

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

ecologia mediterranea

revue d'écologie terrestre et limnique



TOME XIII 1987

Fascicule 1/2

Directeur de la publication :

P. QUEZEL, Professeur Faculté des Sciences et Techniques Marseille St-Jérôme.

Secrétariat général :

G.BONIN, Professeur Laboratoire de Botanique et Ecologie Méditerranéenne, Faculté des Sciences et Techniques de Marseille St-Jérôme, assisté de Mmes C.ROLANDO, M.DOUGNY et de M. C. GABOURIAUT.

Comité de rédaction :

M. BARBERO, Professeur Marseille St-Jérôme.

M. BIGOT, Maître de recherches au C.N.R.S. Marseille St-Jérôme.

M. GIUDICELLI, Professeur Marseille St-Jérôme.

COMITE DE LECTURE

AKMAN, Y. Ankara Universiti-Fen Facultesi-Biyologie Bolumu. ANKARA TURQUIE

BARBAULT, R. E.N.S., rue d'Ulm, PARIS

BOURLIERE, F. Faculté de Médecine, rue des St-Pères, 75006 PARIS.

BOUVAREL, P. Centre national de recherches forestières. INRA. Champenoux, 54280 SEICHAMPS.

COSTA, M. Facultad de Farmacia. Dept de Botanica-Av. Blasco Ibanez-46010 VALENCIA ESPAGNE

DELAMARE-DEBOUTTEVILLE, C. Laboratoire d'Ecologie Générale, Museum National d'Histoire Naturelle, Avenue du Petit Château, 91800 BRUNOY.

DI CASTRI. C. N. R. S. Centre Louis Emberger Route de Mende B P 5010-34033 MONTPELLIER CEDEX.

DRACH, P. Laboratoire Arago, 66650 BANYULS-SUR-MER.

DU MERLE, P. INRA Station de Zoologie forestière Av. Vivaldi 84000 AVIGNON FRANCE.

GHABBOUR, S. Dept. Natural resources. Inst. African Res. & Stud. CAIRO UNIVERSITY GIZA EGYPT.

GUINOCHET, M. Laboratoire de Biologie Végétale, Université PARIS XI, 91006 ORSAY.

HOLLANDE, A. Laboratoire d'Evolution des Etres Organisés, Boulevard Raspail, 75006 PARIS.

JOLY, P. Faculté des Sciences, 67000 STRASBOURG.

LAMOTTE, M. Laboratoire de Zoologie, Ecole Normale Supérieure, rue d'Ulm, 75005 PARIS.

LEMEÉ, G. Laboratoire d'Ecologie Université PARIS XI, 91000 ORSAY.

LOISEL, R. Laboratoire de Botanique et Ecologie Méditerranéenne, Faculté St-Jérôme 13397 MARSEILLE CEDEX 13.

LONG, G. CNRS-CEPE. Ecothèque méditerranéenne. Route de Mende BP 5051 34033 MONTPELLIER CEDEX.

MARGARIS, N. S. Laboratory of Ecology-Faculty of Physics and Mathematics-THESSALONIKI GRECE.

OECHEL, W. Systems ecology research group-College of Sciences-San Diego State University SAN DIEGO ca. 92182 U. S. A.

OZENDA, P. Laboratoire de Botanique, Université de Grenoble, 38000 SAINT-MARTIN-D'HERES.

PONS, A. Laboratoire de Botanique Historique et Palynologie Faculté St Jérôme. 13397 MARSEILLE CEDEX 13. FRANCE.

RIOUX, J.-A. Laboratoire d'Ecologie Médicale, Faculté de Médecine, rue Auguste-Broussonet, 34000 MONTPELLIER.

TAYLOR, H. C. Botanical Research Unit- P O Box 471 - 76000 STELLENBOSCH-REPUBLIC OF SOUTH AFRICA.

VAN CAMPO. Palynologie Faculté des Sciences, 34000 MONTPELLIER.

VAN DER MAAREL, E. Växtbiologiska Institutionen Box 559, S-751 22 UPPSALA 1 - Sweden.

Les propositions de publication d'articles peuvent être adressées au Secrétaire Général :

G. BONIN, Laboratoire de Botanique et d'Ecologie Méditerranéenne,
Faculté des Sciences de St-Jérôme, - Rue H. Poincaré
13397 MARSEILLE Cedex 13

ecologia mediterranea

revue d'écologie terrestre et limnique

Influence du climat méditerranéen sur la faune simuliidienne (*Diptera, Nematocera*) d'une rivière pyrénéenne: la Massane.

M. CLERGUE-GAZEAU*

RESUME - Un torrent pyrénéen a été prospecté sur tout son parcours. Après analyse des différents biotopes, l'auteur étudie l'influence du climat méditerranéen sur la communauté simuliidienne du cours d'eau.

SUMMARY - A pyrenean torrent was visited in its whole length. After the analyse of the biotopes, the writer studies the influence of the mediterranean climate on the community of the blackflies.

MOTS CLES - Torrent pyrénéen, climat méditerranéen, Simuliidae.

KEY WORDS - Pyrenean torrent, mediterranean climate, Simuliidae.

INTRODUCTION

Plusieurs déplacements ont récemment été effectués par une équipe d'hydrobiologistes à la Réserve de la Massane (Pyrénées-Orientales) dans le but d'élaborer un inventaire faunistique de la rivière. Réalisé avec le concours du laboratoire Arago à Banyuls-sur-Mer, ce rapport (MOUBAYED 1986) a permis de noter des différences importantes entre la faune présente sous la Hêtraie en altitude et celle de régions plus basses, directement sous influence méditerranéenne. Afin de préciser ces différences, nous énonçons ici les résultats obtenus en ce qui concerne la famille des Simuliidae, Diptères Nématocères.

La faune simuliidienne de la région orientale des Pyrénées a déjà fait l'objet d'un nombre de travaux assez élevé : les données, parfois assez fragmentaires de différents auteurs, se sont succédées depuis 1950 (GRENIER & BERTRAND 1950, 1951 ; DOBY & DEBLOCK 1955, DOBY & DOBY-DUBOIS 1955 ; DORIER & GRENIER 1960) : seize espèces ont ainsi été répertoriées. Le dernier auteur en date, JARRY (1973 a et b, 1975) a ajouté onze éléments nouveaux à la région avec des stations de prospection échelonnées de 380 à 2000 m, mais prises dans des réseaux hydrographiques différents. Ainsi, jusqu'à présent, aucune rivière n'a été suivie tout le long de son parcours dans les Pyrénées Orientales, afin de repérer les espèces présentes depuis la source jusqu'à son embouchure ; c'est cet inventaire faunistique que nous avons pu effectuer. NICOLAU-GUILLAUMET (1959) avait entrepris de son côté, une étude de la faune de la Massane, mais limitée au tronçon de la réserve ; trois espèces seulement avaient alors été mentionnées pour la famille des Simuliidae. La situation particulière de la rivière nous a permis de souligner l'influence du climat méditerranéen sur la faune simuliidienne d'un torrent issu d'un massif montagneux tel que les Pyrénées.

*Laboratoire d'Hydrobiologie UA.CNRS 695, Université Paul Sabatier,
118, route de Narbonne 31062 TOULOUSE CEDEX

I - CARACTÉRISTIQUES DU MILIEU ET LOCALITÉS D'ÉTUDES

La "Massane", petite rivière de 25 km de long (Fig. 1) prend sa source près de la frontière espagnole, à 980 m d'altitude dans le Massif des Albères, chaînon métamorphique le plus oriental des Pyrénées. Dotée d'une forte pente sur la première moitié de son cours, elle traverse la célèbre forêt de Hêtres sur un parcours presque rectiligne au niveau de la Réserve (DELAMARE-DEBOUTTEVILLE & al. 1958). D'abord orienté Sud-Ouest/Nord-Est, celui-ci change brusquement de direction du Sud au Nord après un passage sinueux. A la sortie de la Hêtraie, après la traversée des gorges de Lavall et d'importantes dénivellations, la rivière s'assagit ensuite dans son cours inférieur à travers la plaine alluviale du Roussillon et se jette dans la mer Méditerranée. Ces divers aspects de la rivière — zones de rapides, cascades, vasques, tronçons de plaine — définissent ainsi facilement les neuf stations de prélèvements, prises de long de trois types de parcours, et dont les caractéristiques principales sont résumées dans le tableau 1.

