

Les paramètres endogènes et exogènes conditionnent le déterminisme d'organisation des modèles structuraux des peuplements et leur adaptation aux contraintes. L'évolution des structures au cours des étapes de développement des écosystèmes forestiers est conditionnée par les caractéristiques écologiques propres à chaque espèce. Les formations végétales dominantes dans les monts de Dhaya se caractérisent par un modèle architectural pluristrates avec des brins nettement dominants et des brins dominés tels que définis par BARBERO (1988). Cette physiologie est due à une perturbation constante et à la réaction biologique des principales espèces dans un but d'assurer leur présence.

Les principales formations végétales sont représentées par :

- la forêt claire de pin d'Alep et de thuya : formation la plus fréquente. On y distingue deux strates, arborescente et buissonnantes, la strate arbustive n'est que faiblement représentée par deux espèces, le thuya et le chêne kermès. Cette formation tend vers un matorral arboré dont l'évolution est régressive. L'importance de la strate buissonnante est un signe de dégradation remarquable atteignant souvent le stade irréversible. Les espèces xériques se multiplient et arrivent à éradiquer les espèces forestières et préforestières moins résistantes et recherchées par l'homme et ses animaux. Cette situation se traduit par les formations suivantes :

- la forêt claire de pin d'Alep et chêne vert : issue de la dégradation d'une forêt dense cette formation se caractérise par une présence de plus en plus faible des espèces habituelles (*Pistacia lentiscus*, *Phillyrea angustifolia*, *Genista quadriflora*, *Quercus rotundifolia*). Le chêne vert n'est présent que dans la strate arbustive et parfois buissonnante, signe évident de

dégradation. Ce sont les espèces des *Rosmarinetea* qui sont les plus fréquentes et arrivent à imposer à la végétation une composition et une structure particulière.

- le matorral de pin d'Alep, thuya et chêne vert : c'est le stade de dégradation le plus fréquent car il représente l'évolution régressive des deux principales formations précédentes. Dans la strate arborescente il y a une concurrence entre le chêne vert et le pin d'Alep et à un degré moindre le thuya. Selon les conditions édapho-climatiques et orographiques, une des espèces arrive à éliminer totalement ou partiellement l'autre et impose une dynamique et une physiologie du groupement végétal. La strate buissonnante est composée d'espèces à large exigence écologique, résistante aux diverses agressions et colonisant le sous-bois à un taux assez élevé, plus de 25%.

- le matorral à chêne vert, filaire et lentisque : c'est une formation ubiquiste en raison de sa composition ; les espèces ont un large spectre écologique et arrivent à s'adapter à diverses conditions. La strate buissonnante est largement représentée avec plus d'une dizaine d'espèces à forte fréquence.

La composition et la structure de cette formation sont remarquables par leur résistance à tous les aléas climatiques et les pressions anthropiques. De ce fait elle peut être considérée comme une formation qui tend vers un équilibre avec son environnement.

- la garrigue à romarin, alfa et calicotome : formation caractéristique du stade extrême de dégradation. C'est une résultante de plusieurs groupements végétaux soumis à des facteurs dégradants. Seule la strate buissonnante est présente avec les espèces qui la caractérisent et qui constituent un stade inquiétant de régression quasi-irréversible.

IMPORTANCE DES FORMATIONS BASSES

«Les écosystèmes forestiers méditerranéens sont constitués pour l'essentiel par des végétaux dont les organes foliaires persistants sont adaptés de différentes manières (cuticule épaisse, feuilles vernissées, tomenteuses) à la sécheresse estivale et que l'on qualifie de sclérophylles.» (BARBERO, 1988). Les ensembles forestiers méditerranéens sont très complexes et très hétérogènes et découlent de perturbations dues essentiellement à des agressions de diverses origines et de conditions écologiques particulières.

L'écologie du paysage forestier impose le concept de stabilité, d'homogénéité et de diversité. L'étude des mécanismes de structuration des écosystèmes forestiers repose sur l'analyse des espèces déterminantes pour la stabilité pour laquelle divers auteurs ont défini des adjectifs : écosystème stabilisé (ODUM in BARBERO, 1988), écosystème métastable (GODRON, 1982) et écosystèmes non-équilibrés (GRIME, 1977) car soumis à des perturbations temporelles mais dont les conséquences sont permanentes. Les formations basses, matorrals dans le sens de IONESCO et SAUVAGE (1962) sont une partie indissociable des écosystèmes. Elles sont des stades de dégradation et souvent elles en constituent l'ossature résistante. L'adaptation à la contrainte trophique justifie la large prédominance des groupements végétaux régressifs dénommés formations basses.

Les principales formations végétales que nous venons de passer brièvement en revue présentent une structure, une architecture et une composition floristique moyenne représentative de la région laissant apparaître un fond commun permanent.