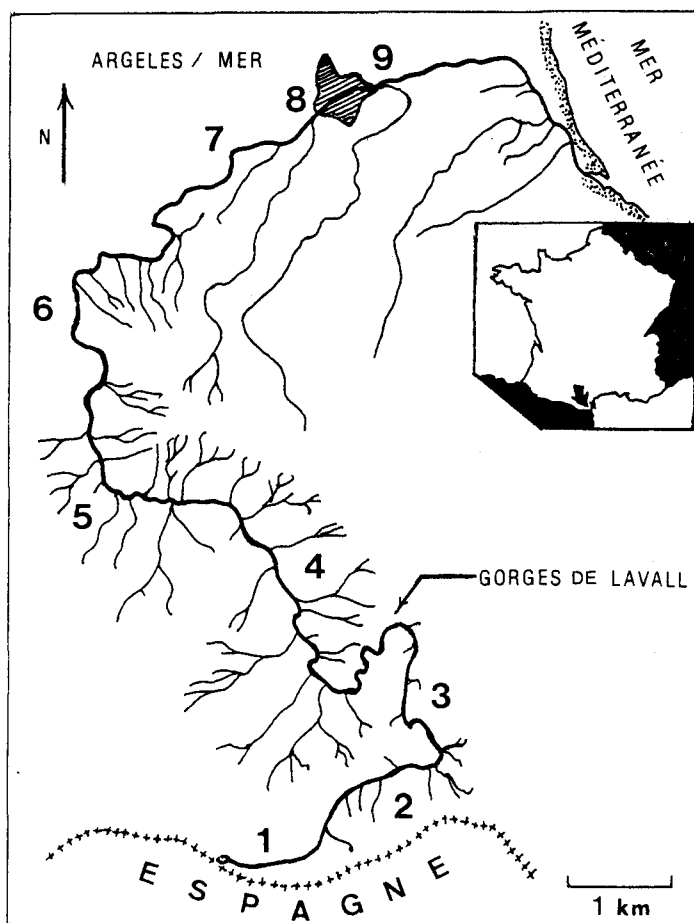


Fig. 1. - Le cours de la Massane.
Emplacement des stations.

Les stations sont ainsi réparties le long du parcours (Fig. 1 et 2) :

- St. 1 : sources et ruisselets de sources,
- St. 2 : cascades,
- St. 3 : partie rectiligne longeant la Réserve, avant les gorges,
- St. 4 : immédiatement en aval des gorges de Lavall, très forte dénivellation,
- St. 5 : cours moyen, forte dénivellation,
- St. 6 : cours moyen, forte dénivellation,
- St. 7 : le cours d'eau à son arrivée en plaine,
- St. 8 : la rivière en amont d'Argelès-sur-Mer,
- St. 9 : la rivière en aval d'Argelès-sur-Mer.

	n° des st. et leur altitude	largeur du lit (m)	températures extrêmes	pente	pH	type de parcours
Cours supérieur	1 980-850	2-3	3-14	très forte	acide	très sinueux
permanent	2 800-750		2-16	à moyenne	5,5-6,1	sauf Réserve
980-620 m	3 700-620		2-16			
GORGES						
Cours moyen	4 550-400	3-6	5-25	très forte	moins acide	moins sinueux
permanent	5 350-250		6-25		6,3-6,7	grandes vasques
620-80 m	6 150-80		7-26			
Cours inférieur	7 50-30	10-15	8-26	très faible	neutre	droit
(temporaire à partir de la st. 8)	8 10		8-26		7,0	
80-0 m	9 5		10-26			

Tableau I - Caractéristiques principales de la rivière.

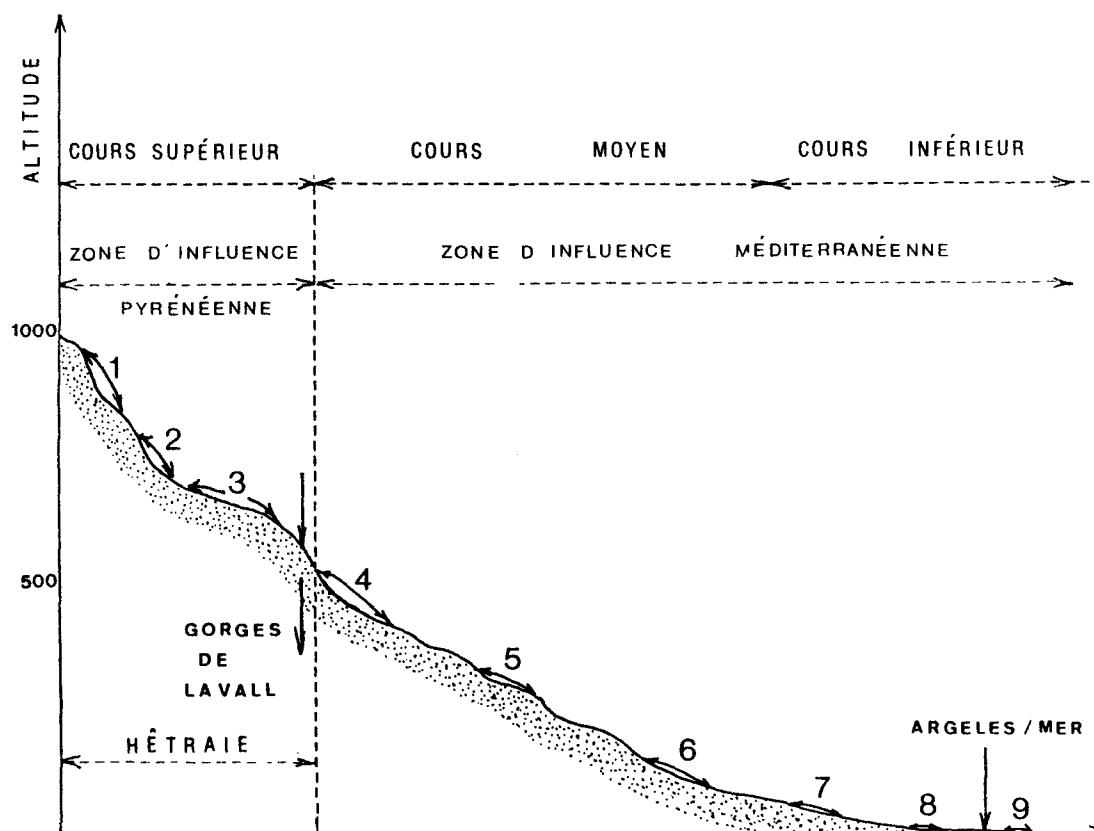


Fig. 2 - La Massane. Profil longitudinal, emplacement des stations et zones climatiques.

Par exemple, en mai, 6 espèces ont été capturées ; en juin, il n'en subsiste que 2 et ce sont précisément celles qui résistent le mieux à la pollution : *S. (Od.) ornatum* et *S. (E.) latinum*. En juillet, après une courte période d'exondation, la rivière était complètement asséchée à partir de la station 8.

Afin de visualiser davantage la succession des espèces le long du cours d'eau, tous les éléments ont été regroupés dans la figure 4, en partant (en haut) des espèces les plus alticoles, pour arriver (en bas) aux espèces de plaine.

Cette distribution donne en même temps un aperçu de la densité de la population. Lors de nos prélèvements des stades aquatiques, nous n'avons pas récolté quantitativement beaucoup de Simuliidés dans les stations les plus élevées, cette pauvreté étant due probablement à un manque de luminosité et à des couloirs de faible dénivellation entre les cascades. Comme pour la richesse spécifique, les densités maximales ont été enregistrées aux stations 4, 5 et 6, c'est-à-dire aux endroits de forte pente et de grande luminosité. Il semble donc que les fortes dénivellations combinées à une bonne luminosité soient favorables à la prolifération des stades immatures dans ce tronçon de rivière, au moins jusqu'à l'élévation maximale de température de l'été.

Pour les autres groupes invertébrés, et contrairement à nos résultats, il est signalé (Rapport MOUBAYED) que la richesse spécifique la plus élevée ainsi que la densité maximale de la faune se situe dans les sections ombragées et à faible amplitude thermique.

2. Affinités entre les stations.

A l'examen de la figure 4, il apparaît plusieurs types de groupements le long de la rivière suivant l'altitude. Afin de préciser la nature de ces groupements, le degré d'affinité faunistique entre les stations a été évalué en utilisant le coefficient de ressemblance ou indice de SØRENSEN (1948). La méthode consiste à comparer deux à deux ces peuplements d'après le nombre d'espèces communes et le nombre total d'espèces recensées dans chacune des deux stations.