Espèces fondamentales du fond floristique et stabilité des espèces

L'analyse des relevés représentatifs des principaux groupements végétaux des monts de Dhaya permet d'identifier une structure particulière et propre à cette région où l'impact de l'homme est remarquable.

BONIN *et al.* (1992) retiennent les critères suivants pour apprécier l'anthropisation : nombre total d'espèces, leur type biologique, le taux d'espèces par type de formation végétale, le nombre d'espèces arbustives et la taille.

La stabilité des principales espèces peut être appréciée par l'importance de la présence de l'espèce dans les relevés, c'est la fréquence qui rend compte du comportement des espèces vis à vis des conditions de milieu et des pressions que supportent la formation végétale. (GODRON, 1968 ; DAGET *et al.*, 1971). Les espèces de forte fréquence et à fort recouvrement imposent leur physionomie aux formations végétales. Les résultats obtenus se rapprochent de ceux de DJABAILI (1984).

La présence et la fréquence des espèces imposent la notion de stabilité des espèces qui est

une notion de constance, elle est définie par DASNIAS (1987) comme : «l'absence de changement dans la composition de la communauté. La stabilité se mesure par la résistance à l'envahissement c'est-à-dire à la modification du cortège». Le même auteur dans ses travaux sur la succession végétale souligne le terme de métastabilité qui est une stabilité relative ne changeant qu'au-delà d'un certain seuil de perturbation.

Tous les auteurs ayant travaillé sur ces monts (ALCARAZ, 1962, 1982 ; BENABDELI, 1983, 1996 ; KADIK, 1982) confirment la liste des espèces à forte présence consignées dans le tableau 1 selon leur fréquence.

Les espèces pouvant être qualifiées de stable sont celle dans la fréquence est égale ou supérieure à III, traduisant un taux de recouvrement permettant une pérennité de la couverture végétale. (BENABDELI, 1996). Les principales espèces stables et dont l'impact sur les formations basses est déterminant sont : *Pinus halepensis*, *Pistacia lentiscus*, *Phillyrea angustifolia*, *Quercus rotundifolia*, *Genista quadriflora*, *Stipa tenacissima* et *Rosmarinus tournefortii* très proche que celles déterminées par BENABDELI (1996) pour l'ouest algérien.

Importance de la structure de la végétation

- La stratification : structure verticale

La structure de la végétation joue un rôle important dans sa préservation, la stratification et la hauteur deviennent à cet effet déterminantes en imposant une physionomie particulière (BOUDON, 1968) selon leur valeur et différent selon les étages bioclimatiques et le type de groupement végétal.

Dans les monts de Dhaya la répartition de la stratification par rapport au recouvrement global et de la hauteur par étage bioclimatique se présente globalement comme indiqué dans le tableau 2.

La strate buissonnante est dominante et imprime une certaine physionomie aux formations végétales, additionnée à la strate arbustive le taux dépasse les 50% et devient déterminant dans la composition et l'identification des groupements végétaux.

Tableau 1
Fréquence moyenne des espèces par strate

Strate arborescente	Fréq.	Strate arbustive	Fréq.	Strate buissonnante	Fréq.
<i>Pinus halepensis</i>	III	<i>Pistacia lentiscus</i>	III	<i>Genista quadriflora</i>	III
<i>Tetraclinis articulata</i>	II	<i>Phillyrea angustifolia</i>	III	<i>Calicotome villosa</i>	II
<i>Juniperus oxycedrus</i>	I	<i>Quercus rotundifolia</i>	IV	<i>Stipa tenacissima</i>	IV
		<i>Quercus coccifera</i>	I	<i>Ampelodesma ma.</i>	II
		<i>Arbutus unedo</i>	I	<i>Cistus villosus</i>	II
				<i>Rosmarinus tourn.</i>	III

Tableau 2
Importance de la stratification

Etage bioclimatique Type de strate	Semi-aride		Subhumide	
	Stratification	Hauteur	Stratification	Hauteur
Arborescente	20%	5,30	30%	8,70
Arbustive	15%	1,80	25%	2,30
Buissonnante	35%	0,60	20%	1,80

- La structure horizontale

La structure de la végétation est «l'arrangement dans l'espace des composants de la végétation» (FOSBERG in BARBERO, 1988). Cet arrangement est analysé par la fréquence des espèces et leur distribution qui sont déterminantes et les espèces qualifiées le plus souvent de secondaires deviennent intéressantes dans les écosystèmes forestiers.

L'analyse de la structure qui est un paramètre significatif pour apprécier la dynamique de la végétation ligneuse (CHESSEL, 1975) sera faite sur quatre forêts représentatives de la

végétation forestière des monts de Dhaya : les forêts de Touazizine, Takrouma, Toumiet et Khodida qui seront retenues.