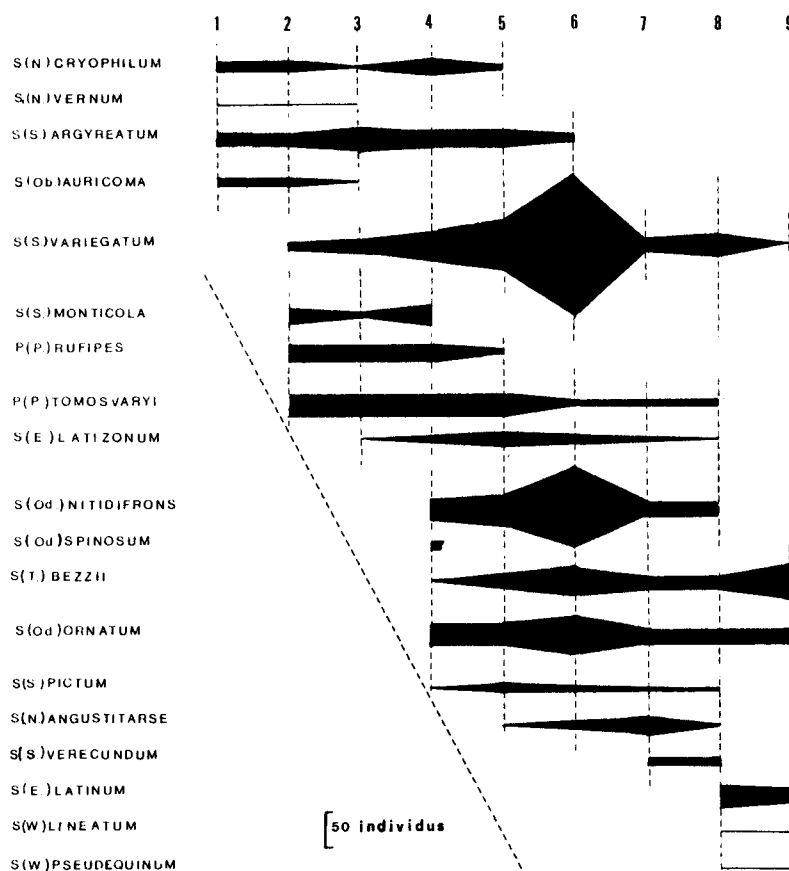


Fig. 4 - Distribution des Simuliidae de la Massane. Le nombre d'exemplaires indiqué représente la somme des récoltes effectuées, avec les deux méthodes, pendant tous les mois d'observation.

La formule en est la suivante :

$$I_s = \frac{2c}{a+b}, \text{ avec : } a = \text{nombre d'espèces de la 1ère station, } b = \text{nombre d'espèces de la 2ème station, } c = \text{nombre d'espèces communes aux deux stations.}$$

Les résultats sont présentés dans la figure 5. Les stations sont indiquées dans l'ordre altitudinal, comme dans la figure 4.

Les valeurs les plus élevées se réunissent en groupes contre la diagonale. Chaque groupe représente une communauté. Quatre groupements faunistiques, numérotés de 1 à 4 de l'amont vers l'aval, sont ainsi individualisés sur le trajet du cours d'eau.

1 - A l'amont, près de la source, et sous la Hêtraie, des espèces pyrénéennes typiquement orophiles sténothermes d'eau froide, mais non psychrothermes : *P. (P.) rufipes*, *S. (N.) cryophilum*, *S. (N.) vernalis*, *S. (S.) argyreatum*, *S. (S.) monticola*. L'originalité biogéographique de la Réserve de la Massane est révélée ici en tant qu'enclave relictuelle de la forêt quaternaire recouvrant l'Europe méridionale durant les dernières glaciations. Sa valeur écologique se manifeste, en effet, avec la présence, entre 600 et 1000 m, de ces éléments alticoles qui peuvent, par ailleurs, être présents à des altitudes très élevées dans les autres régions pyrénéennes. Ces éléments ne supportent pas le réchauffement de la moyenne vallée et disparaissent rapidement à partir des stations 4 ou 5, (Fig. 4), où l'élévation de température est très sensible.

2 - Le deuxième groupe contient des espèces plus eurythermes : *P. (P.) tomosvaryi*, *S. (S.) variegatum*, *S. (T.) bezzii*. Dans les autres cours d'eau de montagne, leurs limites altitudinales supérieures sont en général moins élevées que celles du groupe précédent. Ces éléments commencent à être capturés un peu plus bas que le premier groupe, sous la Hêtraie, en aval des cascades. Ils supportent bien mieux les élévations de température et descendent par conséquent nettement plus bas dans le cours moyen ; leurs densités maximales présentent un décalage vers l'aval par rapport à celles des mêmes espèces situées dans les autres vallées pyrénéennes.

3 - Dans les stations 4, 5 et 6, le cours d'eau possède deux faciès : lentique et lotique. Le premier est représenté par de grandes vasques, retirées du courant principal, qui expliquent la présence d'éléments tels que *S. (Od.) ornatum* et *S. (S.) pictum* ; le deuxième, avec de fortes dénivellations - cascades -, abrite des espèces franchement eurythermes et déjà méditerranéennes telles que : *S. (E.) latizonum*, *S. (Od.) nitidifrons*. A ce niveau, se retrouvent les espèces eurythermes du groupe précédent. L'affinité entre les stations au niveau du cours moyen est très forte (Fig. 5) et il y existe une grande richesse spécifique.

4 - Les espèces du groupe 4 : *S. (N.) angustitarse*, *S. (S.) verecundum*, *S. (W.) lineatum*, *S. (Od.) ornatum*, *S. (W.) pseudequinum*, *S. (E.) latinum*, *S. (S.) pictum*, colonisent le potamal de la rivière. Alors que les quatre premières ont une vaste répartition dans les plaines d'Europe, les trois dernières, *S. (E.) latinum*, *S. (S.) pictum* et *S. (W.) pseudequinum*, sont exclusivement méditerranéennes. La communauté se compose ici d'espèces dont le développement larvaire coïncide avec la durée de la phase inondée du cours d'eau, la majorité des individus atteint le stade imaginal avant l'assèchement des habitats. L'affinité entre les stations 7 et 8, 8 et 9, est bonne ; elle est moins bonne entre 7 et 9. Il n'existe pratiquement aucune affinité entre ce dernier groupement et celui des espèces orophiles du cours supérieur.

GIUDICELLI (1970), en se fondant sur des données analytiques précises - abondance et fréquence des espèces - distingue, dans chaque groupement, suivant le degré d'occupation du biotope : les espèces fondamentales, constantes, accessoires et sporadiques.

Nos données semi-quantitatives ne nous permettent pas d'établir une hiérarchisation précise des éléments de la Massane ; néanmoins, une idée peut être donnée de leur classement en tenant compte de la figure 4, et en ne distinguant que les taxons caractéristiques, avec leurs éléments associatifs et sporadiques.

Dans les quatre groupements, on peut retenir :

Groupes	Espèces caractéristiques	Espèces associées	Espèces sporadiques
1	<i>S. (S.) argyreatum</i>	<i>S. (S.) monticola</i> <i>S. (N.) cryophilum</i> <i>S. (Ob.) auricoma</i>	<i>S. (N.) verum</i>
2	<i>S. (S.) variegatum</i> <i>P. (P.) tomosvaryi</i>	<i>S. (N.) cryophilum</i> <i>S. (S.) argyreatum</i> <i>P. (P.) rufipes</i> <i>S. (E.) latizonum</i> <i>S. (Od.) ornatum</i>	<i>S. (S.) pictum</i> <i>S. (Od.) spinosum</i>
3	<i>S. (Od.) nitidifrons</i>	<i>P. (P.) tomosvaryi</i> <i>S. (T.) bezzii</i> <i>S. (Od.) ornatum</i> <i>S. (N.) angustitarse</i>	<i>S. (S.) verecundum</i>
4	<i>S. (T.) bezzii</i> <i>S. (E.) latinum</i>	<i>S. (Od.) ornatum</i>	<i>S. (W.) lineatum</i> <i>S. (W.) pseudoequinum</i>

Dans la zonation proposée par ILLIES et BOTOSANEANU (1963) et BOTOSANEANU (1979), la communauté de la zone 1 correspondrait au rhithron supérieur, celle des zones 2 et 3 au rhithron moyen et inférieur, et celle de la zone 4 au potamon.

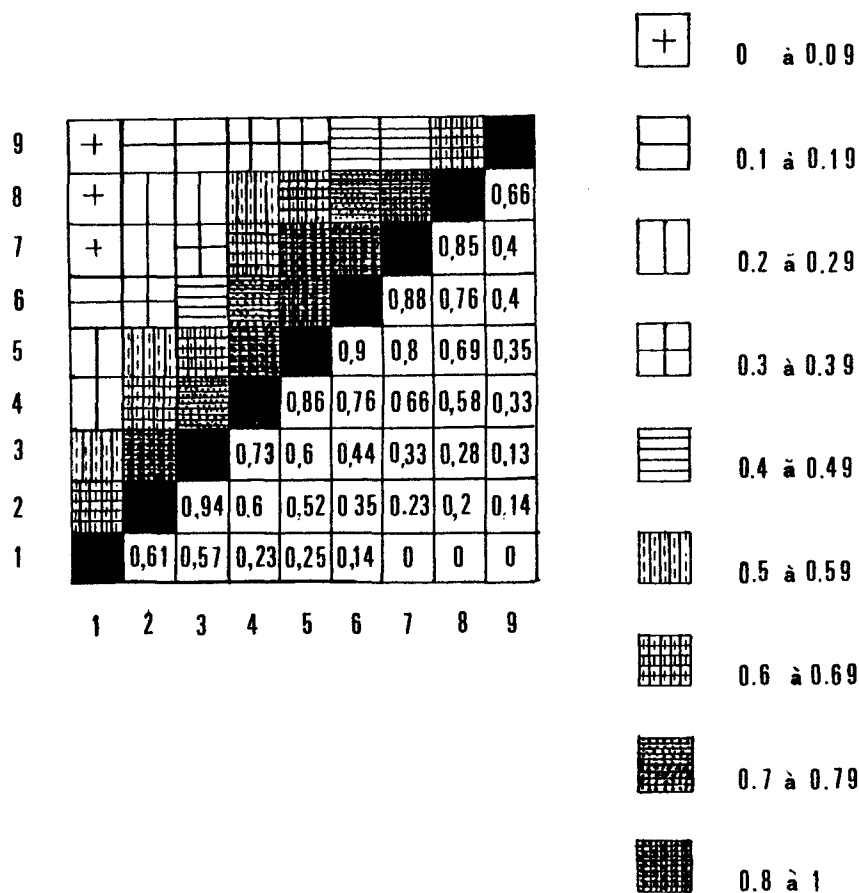


Fig. 5 - Affinités faunistiques des stations du cours d'eau. Indice de SØRENSEN.

V - CONSIDÉRATIONS BIOGÉOGRAPHIQUES

En comparant la distribution verticale des espèces présentes dans le cours d'eau avec celle de la faune simuliidienne d'autres vallées pyrénéennes, il est constaté :

- 1 - à altitude égale et indépendamment de leur abondance, une distribution presque identique des espèces caractéristiques du groupement 2 ;
- 2 - l'absence de l'espèce *P. (P.) hirtipes*, relativement bien représentée dans les massifs pyrénéens et remplacée ici par *P. (P.) tomosvaryi*, élément supportant des températures plus élevées ;
- 3 - l'absence de plusieurs espèces fréquentant les rivières pyrénéennes de piémont : les trois espèces du groupe *argenteostriatum*, et *S. (S.) reptans*, remplacée ici par *S. (S.) pictum* qui semble s'accommoder plus élevées.
- 4 - deux espèces de basse altitude se retrouvent constamment dans le potamon de nos rivières de plaine : *S. (W.) lineatum* et *S. (Od.) ornatum*.

Les éléments typiquement méditerranéens : *S. (E.) latizonum*, *S. (E.) latinum*, *S. (Od.) nitidifrons*, *S. (T.) bezzii*, *S. (W.) pseudequinum*, sont présents dans les petites rivières côtières du Midi de la France, telles que l'Argens (GIUDICELLI & al. 1980), ou certains ruisseaux permanents ou temporaires (BOUZIDI & al. 1984 ; LEGIER 1979). Ces mêmes espèces font constamment partie de la faune des rivières situées sur le pourtour méditerranéen. GIUDICELLI et DIA (1986), en étudiant deux rivières sur presque tout leur parcours, récoltent au Liban quatre des espèces citées dans ce travail, *S. (E.) latizonum*, *S. (Od.) ornatum*, *S. (T.) bezzii* et *S. (W.) pseudequinum*, à des altitudes comparables, et également supérieures (jusqu'à 1000 m) : il n'existe pas, dans ce pays, la fraîcheur altitudinale du massif des Albères.

De leur côté, RIVISECCHI et MANCINI (1983) ont étudié la rivière Tordino dans les Abruzzes (altitude de la source : 1000 m) sur la totalité de son cours. Les espèces orophiles, présentes dans les stations les plus élevées, sont remplacées progressivement entre 475 m et 250 m par *S. (Od.) ornatum* et *S. (E.) latinum*, espèces peuplant le pourtour méditerranéen.

En Tunisie, pays possédant peu de relief, la faune est représentée à plus de 90 % par les deux espèces méditerranéennes *S. (E.) latinum* et *S. (W.) pseudequinum* (BOUMAIZA et CLERGUE-GAZEAU 1986).

CONCLUSION

Dans sa partie amont (stations 1, 2 et 3), du fait de l'orientation de son cours et du fait de son altitude, la Massane traverse une zone de climat montagnard qui permet le maintien de la Hêtraie. Même en été, il règne dans le cours d'eau fraîcheur et faible luminosité ; d'où, chez les Simuliidae, la présence exclusive d'espèces orophiles, soit sténothermes d'eau froide, soit plus eurythermes de répartition altitudinale moins élevée.

Dans la partie aval (à partir de la station 4), la luminosité devient immédiatement très importante, les rives étant souvent dénudées par raréfaction de la végétation bordante ; de ce fait, et aussi à cause de la température élevée de l'air, l'eau subit une forte élévation de température, surtout durant les mois d'été. Les conséquences de ce brusque changement sur cette famille sont les suivantes :

- la disparition assez rapide, à la sortie de la zone abritée, des espèces sténothermes d'eau froide,
- le deuxième groupe (espèces orophiles plus eurythermes) devient important en moyenne vallée ; il occupe la partie lotique du cours d'eau, grâce à de fortes dénivellations qui maintiennent une bonne oxygénation et limitent plus ou moins l'élévation de température,
- commençant à apparaître vers 600 m, les espèces méditerranéennes peuplent rapidement la rivière dans ses faciès lentiques au début du cours moyen ; ensuite, elles occupent progressivement la moyenne et basse vallée.

La présence des mêmes taxons a été constatée dans les cours d'eau de faible altitude des régions avoisinantes. Sur le pourtour méditerranéen, il a été constaté une zonation comparable à

celle de la Massane (fleuve Tordino en Italie) : les éléments orophiles y sont remplacés progressivement par les espèces méditerranéennes le long du parcours. Si dans l'Ouest méditerranéen, ces dernières esquissent une légère remontée en altitude, il semble que dans l'Est, et dans les reliefs de la bordure sud (Maroc), la remontée soit bien plus importante à cause d'une température plus élevée.

D'un point de vue biologique, les espèces, surtout dans la partie aval (stations 4 à 9), raccourcissent leur cycle, qui se termine en mai ou juin pour la plupart d'entre elles. Dans les stations 1 à 3, le nombre de générations devrait être le même que dans les autres vallées pyrénéennes de même altitude. Par contre, à l'inverse de ce qui se passe dans le piémont de ces dernières, la température estivale trop élevée devrait être ici un facteur limitant en moyenne et basse vallée. On observe parfois, également, le remplacement d'espèces fréquentant les cours d'eau pyrénéens plus froids (*P. (P.) hirtipes* ...) par des espèces plus thermophiles (*P. (P.) tomosvaryi* ...).

La classification hydrobiologique des rivières européennes présentée dans la *Limnofauna Europaea* (ZWICK 1978) sépare en deux les réseaux hydrographiques pyrénéens : la zone 2 représente la faune des cours d'eau situés à une altitude supérieure à 1000 m, la zone 13 celle des rivières situées à une altitude inférieure. Par conséquent, la Massane doit logiquement être considérée comme appartenant à cette dernière zone. Cependant, il est à noter que les espèces orophiles de la Hêtraie, qui ont habituellement leur répartition altitudinale bien plus élevée, sont des éléments appartenant, la plupart du temps, à la zone 2. La limite entre ces deux zones serait donc située ici à une altitude nettement plus basse à la sortie de la Hêtraie. D'autre part, il est possible désormais de rattacher officiellement à la zone 13 les taxons suivants qui n'y figuraient pas jusqu'à maintenant, certains ayant déjà été signalés par les auteurs à cette altitude depuis la parution de la *Limnofauna* : *P. (P.) rufipes*, *S. (E.) latinum*, *S. (E.) latizonum*, *S. (Ob.) auricoma*, *S. (S.) variegatum*, *S. (S.) verecundum*, *S. (S.) pictum*, *S. (W.) pseudequinum*.

REMERCIEMENTS

Je remercie Monsieur le Professeur TRAVE, Directeur du Laboratoire Arago à Banyuls-sur-Mer, pour avoir facilité mon séjour au refuge de la Réserve de la Massane, et mon collègue, le Dr. Z. MOUBAYED, pour avoir aimablement mis à ma disposition les échantillons de *Simulies* capturées durant les mois de juin et juillet 1984.