Le principal paramètre d'appréciation de la structure (BARBERO, 1989 ; BENABDELI, 1983) retenu est l'importance du recouvrement qui renseigne sur l'état de développement de la formation et de son équilibre. L'évaluation de ce paramètre a porté sur la hauteur des principales espèces forestières formant le peuplement forestier et les formations dégradées. Les résultats obtenus exprimés en pourcentage par rapport à la surface occupée par la couverture végétale se résument à :

Tableau 3
Recouvrement par types de peuplement forestier

FORETS	Densité	Touazizine	Takrouma	Toumiet	Khodida	Moyenne
Futaie		38%	35%	29%	20%	30%
	Dense	1%	1%	0%	1%	-
	Moyenne	20%	21%	8%	15%	-
	Clair	17%	14%	21%	4%	-
Perchis		8%	1%	24%	22%	14%
	Dense	1%	1%	2%	3%	-
	Moyenne	4%	1%	5%	14%	-
	Clair	3%	1%	17%	5%	-
Gaulis		1%	3%	14%	11%	-
	Dense	0%	2%	9%	6%	-
	Moyenne	1%	1%	4%	4%	-
	Clair	1%	5%	0%	0%	-
Formations basses		28%	25%	17%	18%	22%
Formations très dégradées		20%	27%	29%	33%	28%
Formations dégradées		47%	41%	46%	49%	46%
Recouvrement global		60%	55%	40%	35%	47%

Selon la hauteur du végétal les forestiers distinguent : le fourré (0,40 à 1,50 m), le gaulis (2 à 6 m), le perchis (plus de 6 m et diamètre entre 6 et 24 cm) et la futaie (plus de 7 m et diamètre supérieur à 24 cm).

Le taux de recouvrement de chaque type de végétation classé selon la hauteur et le diamètre (nomenclature forestière des peuplements) laisse apparaître une prédominance des formations dégradées. Ces dernières vont évoluer vers une formation basse qui est également assez bien représentée dans la zone étudiée. Ce constat permet d'avancer que la couverture végétale soumise à une pression anthropozoogène constante évolue vers des stades de dégradation entraînant la constitution de formations végétales dégradées du type matorral bas.

La dynamique globale des peuplements forestiers et des formations végétales en générale évolue vers des stades de dégradation qu'il faut maîtriser pour pouvoir les sauvegarder par des interventions sylvicoles et de mise en valeur. Ces stades de dégradation constituent une phase déterminante car ils ont la faculté d'être assez stable et de résister aux multiples agressions. Ils doivent constituer de ce fait le point de départ de toute intervention.

- La densité

C'est également un paramètre intéressant pour apprécier l'état de conservation de la végétation ligneuse et de son comportement vis à vis des facteurs dégradants. Une évaluation par unité de surface (dans notre cas c'est l'hectare) permet de comprendre la dynamique de chaque formation et espèces qui la constituent. En individus végétaux ou en touffes pour les espèces sous forme de taillis, les résultats moyens obtenus se résument comme suit :

L'appréciation de la densité permet de renseigner sur la stabilité (degré de présence et fréquence) de l'espèce et sur le rôle qu'elle peut jouer sur la stratification horizontale et verticale ainsi que sur sa contribution à la détermination de formations basses. Elle renseigne également sur l'occupation du sol par les différentes espèces, d'information déterminante permettant d'apprécier la dynamique de l'espèce dans sa formation. Elle permet également de prévoir la banalisation de la flore et donne un aperçu sur les espèces expansives. La densité renseigne sur l'intensité de la dégradation, elle permet d'identifier les espèces qui s'adaptent à des conditions écologiques et anthropiques déterminées.

Tableau 4
Densité des principales espèces par hectare

Principales espèces	Densité minimale	Densité maximale	Moyenne
<i>Pinus halepensis</i>	180	1100	640
<i>Tetraclinis articulata</i>	70	190	130
<i>Juniperus oxycedrus</i>	60	210	135
<i>Quercus rotundifolia</i>	870	1320	1095
<i>Pistacia lentiscus</i>	530	1040	785
<i>Phillyrea angustifolia</i>	420	810	615
<i>Quercus coccifera</i>	50	170	110
<i>Genista sp.</i>	260	2170	1215
<i>Ampelodesma mauritanica</i>	320	1050	685
<i>Calicotome sp.</i>	440	860	650
<i>Stipa tenacissima</i>	610	2050	1330

EL HAMROUNI (1994) note que la dégradation se traduit par un déséquilibre de la structure des peuplements et la banalisation de la flore, pour définir cette structure la densité est un paramètre important.

Les fortes densités se concentrent au niveau des espèces arbustives et buissonnantes qui dans l'état actuel de la dynamique régressive jouent un rôle de sauvegarde de la strate arborescente et permettent une faible régénération

naturelle. Les espèces dont l'impact sur l'évolution des groupements végétaux est certain sont : *Quercus rotundifolia*, *Pistacia lentiscus*, *Phillyrea angustifolia* et *Stipa tenacissima*.