BIBLIOGRAPHIE

- BOTOSANEANU L. (1979). Quinze années de recherches sur la zonation des cours d'eau : 1963-1978. (Revue commentée de la bibliographie et observations personnelles). *Bijdr. Dierk.*, 49, 1, 109-134.
- BOUMAIZA M. & CLERGUE-GAZEAU M. (1986). Le peuplement simuliidien de la Tunisie : I. Inventaire faunistique et biogéographie (Diptera Nematocera). *Annls Limnol.*, 22, 1, 31-39.
- BOUZIDI A., LEGIER P., CAZAUBON A. (1984). Les cours d'eau temporaires du massif des Maures : hydrologie, hydrochimie, communautés algales et animales. *Ecologia Medit.*, 10, 1-2, 94-119.
- CIANCHI R., RIVOSECCHI L., KUMLIEN S., CASOLINI P. & BULLINI L. (1986). Ricerche sul differenziamento genetico di popolazioni italiane del gruppo *reptans* (Diptera, Simuliidae). *Ann. Ist. Super. Sanità*, 22, 1, 365-368.
- CROSSKEY R.W. (1981). Simuliid taxonomy. The contemporary scene: 3-18. In : "*Blackflies, the future for biological methods in integrated control.*", Laird Ed. Academic Press. London. 399 p.
- DELAMARE-DEBOUTTEVILLE Cl., PETIT G. & TRAVE J. (1958). Introduction à l'étude de la réserve naturelle de la Massane. *Notes de Biologie catalane*, 1, 221-234.
- DOBY J.M. & DOBY-DUBOIS M. (1955). Compléments à la faune des Simuliidés des Pyrénées Orientales. Observations sur le cocon de *Simulium ornatum* Meigen 1818 et de sa variété *nitidifrons* Edw. 1920. *Vie et Milieu*, 4, 1, 123-129.

- DOBY J.M. & DEBLOCK S. (1955). A propos de *Simulium* (*Prosimulium*) *hirtipes* Fries 1824 : Observations morphologiques et biologiques. Stations nouvelles pour la variété *arvernense* Grenier 1947. *Annls Parasit. hum. et comp.*, 30, 3, 272-277.
- DORIER A. (1962-1963). Documents pour servir à la connaissance des Simuliidae du Sud-Est de la France. *Trav. Lab. Hydrob. Pisc. Grenoble*, 54-56, 7-79.
- DORIER A. & GRENIER P. (1960). Deux Simulies nouvelles pour la faune française (Diptera Simuliidae). *Annls Parasit. humaine et comparée*, 35, 1-2, 171-173.
- GIUDICELLI J. (1980). Les biocénoses zonales d'un réseau hydrographique. *Ann. Fac. Sci. Marseille*, 43 b, 107-125.
- GIUDICELLI J., DIA A. & LEGIER P. (1980). Etude hydrobiologique d'une rivière de la région méditerranéenne : l'Argens (Var, France). Habitats, hydrochimie, distribution de la faune benthique. *Bijdragen tot. de Dierkunde*, 50, 2, 303-341.
- GIUDICELLI J. & DIA A. (1986). Contribution to the knowledge of blackfly fauna (Diptera Simuliidae) of Lebanon, with description of a new species and ecological comments. *Aquatics Insects*, 8, 3, 123-139.
- GRENIER P. & BERTRAND H. (1950). Simuliidae de la région orientale des Pyrénées. Compléments à la description des différents stades de *S. auricoma* Mg. *Bull. Soc. Zool. France Paris*, 74, 294-299.
- GRENIER P. & BERTRAND H. (1951). Récoltes de Diptères Simuliidés et Blépharocéridés dans les Pyrénées. *Vie et Milieu*, 2, 488-500.
- ILLIES J. & BOTOSANEANU L. (1963). Problèmes et méthodes de la classification et de la zonation écologique des eaux courantes, considérées du point de vue faunistique. *Mitt. Soc. Int. Limnol.*, 12, 1-51.
- JARRY D. (1973a). Contribution à l'étude des Simulies du Languedoc-Roussillon. I. *Eusimulium latinum* Rubzov et son écologie. *Annls Parasitol. (Paris)*, 48, 4, 603-611.
- JARRY D. (1973b). Contribution à l'étude des Simulies du Languedoc-Roussillon. II. De quelques espèces des Pyrénées Orientales. *Annls Parasitol. (Paris)*, 48, 5, 703-712.
- JARRY D. (1975). Contribution à l'étude des Simulies du Languedoc-Roussillon. III. A propos de six espèces nouvelles pour les Pyrénées Orientales. *Vie et Milieu*, 25, 2, Série C, 249-258.
- LEGIER P. (1979). Ecologie des ruisseaux temporaires de Provence et les informations qu'elle apporte sur la naissance, la maturation et la structure d'un écosystème d'eau courante. Thèse doctorat d'Etat. Univ. Aix-Marseille III, 320 p.
- MOUBAYED Z. (1986). La rivière Massane (Pyrénées Orientales). Inventaire faunistique et recherches écologiques. IIème partie. Rapport. Université Pierre et Marie Curie (Paris VI). Réserve Naturelle Massane. 61 p.
- NICOLAU-GUILLAUMET P. (1959). Recherches faunistiques et écologiques sur la rivière "La Massane". *Vie et Milieu*, 10, 3, 217-266.
- RIVOSECCHI L. & MANCINI L. (1983). Contributo alla conoscenza dei Simulidi Italiani XXVI. Distribuzione e zonazione nel fiume Tordino. *Rivista Parassitol.*, 44, 3, 393-407.
- SØRENSEN T. (1948). A method of establishing groups of equal amplitude in plant sociology based on similarity of species content and its application to analyses of the vegetation on Danish commons. *Biol. Skr.*, 5, 1-34.
- ZWICK H. (1978). Simuliidae (Diptera). In J. Illies Ed. *Limnofauna Europaea*, 396-403. G. Fischer. Stuttgart.

Check-list of the bird species have been observed in Cyclades, Aegean-Greece, during 19th and 20th century.

STRAVOS N. MAGIORIS*

RESUME - Le but de cette recherche est d'enregistrer toutes les espèces d'oiseaux qui ont été observées dans les Cyclades, la mer Egée et la Grèce, depuis 1853 jusqu'en 1986. Il y a des informations sur la présence saisonnière et la distribution des oiseaux dans les différents types de biotopes. Il y a aussi des références quant aux observateurs, aux dates d'observation et aux îles où ces espèces d'oiseaux ont été enregistrées. En plus, ce travail comprend nos observations dans les îles Naxos, Paros, Syros et Santorini, au cours des trois dernières années (1984-1986).

MOTS-CLES : Oiseaux, présence saisonnière, nidification, distribution, Cyclades, mer Egée, Grèce, 19^e et 20^e siècle.

SUMMARY - The purpose of this paper is to list all the bird species which have been observed in Cyclades, Aegean, Greece from 1853-1986. It contains information about the observers, the time of their observations as well as the islands where the observations took place. There also our records in the islands of Naxos, Paros, Syros and Santorini during the last three years (1984-1986). Furthermore, it contains data about seasonal occurrence, breeding status and the distribution of the bird species in the particular types of habitat.

KEY-WORDS : Bird species seasonal occurrence, breeding status, distribution, Cyclades, Aegean, Greece, 19th and 20th century.

INTRODUCTION

The purpose of this project is to list all the bird species which have been observed in Cyclades, Aegean, Greece, from 1853-1986. There are three lists: the first one contains the bird species which were observed in Cyclades during 19th century only. The second contains the bird species which have been observed during 19th and 20th century from other observers. Finally, there is a list of 125 bird species which have been recorded by us during 1984, 1985, 1986, on the islands of Naxos, Paros, Syros and Santorini (Fig. A).

In these lists there are information about the islands where the observations took place, the name of the observers as well as the time of their observations. In the first list there are also information about seasonal occurrence according to Erhard (1858), Douglass (1892), Krüper (1863) and Reiser (1905); while in the last one there are data concerning the seasonal occurrence, the breeding status and the distribution of the bird species in the particular types of habitat. We must also say that all the scientific names of the bird species of the 19th century we endeavour to refer according to the present data.

RESULTS AND DISCUSSION

1 - Seasonal occurrence - Breeding status

We visited the island of Naxos from february 1984 - December 1985 on a monthly basis for 4-7 days at the time as well as on March, April and June 1986. We also visited the island of Santorini, July 5-8, 1985. The island of Paros, August 16-17, 1985 and April 15-17, 1986 and finally the island of

*Sect. of Ecology and Taxonomy, Dept. of Biology, Univ. of ATHENS, 157 71-Athens, Greece.

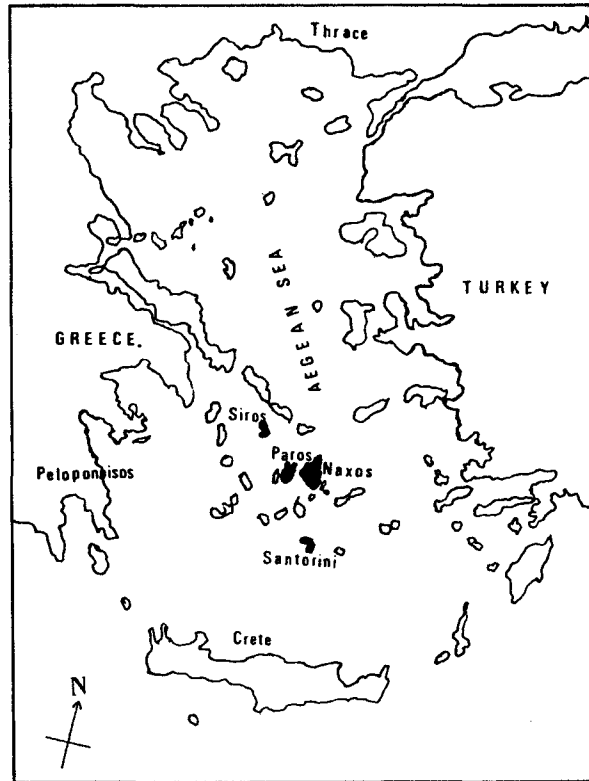


Fig. A CYCLADES - GREECE.

Syros, december 11-12, 1985.

Since 1853 they have been recorded in Cyclades 270 bird species from which 57 were seen only during 19th century (see list I). 88 bird species have been recorded from other observers during 19th and 20th century (see list II). Furthermore, from the 125 bird species of the third list, for the first time eight species are observed in Cyclades (n° 12, 13, 39, 73, 78, 84, 110, 123) and four species (n° 26, 35, 36, 71) which had seen only by Erhard (1958).

According to our observations : 42 bird species breed on the islands of Cyclades. From these, 21 bird species are residents (R), which occur all the year round and 21 bird species are summer visitors (S), which come during spring migration and stay on the islands for breeding.

Fortyone bird species have been observed during spring migration to pass over the islands going N. or NE. From those 15 bird species have been also observed during the autumn migration, while 2 species have been seen only during the fall passage. In other words, 15 bird species are spring and autumn migrants (Msa), 26 bird species are spring migrants only (Ms) and 2 bird species are only autumn migrants (Ma)+

During the Winter period, 25 bird species have been recorded on the islands except for the residents. From those, 20 bird species are winter visitors (W) and stay there the entire winter, while the rest are passage winter visitors (P), which have been observed under special climatic conditions i.e. in low temperatures and high precipitation.

Finally, there are 15 bird species whose insufficient data cannot be classified in any of the above categories.

+ More on that in my work "Migration over the central Aegean-Cyclades-Greece". University of Athens, Dept. of Biology, Section of Ecology and Taxonomy. July 1986 : Forthcoming in ringing and migration ; june 1987.

2 - Site description - Distribution

There are five particular types of habitat that we encountered:

A : Areas around human habitation with gardens, cultivated fields, orchards, hedges etc... as well as semi abandoned fields with or without olive trees usually near the first ones.

B : Sandy beaches as well as rocky or earty coasts.

C : Temporary streams and still waters at their estuaries with reeds and other hydrophilous plants.

D : Plain territories with low phrygana and mesic macchia with olive groves between them from place to place. Far from human habitation.

E : Hilly and montainous areas with low phrygana and mesic or high macchia. Far from human habitation.

Concerning the distribution of the above bird species in these particular types of habitat we can argue that : the most rich habitat in both bird species and populations is the A, with 61 % in relation to the number of 118 bird species of the third list. (birds were observed only in flight are not estimated). The poorest habitat in bird species is the C, with 19,5 % while the B, D, and E habitats are with 24,6 %, 40 % and 29,6 % respectively.

I - List of the species were observed in Cyclades (Mediterranean-Aegean) during 19th century

Abbreviations

Douglass G.N. (1892)	D.	Krüper Th. (1863)	Kr.
Erhard Dr. (1858)	E.	Reiser O. (1905)	R.
Breeding bird (acc. to Krüper)	(Br)	Resident (acc. to Erhard)	(R)
Doubtful. breed. bird (acc. to Krüper) (Br?)		Summer visitor (acc. to Erhard)	(S)
Migrant (acc. to Erhard)	(M)	Winter visitor (acc. to Erhard)	(W)

1 - Slavonian grebe (<i>Podiceps auritus</i>)	E. (W)
2 - Gannet (<i>Sula bassana</i>)	E. (W)
3 - White pelican (<i>Pelecanus onocrotalus</i>)	E. (W) on Syros.
4 - Cattle egret (<i>Bubulcus ibis</i>)	E. (S)
5 - White stork (<i>Ciconia ciconia</i>)	E. (M)
6 - Spoonbill (<i>Platalea leucorodia</i>)	E. (M)
7 - Whooper swan (<i>Cygnus cygnus</i>)	E. (M)
8 - Bean goose (<i>Anser fabalis</i>)	E. (M)
9 - Greylag goose (<i>Anser anser</i>)	E. (M)
10 - Ruddy shelduck (<i>Tadorna ferruginea</i>)	E. (W)
11 - Red-crested pochard (<i>Nettion rufina</i>)	E. (M)
12 - Tufted duck (<i>Aythya fuligula</i>)	E. (W)
13 - Velvet scoter (<i>Melanitta fusca</i>)	E. (W)
14 - Egyptian vulture (<i>Neophron percnopterus</i>)	E. (R) Kr. (Br?) on Naxos.
15 - Black vulture (<i>Aegypius monachus</i>)	E. (S)
16 - Rough-legged buzzard (<i>Buteo lagopus</i>)	E. (W)
17 - Levant sparrowhawk (<i>Accipiter brevipes</i>)	D. on Santorini.
18 - Goshawk (<i>Accipiter gentilis</i>)	E. (W)
19 - White-tailed eagle (<i>Haliaeetus albicilla</i>)	Kr. (Br?) R. on Naxos.
20 - Black kite (<i>Milvus migrans</i>)	E. (R)
21 - Black-winged kite (<i>Elanus coeruleus</i>)	E. (M)
22 - Osprey (<i>Pandion haliaetus</i>)	E. (W)
23 - Demoiselle grane (<i>Anthropoides virgo</i>)	E. (S)
24 - Water rail (<i>Rallus aquaticus</i>)	E. (W,M)
25 - Great bustard (<i>Otis tarda</i>)	E. (W) on Syros, Delos and Mykonos.
26 - Oyster catcher (<i>Haematopus ostralegus</i>)	E. (M)
27 - Spur-winged plover (<i>Vanellus spinosus</i>)	R. on Milos.
28 - Whimbrel (<i>Numenius phaeopus</i>)	E. (W)
29 - Purple sandpiper (<i>Calidris maritima</i>)	D. on Santorini.
30 - Great black-backed gull (<i>Larus marinus</i>)	E. (W)
31 - Lesser black-backed gull (<i>Larus fuscus</i>)	E. (W), R. on Naxos.
32 - Slender billed gull (<i>Larus genei</i>)	E. (W)
33 - Black tern (<i>Chlidonias niger</i>)	E. (R) on Syros, Mykonos.
34 - Caspian tern (<i>Sterna caspia</i>)	E. (R)
35 - Wood pigeon (<i>Columba palumbus</i>)	E. (M)
36 - Eagle owl (<i>Bubo bubo</i>)	E. (M)
37 - Long-eared owl (<i>Asio otus</i>) ⁺	E. (W)
38 - Pied kingfisher (<i>Ceryle rudis</i>)	E. (S)
39 - Blue-cheeked bee-eater (<i>Merops superciliosus</i>)	E. (S)
40 - Calandra lark (<i>Melanocorypha calandra</i>) ⁺	E. (S)
41 - Desert lark (<i>Ammomanes deserti</i>)	E. (S)

42 - Hoopoe lark (<i>Alaemon alaudipes</i>)	E. (S)
43 - Great-grey shrike (<i>Lanius excubitor</i>)	E. (M)
44 - Dipper (<i>Cinclus cinclus</i>)	E. (R)
45 - Cetti's warbler (<i>Cettia cetti</i>)	E. (R)
46 - Spectacled warbler (<i>Sylvia conspicillata</i>)	E. (S)
47 - Black wheatear (<i>Oenanthe leucura</i>)	E. (S)
48 - Rock thrush (<i>Monticola saxatilis</i>)	D. on Santorini.
49 - Common bulbul (<i>Pycnonotus barbatus</i>)	Kr. (Br), R. on Naxos.
50 - Redpoll (<i>Acanthis flammea</i>)	E. (W)
51 - Parrot crossbill (<i>Loxia pytyopsittacus</i>)	E. (W) on Syros.
52 - Crossbill (<i>Loxia curvirostra</i>)	E. (W) on Syros.
53 - Hawfinch (<i>Coccothraustes coccothraustes</i>)**	E. (W)
54 - Bullfinch (<i>Pyrrhula pyrrhula</i>)	E. (W)
55 - Trumpeter bullfinch (<i>Rhodopechys githaginea</i>)	Herbst (1868) on Milos, acc. to Bauer.
56 - Rose-coloured starling (<i>Sturnus roseus</i>)***	E. (S)
57 - Magpie (<i>Pica pica</i>)	E. (R)

+ According to Mr John Bardanis, who is responsible for the protection of fauna and flora of the village Apiranthos and Moutsouna (Naxos), one pair of Long-eared owl nesting near Kanaki area during may 1986. I could not see it but I found his pellet. He also saw one indiv. of Calandra lark on 31/3/86 near Apiranthos.