La fluctuation de la densité permet d'apprécier les comportements extrêmes en matière de présence et de recouvrement des espèces, les espèces résistantes et à fort pouvoir d'adaptation peuvent être identifiées.

Principaux stades de dégradation

La diversité des pressions impose plusieurs stades de dégradation qui pourront être classés par série de végétation. Les principaux stades de dégradation observés sont assez proches les uns des autres et peuvent être sériés selon les trois séries de végétation les plus utilisées par divers auteurs dans le sens d'OZENDA (1984). La série de végétation est l'ensemble d'un climax des groupements qui y conduisent par évolution progressive ou qui en découlent par dégradation.

- Série du pin d'Alep

Futaie claire de pin d'Alep sur alfa
Futaie claire de pin d'Alep sur chêne vert
Pin d'Alep avec chêne vert et genévrier oxycèdre
Maquis à filaire et lentisque
Garrigue à romarin et calicotome
Garrigue à chamaerops et ciste
Steppe à alfa avec des buissons

- Série du thuya

Futaie claire de pin d'Alep et thuya
Matorral élevé de thuya
Matorral de thuya sur lentisque et chêne kermès
Matorral de thuya sur calicotome

- Série du chêne vert

Taillis clair de chêne vert
Taillis de chêne vert et chêne kermès
Taillis clair de chêne vert à calicotome

Identification des formations basses

Les résultats obtenus mettent en relief l'importance de la strate sous-arbustive dans les différentes formations forestières. Une hiérarchisation des espèces selon leur présence, fréquence et participation à la composition et à la structuration verticale et horizontale de la végétation confirment le rôle prépondérant que jouent certaines espèces dans la détermination des formations basses. Elles constituent une armature végétale résistante aux agressions.

Les écosystèmes forestiers tendent vers un état stabilisé même à un stade de dégradation si les espèces dominantes qui les composent font partie de la gamme des sclérophylles identifiées précédemment. A ce sujet BARBERO (1988) note : «... des écosystèmes métastables qui constituent, dans des conditions stationnelles déterminées, l'évolution optimale d'un écosystème forestier, compte tenu des contraintes locales du milieu et des caractéristiques biologiques de l'essence forestière dominante.» En généralisant cette réflexion aux espèces stables et les plus fréquentes qui constituent le fond floristique

ligneux des écosystèmes forestiers, les formations basses peuvent être assimilées à des écosystèmes métastables guidés par l'occurrence régulière mais permanente des perturbations.

Devant les agressions permanentes que subissent les écosystèmes forestiers, certaines espèces résistent et arrivent à constituer une formation végétale caractéristique de cette pression permanente par une adaptation. L'écosystème forestier ne se justifie le plus souvent qu'à cause de la présence de certaines espèces identifiées déjà et qui constituent une ossature inébranlable de certaines formations végétales : c'est les formations basses.

L'adaptation à la contrainte trophique est une donnée fondamentale qui détermine les formations basses. Cette adaptation l'est encore davantage chez les espèces forestières et préforestières les plus fréquentes dans les monts de Dhaya telles que *Quercus rotundifolia*, *Quercus coccifera*, *Phillyrea angustifolia*, *Pistacia lentiscus*, *Arbutus unedo*, *Juniperus oxycedrus*, *Tetraclinis articulata*, *Ampelodesma mauritanicum*, *Stipa tenacissima*, *Genista quadriflora*.

Les formations de pin d'Alep, de thuya et souvent de chêne vert n'arrivent pas à répondre à leur écologie et économique sous la pression conjuguée des incendies, des coupes et du surpâturage. C'est généralement les formations basses où dominent les espèces secondaires, préforestières et buissonnantes, découlant de leur dégradation qui occupent le sol et résistent aux différentes pressions anthropozoogènes.

CONCLUSION

Toutes les recherches en écologie forestière convergent vers la prise en considération de la dynamique des structures forestières qui sont complexes et hétérogènes se succédant dans le temps et dans l'espace. Leur caractérisation par des paramètres de présence et de résistance aux pressions qu'elles subissent permet de réhabiliter le rôle des formations basses qui constituent des unités forestières et des ensembles préforestiers intéressants. Ces dernières peuvent préparer le terrain au développement d'unités végétales plus évoluées.

Le rôle que jouent les formations basses et surtout les espèces résistantes déterminées imposent leur réhabilitation dans certaines conditions où les formations forestières n'ont pu se développer. Les formations basses s'imposent dans la gestion et l'aménagement de l'espace forestier

car elles constituent parfois un passage obligé pour tendre ou installer un groupement végétal désiré.

L'analyse de la structure de la végétation est une donnée intéressante qu'il est possible d'apprécier avec tout l'arsenal de méthodes (JACCARD, 1908 ; RAUNKIAER, 1918 ; DAGNELIE 1967 ; GOUNOT, 1961 ; GODRON, 1971) où la fréquence, la stabilité et le taux de recouvrement sont des paramètres significatifs. La préservation de la couverture forestière passe, dans certaines conditions, par une réhabilitation

des formations basses.

Les principales espèces caractéristiques des formations basses sont celles qui concourent à la détermination de la physionomie et qu'il convient de prendre en charge en y adaptant une production en pépinière et une sylviculture permettant de les pérenniser. Les résultats obtenus confirment le rôle des espèces forestières ligneuses de la strate arbustive et sous-arbustive dans la conservation des écosystèmes forestiers dégradés.

Tableau 4
Quelques relevés phytocologiques représentatifs de la végétation des monts de Dhaya

Numéros de relevés	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Principales espèces										
Strate arborescente										
<i>Pinus halepensis</i>	2.1	1.1	3.2	+	1.1	.	.	+	.	.
<i>Quercus rotundifolia</i>	1.1	2.2	1.1	3.2	+	3.3	.	.	.	.
<i>Juniperus oxycedrus</i>	.	+	.	.	.	+	1.1	.	.	.
<i>Tetraclinis articulata</i>	.	+	1.1	.	1.1	.	.	.	.	.
Strate arbustive										
<i>Quercus rotundifolia</i>	2.2	1.1	+	2.1	+	2.2	+	+	.	.
<i>Juniperus oxycedrus</i>	.	.	.	+	.	1.1	1.1	.	.	.
<i>Tetraclinis articulata</i>	.	+	1.1	.	+	.	.	.	.	.
<i>Quercus coccifera</i>	.	.	1.1	.	+	.	.	.	.	.
<i>Pistacia lentiscus</i>	+	1.1	2.2	1.1	2.1	+	1.1	3.2	.	.
<i>Phillyrea sp.</i>	2.1	1.1	2.1	2.2	+	1.1	+	2.2	.	.
<i>Arbutus unedo</i>	.	.	+	1.1	.	1.1	.	.	.	.
Strate buissonnante										
<i>Genista quadriflora</i>	1.1	2.1	+	2.2	1.1	+	2.2	2.1	2.2	2.1
<i>Calicotome villosa</i>	1.1	1.1	2.1	+	2.2	+	1.1	2.2	3.2	2.2
<i>Cytisus triflorus</i>	.	.	+	1.1	.	1.1	.	.	.	.
<i>Rosmarinus tournef.</i>	1.1	2.1	1.1	+	2.2	1.1	2.1	2.2	1.1	2.1
<i>Chamaerops humilis</i>	+	.	.	1.1	1.1	+	.	+	+	.
<i>Cistus villosus</i>	1.1	2.2	1.1	+	+	2.2	1.1	2.2	1.1	2.1
Strate herbacée										
<i>Ampelodesma mauri.</i>	.	.	+	1.1	.	2.1	.	.	.	.
<i>Stipa tenacissima</i>	2.1	1.1	2.2	+	1.1	+	3.2	3.1	2.2	3.2

BIBLIOGRAPHIE

ALCARAZ C., 1962- Etude géobotanique du pin d'Alep dans le Tell de l'ouest oranais. Thèse sp. Univ. Montpellier, 183 p.

ALCARAZ C., 1982- La végétation de l'Ouest Algérien. Thèse d'état, Univ. Perpignan.

BARBERO M., LOISEL R. et QUEZEL P., 1984- Rôle des facteurs anthropiques dans le maintien des forêts et leurs stades de dégradation

en région méditerranéenne. C.R. Soc. Biogéo., 59 4 : 473-488.

BARBERO M., 1988- Caractérisation de quelques structures et architectures forestières des arbres et arbustes à feuilles persistantes de l'étage méditerranéen. Rev. For. Fr. XL-5 : 371-380.

BARBERO M., et QUEZEL P., 1989- Structures, architectures forestières à sclérophylles et prévention des incendies. Bull. Ecol., 2 : 7-14.