** According to my information one indiv. of this species have been caught on Naxos during the winter of 1983. However, during the next three years, where my research, I did not see or ear it.

*** Mr Peter Chatzipetros (a hunter from Moutsouna) told me that he killed about ten indiv. of this species in late may-early june 1984, 1985.

II - List of the 88 bird species have been record in Cyclades during 19th and 20th century and have not been observed by us

Abbreviations

Bird C.G. (1935)	B.	Univ. of Lund, Sweden (1984)	S.
Catsadorakis F. (1984)	C.	Vaughan R. (1960)	V.
Dragoumis F. (1982)	Dr.	Britton (1961, '66), acc. to Bauer	Br.
Malakou M. (1982)	M.	Flach (1956), acc. to Bauer	Fl.
Stenhouse J.H. (1920)	St.	Iles (1966), acc. to Bauer	I.
Watson G.E. (1961a, 1964)	W.	Nisbet I.C.T. (1960, '66), acc. to Bauer	N.
Wettstein O. (1938)	Wet.	Roux (?), acc. to Bauer	Rx.
Willi C. & Broggi M. (1984)	W&B.	Schindler (1965, '66), acc. to Bauer	Sch.

The names of Erhard, Douglass, Krüper, Reiser, as well as the status of each bird species according to Erhard and Krüper like in the previous list.

1 - Little grebe (<i>Podiceps ruficollis</i>)	B., W&B. on Milos, Naxos.
2 - Black-necked grebe (<i>Podiceps nigricollis</i>)	S. on Naxos.
3 - Storm petrel (<i>Hydrobates pelagicus</i>)	W., N., Fl. on Paros, Santorini.
4 - Cory's shearwater (<i>Calonectris diomedea</i>)	E., (R), Kr. (Br), D., R., B., Fl., M., Dr. on Paros, Naxos, Sifnos, Santorini, Makaries.
5 - Cormorant (<i>Phalacrocorax carbo</i>)	E. (R), N., Sch. on Delos, Paros.
6 - Great white egret (<i>Egretta alba</i>)	E. (M), B. on Naxos.
7 - Squacco heron (<i>Ardeola ralloides</i>)	E. (M), R., C., Dr., W&B. on Sifnos, Naxos.
8 - Night heron (<i>Nycticorax nycticorax</i>)	E. (M), R., Dr., W&B. on Sifnos, Naxos.
9 - Little bittern (<i>Ixobrychus minutus</i>)	E. (M), B., Dr., W&B. on Andros, Sifnos, Naxos.
10 - Bittern (<i>Botaurus stellaris</i>)	E. (M), R., W&B. on Naxos.
11 - Black stork (<i>Ciconia nigra</i>)	E. (M), Fl. on Santorini.
12 - Wigeon (<i>Anas penelope</i>)	E. (W), B. on Syros.
13 - Teal (<i>Anas crecca</i>)	E. (W), B. on Syros.
14 - Pintail (<i>Anas acuta</i>)	E. (M), S. on Naxos.
15 - Garganey (<i>Anas querquedula</i>)	E. (W), S., W&B. on Naxos.
16 - Shoveler (<i>Anas clypeata</i>)	E. (M), S. on Naxos.
17 - Marbled duck (<i>Marmaronetta angustirostris</i>)	W&B. on Naxos.
18 - Goldeneye (<i>Bucephala clangula</i>)	E. (W), S. on Naxos.
19 - Red-breasted merganser (<i>Mergus serrator</i>)	B. (at sea several times).
20 - Golden eagle (<i>Aquila chrysaetos</i>)	E. (R), Kr. (Br?), R., Sch. on Naxos, Delos.
21 - Booted eagle (<i>Hieraaetus pennatus</i>)	E. (W), W&B. on Naxos.
22 - Red kite (<i>Milvus milvus</i>)	E. (M), M. on Naxos.
23 - Hen harrier (<i>Circus cyaneus</i>)	E. (W), S. on Naxos.
24 - Pallid harrier (<i>Circus macrourus</i>)	E. (W), B. on Naxos, Milos.
25 - Montagu's harrier (<i>Circus pygargus</i>)	E. (W), D., W&B. on Naxos, Santorini.
26 - Hobby (<i>Falco subbuteo</i>)	E. (R), Dr., W&B. on Sifnos, Naxos.
27 - Saker (<i>Falco cherrug</i>)	B. on Mykonos.

- 28 - Merlin (*Falco columbarius*)
 29 - Lesser kestrel (*Falco naumanni*)
 30 - Quail (*Coturnix coturnix*)
 31 - Pheasant (*Phasianus colchicus*)
 32 - Baille's crake (*Porzana pusilla*)
 33 - Little crake (*Porzana parva*)
 34 - Coot (*Fulica atra*)
 35 - Kentish plover (*Charadrius alexandrinus*)
 36 - Golden plover (*Pluvialis apricaria*)
 37 - Jack snipe (*Limnospiza minima*)
 38 - Curlew (*Numenius arquata*)
 39 - Black-tailed godwit (*Limosa limosa*)
 40 - Bar-tailed godwit (*Limosa lapponica*)
 41 - Spotted redshank (*Tringa erythropus*)
 42 - Greenshank (*Tringa nebularia*)
 43 - Wood sandpiper (*Tringa glareola*)
 44 - Marsh sandpiper (*Tringa stagnatilis*)
 45 - Little stint (*Calidris minuta*)
 46 - Dunlin (*Calidris alpina*)
 47 - Sanderling (*Calidris alba*)
 48 - Ruff (*Philomachus pugnax*)
 49 - Avocet (*Recurvirostra avosetta*)
 50 - Stone curlew (*Burhinus oedicnemus*)
 51 - Black-winged pratincole (*Glareola nordmanni*)
 52 - Common gull (*Larus canus*)
 53 - Audouin's gull (*Larus audouinii*)
 54 - Black-headed gull (*Larus ridibundus*)
 55 - Little gull (*Larus minutus*)
 56 - Great black-headed gull (*Larus ichthyaeus*)
 57 - White-winged black tern (*Chlidonias leucopterus*)
 58 - Gull-billed tern (*Gelochelidon nilotica*)
 59 - Common tern (*Sterna hirundo*)
 60 - Little tern (*Sterna albifrons*)
 61 - Short-eared owl (*Asio flammeus*)
 62 - Wryneck (*Jynx torquilla*)
 63 - Pallid swift (*Apus pallidus*)
 64 - Grag martin (*Ptyonoprogne rupestris*)
 65 - Red-rumped swallow (*Hirundo daurica*)
 66 - Richard's pipit (*Anthus novaeseelandiae*)
 67 - Masked shrike (*Lanius nubicus*)
 68 - Siberian accentor (*Prunella montanella*)
 69 - Fan-tailed warbler (*Cisticola juncidis*)
 70 - Aquatic warbler (*Acrocephalus paludicola*)
 71 - Reed warbler (*Acrocephalus spiraceus*)
 72 - Olive tree warbler (*Hippolais olivetorum*)
 73 - Lesser whitethroat (*Sylvia curruca*)
 74 - Dartford warbler (*Sylvia undata*)
 75 - Willow warbler (*Phylloscopus trochilus*)
 76 - Bonelli's warbler (*Phylloscopus bonelli*)
 77 - Goldcrest (*Regulus regulus*)
 78 - Pied flycatcher (*Ficedula hypoleuca*)
 79 - Redstart (*Phoenicurus phoenicurus*)
 80 - Thrush nightingale (*Luscinia luscinia*)
 81 - Bluethroat (*Luscinia svecica*)
 82 - Rufous warbler (*Cercotrichas galactodes*)
 83 - Fieldfare (*Turdus pilaris*)
 84 - Dusky thrush (*Turdus naumanni eunomus*)
 85 - Penduline tit (*Remiz pendulinus*)
 86 - Blue tit (*Parus coeruleus*)
 87 - Rock bunting (*Emberiza cia*)
 88 - Jackdaw (*Corvus monedula*)
- B. on Andros.
 E. (S), Kr. (Br), D., Dr., Br., W&B. on Syros, Mykonos, Naxos, Ios, Santorini.
 E. (W), B., Dr. on Syros, Sifnos.
 E. (W), W&B. on Syros, Naxos.
 E. (R), W&B. on Naxos.
 V., Dr. on Paros, Sifnos.
 E. (W), M., W&B. on Naxos.
 B., W&B. on Naxos.
 E. (M), B. on Naxos.
 E. (M), Dr. on Sifnos.
 E. (W), B., S. on Naxos.
 S. on Naxos.
 B. on Naxos.
 S. on Naxos.
 E. (M), B., C., W&B. on Naxos, Milos.
 E. (W), R., C., Dr. on Sifnos, Naxos.
 E. (M), W&B. on Naxos.
 E. (M), B., C., W&B. on Naxos, Milos.
 E. (M), B. on Naxos, Milos.
 R., B., Dr. on Sifnos, Milos, Naxos.
 E. (M), W&B. on Naxos.
 E. (M), S. on Naxos.
 E. (W), B., M., C. on Naxos, Milos.
 N. on Paros.
 E. (W), Sch. on Syros.
 E. (W), Sch.
 E. (W), W&B. on Naxos.
 Sch. on Naxos, Mykonos.
 Fl. on Santorini.
 Dr., W&B. on Sifnos, Naxos.
 W&B. on Naxos.
 E. (M), R., S., W&B. on Naxos, Syros.
 E. (M), W&B. on Naxos.
 E. (W), B. on Naxos.
 E. (W), D., B., on Mykonos, Santorini.
 W., Br., S. on Naxos, Santorini.
 E. (R), Wet., W., C. on Andros, Naxos, Antimilos.
 C., W&B. on Naxos.
 E. (S), W., N., M. on Paros, Naxos.
 N. on Paros.
 Sch. on Tinos.
 E. (R), W&B. on Naxos.
 E. (R), M. on Naxos.
 E. (R), M., W&B. on Naxos.
 E. (S), Kr. (Br), R., W., M. on Naxos.
 E. (M), B., S. on Naxos, Mykonos.
 B. on Andros.
 E. (R), B., M. on Andros, Naxos, Milos, Mykonos.
 E. (R), N., Dr., W&B. on Naxos, Paros, Sifnos.
 B. on Kythnos.
 E. (M), N., M., C., S., W&B. on Naxos, Paros.
 B., S. on Andros, Mykonos, Naxos.
 E. (M), N. on Paros.
 E. (M), N. on Paros.
 W&B. on Naxos.
 E. (W), R., St. on Milos, Paros.
 N. on Paros.
 B. on Naxos.
 Kr. (Br), R., B., Wet., N., Rx., M. on Andros, Mykonos, Paros, Naxos, Kythnos, Kea.
 E. (W), B., Sch., W&B. on Tinos, Kea, Naxos.
 E. (R), R., B. on Tinos, Kea.