- BENABDELI K., 1980- Incidences écologiques de l'action de l'homme et de l'animal sur la végétation forestière du massif de Telagh (Algérie occidentale). D.E.A., Fac. St Jérôme, Marseille.
- BENABDELI K., 1983- Mise au point d'une méthodologie d'appréciation de l'action anthropozoogène dans le massif forestier de Telagh. Thèse Doc. spé., Univ. Aix-Marseille III.
- BENABDELI K., 1996- Aspects physionomico-structural et dynamique des écosystèmes forestiers face à la pression anthropozoogène dans les monts de Tlemcen et les monts de Dhaya (Algérie septentrionale occidentale). Thèse doctorat d'état, Univ. Sidi Bel Abbes, 356 p. + annexes.
- BONIN G., LOISEL R. et PICOUE M., 1992- Effects of urban impact in forestal environment the Tunisian Case. 6^{ème} congrès Européen d'Ecologie, Marseille (sept. 1992). *Mésogée*, vol. 52.
- BOUDON R., 1968- A quoi sert la notion de structure? Gallimard, 244 p.
- CHAUMONT M. et PAQUIN C., 1971- Carte pluviométrique de l'Algérie et notice explicative. *Bull. Soc. Hist. Afr. Nord*.
- CHESEL D., 1975- Mesures de dispersion spatiale et méthodes d'échantillonnage. D.G.S.R., note 3, 35 p.
- DAGET P., 1976- Répartition des présences dans une série d'unités d'échantillonnage. Application à l'analyse de l'homogénéité. *Naturalia monspeliensa*, 26 : 95-108.
- DASNIAS P., 1987- Successions végétales : synthèse bibliographique et dynamisme à l'ubac montagnard de la moyenne Tarentaise (Savoie). Thèse doc. Montpellier, 168 p.
- DJEBAILI S., 1984- Steppe algérienne : phytosociologie et écologie. O.P.U, Alger, 177 p.
- EL HAMROUNI A., 1994- Végétation forestière et préforestière de la Tunisie : typologie et éléments de gestion. *Revue des Régions Arides* N° 6/94, 299 p.
- GOUNOT M., 1961- Les méthodes d'inventaire de la végétation. *Bull. Serv. Carto. Phytoéc.*, 6 : 7-73.
- GODRON M., 1966- Une application de la théorie de l'information à l'étude de l'homogénéité et de la structure de la végétation. C.N.R.S., C.E.P.E., Montpellier, 67 p.
- GODRON M., 1971- Comparaison d'une courbe aire-espèce et de son modèle. *Oecol. Plant.*, 6 : 189-196.
- GODRON M., 1982- Etude du grain de la structure de la végétation, application à quelques exemples méditerranéens. *Ecol. Med. T. VIII-1982, Fasc.1/2* : 191-195.
- GRIME J.P., 1977- Evidence for the existence of three primary strategies in plants.
- IONESCO T. et SAUVAGE C., 1962- Les types de végétation du Maroc, essai de nomenclature et définition. *Revue Géo. Maroc* 1-2 : 75-86.
- JACCARD P., 1908- Nouvelle recherche sur la distribution florale. *Bull. Soc. Vaudoise Sc. Nat*, 44 : 223-270.
- LATRECHE A., 1995- Contribution à l'étude de la relation substrat-végétation dans la forêt de Touazizinc (Télagh, Algérie). Magister Univ. Tlemcen, 83 p.
- MIGLIORETTI F., 1986- Evolutions comparées des architectures et des structures des peuplements mélangés à chêne vert et chêne pubescent en forêt domaniale de la Gardiole de Rians (Var). *Ecol. Med. T. XII. Fas. 3-4* : 133-147.
- MORANDINI R., 1975- Les problèmes de conservation, de gestion et de reconstitution des forêts méditerranéennes. *Projet M.A.B. 2*.
- OZENDA P., 1984- Les végétaux de la biosphère. Ed. Doin, 413 p.
- QUEZEL P., 1976- Les forêts du pourtour méditerranéen. *Projet M.A.B. 2* : 1-53.
- QUEZEL P., 1981- Floristic composition and phytosociological structure of sclerophyllous matorral around the Mediterranean, in Di Castri « Ecosystems of the world » ii, 107-122. Elsevier Publ.
- QUEZEL P., BARBERO M., LOISEL R., et BENABID A., 1987- Impact of forest fire on structures and architectures of mediterranean ecosystems. *Coll. F.E.R.N., Ecol. Med.*, XIII, 4 : 39-50.

- QUEZEL P., BARBERO M., LOISEL R., et BONIN G., 1992- Contribution à l'étude des groupements forestiers et préforestiers du Maroc oriental. *Studia botanica* : 57-90.
- SAOUDI H., 1983- Réponse des végétaux aux facteurs de dégradation en Kroumirie (Tunisie). Thèse Doc. Ing. Univ. Aix-Marseille III.
- SAUVAGE C., 1967- Remarques sur la classification des types biologiques. *Mem. Soc. Bot. Fr.*
- SELTZER P., 1946- Le climat de l'Algérie. Alger, 219 p.
- TINTHOIN R., 1946- Les paysages géographiques de l'Oranie. *Bull. Soc. Géo. Prov. Oran.*
- TOMASELLI R., 1970- Tipologia ecologico-structurale della vegetazione del mondo. *Atti Ist. Bot. Lab. Critt. Univ. Pavia, serv. 6* : 3-232.
-

RESUME DE THESE

Jacques FOSSATI

Caractéristiques du système oued en milieu hyperaride, végétation des oueds du Désert oriental septentrional (Egypte) et phytoécologie d'un secteur de l'Oued Sannur

Thèse de Doctorat (spécialité : biologie) soutenue le 30 octobre 1995 à l'Université Joseph Fourier-Grenoble 1, 224 p.

Jury : MM J.J. BRUN, M.S. GHABBOUR, E. LE FLOCH, G. MARIGO, P. OZENDA, G. PAUTOU, J.P. PELTIER

Ce travail présente une étude de la végétation du Désert oriental septentrional d'Egypte qui s'étend de 30°10' N à 26°10' N et de 30°50' E à 32°30' E, soit quatre cents kilomètres du Nord au Sud et cent cinquante kilomètres de l'Est à l'Ouest.

Une synthèse à l'échelle régionale rassemble 237 relevés phytosociologiques provenant de 18 oueds et comportant 89 espèces. Aux relevés puisés dans la bibliographie sont ajoutés des relevés effectués dans l'Oued Sannur. Les relevés ayant été réalisés à des dates différentes, seules les espèces pérennes sont conservées. Le tableau floristique est traité par une Analyse Factorielle des Correspondances. Quatre groupements dont le statut phytosociologique n'est pas précisé sont mis en évidence : groupements à *Forsskaolea tenacissima* et *Pulicaria crista*, à *Centaurea scoparia* et *Fagonia tristis*, à *Deverra tortuosa* et *Iphiaea mucronata* et à *Nauplius graveolens* et *Fagonia arabica*. Ces groupements s'individualisent au sein de gradients climatiques Nord/Sud (précipitations et température moyenne annuelle) et Nord-Ouest/Sud-Est (évapotranspiration). Un gradient biogéographique se surimpose à cette description, avec des espèces méditerranéennes au Nord et des espèces soudano-angolaises au Sud, le fond commun étant saharo-arabique.

Une étude au niveau d'un secteur long de quatre kilomètres de l'Oued Sannur (31°28' E 29°10' N) est menée grâce à 200 relevés linéaires par point-quadrats, répartis en 18 transects et rassemblant 75 espèces. Chaque relevé comprend la liste des espèces présentes, leur recouvrement linéaire et le recouvrement granulométrique de surface (particules fines, graviers, cailloux, pierres et roche mère). Les deux tableaux sont d'abord analysés

séparément par une Analyse en Composantes Principales Centrée par taxon pour le tableau floristique et une Analyse en Composantes Principales Centrée sur profil distributionnel pour les données granulométriques, puis une co-structure est recherchée par l'analyse de la co-inertie.

L'étude des espèces pérennes individualise cinq groupes dans un fond d'espèces communes : groupes à *Pulicaria crista*, à *Zilla spinosa*, à *Achillea fragrantissima*, à *Haloxylon salicornicum* et à *Ochradenus baccatus*. La géomorphologie et la granulométrie de surface expliquent une partie de la structure de la végétation : les espèces sont liées au chenal ou aux rives et terrasses d'une part, à une granulométrie de surface fine ou à des zones plus grossières d'autre part.

Les espèces annuelles éphémérophytes constituent une synusie ombrique en relation avec les précipitations hivernales et atteignent un maximum de recouvrement au mois de mars. Leur répartition dépend essentiellement d'une granulométrie dominée par des particules fines.

Cette étude met en évidence un emboîtement d'échelles spatiales. Le poids des facteurs expliquant la structure de la communauté végétale peut être différent. A l'emboîtement des échelles spatiales peut correspondre un emboîtement des facteurs mésologiques explicatifs, parmi eux, certains seront pertinents à une échelle donnée et d'autres à plusieurs niveaux.

MOTS-CLES : oued, végétation, Egypte, zone hyperaride, phytoécologie

Jacques FOSSATI

Wadi system characteristics in hyperaride zone, vegetation of wadis in Northern Eastern Desert (Egypt) and phytocology of Wadi Sannur

The structure of wadi vegetation was analysed at two spatial scales: Northern Eastern Desert of Egypt (30°10' N to 26°10' N and 30° 50' E to 32° 30' E) and Wadi Sannur district (31°28' E, 29°10' N).

Phytosociologic *relevés* were chosen in published papers and added to *relevés* from Wadi Sannur. Perennial species distributions were analysed in 237 *relevés*. Four communities were described, along two climatic gradients. The first gradient, North/South, describes a decrease in precipitations and an increase in mean annual temperature. The second, North-West/South-East, shows an increase in annual potential of evapotranspiration. Another gradient, biogeographic, has an influence on the floristic composition: the saharo-arabic species dominate in the whole Eastern Desert but the proportion of mediterranean taxa increases in towards northern area and some soudano-angolan taxa appear in the southern part.

Two hundred observations by point-quadrat were made between february 1987 and june 1988 in

Wadi Sannur, where a flood appears every seven years. Five communities were described, using only perennial species. The pattern of communities was controlled by the landforms (channel, banks, terraces) and by the granulometric surface sediment (fine or coarse particules...).

A phenology of annual species was describe in relation to the date and the intensity of the last precipitation. The cover of annual species reaches a maximum in march, three months after the beginning of the rainy season (december to february).

The explanatory factors of vegetation structure in wadi systems are differents between the two spatial scales. Some of them are pertinent at one scale (v. desert) but not at the other scale (v. district). There are significant gaps in our knowledge and understanding of the structure of vegetation at different scales of times and space and of the relationships between these scales.

KEY WORDS : wadi, vegetation, Egypt, hyperaride zone, phytocology

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 équipée 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 «**Words**» pour le traitement de texte. À 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** exemplaire, 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 physiosociologiques 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 gratuits. Les pages excédentaires seront facturées. Il est fourni 25 tires-à-part par article, même lorsqu'il y a des auteurs multiples. À la demande, des tires-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 informatisé** (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 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). L'auteur devra préciser la personne à qui doit être retournée 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

Les propositions de publication d'articles doivent être adressées au Secrétariat général.

Laper le texte «au kilomètre», en respectant les conventions ci-dessous.

Principaux titres et numérotation

Introduction, Matériel et méthodes, Résultats, Conclusion et Bibliographie seront centrés pour faciliter la lecture : ils ne seront pas numérotés. Pour numérotier 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 précédé 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, des 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*, *sensu lato*, etc.), et en particulier les noms de plantes ou d'animaux (*Quercus laevis* et *Q. pubescens*). Pour les plantes une seule majuscule sur le nom de genre, l'épithète reste en minuscules. Pour désigner un nom d'espèce d'un **groupelement 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, sans exception justifiée. Pour associer l'unité de mesure à sa valeur, utilisez «espace insécable» plutôt que la barre d'espace pour éviter qu'un, 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 ensèrent. Le tiret «-» marquant un sous-alinéa sera avantagéusement 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 au moyen d'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 restant habiles (caractères de qualité professionnelle, non manuscrits). Tous les documents (figures et tableaux) devant être insérés dans le texte doivent être numérotés et numérotés dans l'ordre croissant : ils doivent comporter une légende (voir les formules types telles que «pour les explications, voir dans le texte»). Les titres des figures seront inscrits la nuitement en les faisant apparaître, en tenant compte de la place qu'elles occupent. Il ne faut pas concevoir les tableaux physiosociologiques, il est indispensable d'indiquer par des points les relevés ou la plante ne figure pas de façon à en permettre l'observation dans les différents relevés ou elle se trouve. Les tableaux informatisés ne doivent pas comporter de signes (: ou !) pour marquer les colonnes.

SOMMAIRE

Y. AKMAN, M. VURAL, P. QUEZEL, L. KURT, O. KETENOGLU, M. SERIN et M. BARBERO.- Etude de la végétation steppique de la région de Karaman et d'Ermenek (sud de l'Anatolie Centrale).....	1
T. BENSID et D. DEBOUZIE.- Ségrégation spatiale dans l'implantation de l'alfa, <i>Stipa tenacissima</i> , et de l'armoïse, <i>Artemisia herba-alba</i> , dans les hautes plaines steppiques d'Algérie.....	9
M. DAHMANI-MEGREROUCHE.- Diversité biologique et phytogéographique des chênaies vertes d'Algérie.....	19
M. DAHMANI-MEGREROUCHE.- Groupements à chêne vert et étages de végétation en Algérie.....	39
L. KURT, Y. AKMAN, P. QUEZEL, T. EKIM et E. DEMIRYÜREK.- Etude synécologique des forêts de <i>Quercus vulcanica</i> des environs d'Isparta-Egirdir (Turquie) ..	53
Jesús G. LATORRE & Juan G. LATORRE.- Sur la répartition actuelle et historique du chêne fagine (<i>Quercus faginea</i> Lam.) dans le sud-est de l'Espagne.....	59
S. LEONARDI, M. RAPP, M. FAILLA, D. GUARNACCIA & G. SIRACUSA.- Cycle de la matière organique et gestion des bioéléments dans un peuplement de hêtre (<i>Fagus sylvatica</i> L.) de l'Etna.....	67
A. TESTI, I. NAPOLEONE, A. CIGNI.- Floristic and phytogeographical diversity in some protected areas in Italy.....	81
K. BENABDELI.- Mise en évidence de l'importance des formations basses dans la sauvegarde des écosystèmes forestiers : cas des monts de Dhaya (Algérie occidentale).....	101
RESUME DE THESE.....	113