III - List of the bird species have been recorded by us during 1984, 1985, 1986, on the islands of
Naxos, Paros, Syros and Santorini (Cyclades).

Abbreviations

For seasonal occurrence :	(R) : Resident, present all year round.
(W) ; Winter visitor,	(S) : Summer visitor.
(Msa): Spring and autumn migrant.	(Ms): Spring migrant.
(Ma) : Autumn migrant.	(P) : Passage winter visitor (jan., febr., march).
(F) ; Birds only observed in flight.	(I) : Insufficient data : cannot be classified.
Particular types of habitat : A, B, C, D, E.	

Bird species	Season	Habitat	Island
1 - Manx shearwater (<i>Puffinus puffinus</i>)	(I)	F.	Paros.
2 - Shag (<i>Phalacrocorax aristotelis</i>)	(R)	B.	Naxos, Paros.
3 - Pygmy cormorant (<i>Phalacrocorax pygmeus</i>)	(Ms)	B.	Naxos.
4 - Grey heron (<i>Ardea cinerea</i>)	(Ms)	A, B.	"
5 - Purple heron (<i>Ardea purpurea</i>)	(Ms)	B.	"
6 - Little egret (<i>Egretta garzetta</i>)	(Ms)	B, C.	"
7 - Glossy ibis (<i>Plegadis falcinellus</i>)	(Ms)	C.	"
8 - Mallard (<i>Anas platyrhynchos</i>)	(P)	A, B.	"
9 - Griffon vulture (<i>Gyps fulvus</i>)	(R)	D, E.	"
10 - Bonelli's eagle (<i>Hieraetus fasciatus</i>)	(R)	E.	"
11 - Buzzard (<i>Buteo buteo</i>)	(R)	D, E.	"
12 - Long-legged buzzard (<i>Buteo rufinus</i>)	(I)	E.	"
13 - Short-toed eagle (<i>Circus gallicus</i>)	(I)	F.	"
14 - Sparrowhawk (<i>Accipiter nisus</i>)	(I)	F.	"
15 - Marsh harrier (<i>Circus aeruginosus</i>)	(Ms)	D.	"
16 - Peregrin falcon (<i>Falco peregrinus</i>)	(R)	A, D, E.	Naxos, Santorini.
17 - Eleonora's falcon (<i>Falco eleonora</i>)	(S)	A, D, E.	Naxos.
18 - Red-footed falcon (<i>Falco vespertinus</i>)	(Ms)	A.	Naxos, Paros.
19 - Kestrel (<i>Falco tinnunculus</i>)	(R)	A, D, E.	Naxos, Paros, Santorini.
20 - Chucar (<i>Alectoris chucar</i>)	(R)	D, E.	Naxos.
21 - Crane (<i>Grus grus</i>)	(Ms)	F.	"
22 - Moorhen (<i>Gallinula chloropus</i>)	(Ms)	B.	"
23 - Lapwing (<i>Vanellus vanellus</i>)	(P)	A, B.	"
24 - Ringed plover (<i>Charadrius hiaticula</i>)	(Ms)	B.	"
25 - Little ringed plover (<i>Charadrius dubius</i>)	(Ms)	B.	"
26 - Snipe (<i>Gallinago gallinago</i>)	(W)	D, E.	"
27 - Great snipe (<i>Gallinago media</i>)	(W)	D, E.	"
28 - Woodcock (<i>Scolopax rusticola</i>)	(P)	E.	"
29 - Redshank (<i>Tringa totanus</i>)	(Ms)	B, C.	"
30 - Green sandpiper (<i>Tringa ochropus</i>)	(Ms)	B.	"
31 - Common sandpiper (<i>Actitis hypoleucos</i>)	(Ms)	B, C.	"
32 - Black-winged stilt (<i>Himantopus himantopus</i>)	(Ms)	B.	"
33 - Collared pranticole (<i>Glareola pranticola</i>)	(Ms)	B.	"
34 - Herring gull (<i>Larus argentatus</i>)	(R)	B.	In all the islands.
35 - Kittiwake (<i>Rissa tridactyla</i>)	(I)	B.	Naxos.
36 - Stock dove (<i>Columba oenas</i>)	(I)	F.	"
37 - Rock dove (<i>Columba livia</i>)	(S)	F.	"
38 - Turtle dove (<i>Streptopelia turtur</i>)	(S)	A, C.	Naxos, Paros.
39 - Collared dove (<i>Streptopelia decaocto</i>)	(W)	A.	Naxos.
40 - Cuckoo (<i>Cuculus canarus</i>)	(Msa)	E.	"
41 - Scops owl (<i>Otus scops</i>)	(R)	A.	"
42 - Little owl (<i>Athene noctua</i>)	(R)	A.	Naxos, Syros.
43 - Nightjar (<i>Caprimulgus europaeus</i>)	(Msa)	A.	Naxos.
44 - Swift (<i>Apus apus</i>)	(S)	A, E.	Naxos, Paros.
45 - Alpine swift (<i>Apus melba</i>)	(Ms)	F.	Naxos.
46 - Kingfisher (<i>Alcedo atthis</i>)	(Msa)	B.	"
47 - Bee-eater (<i>Merops apiaster</i>)	(Msa)	E.	"
48 - Roller (<i>Coracias garrulus</i>)	(Msa)	D.	"
49 - Hoopoe (<i>Upupa epops</i>)	(Msa)	A, B, D.	"
50 - Short-toed lark (<i>Calandrella brachydactyla</i>)	(Ms)	A.	"
51 - Wood lark (<i>Lullula arborea</i>)	(I)	B, E.	"
52 - Grested lark (<i>Galerida cristata</i>)	(R)	A, B, C, D, E.	Naxos, Paros, Syros, Santorini.
53 - Sky lark (<i>Alauda arvensis</i>)	(Msa)	A.	Naxos.
54 - Sand martin (<i>Riparia riparia</i>)	(S)	A, C.	"
55 - Swallow (<i>Hirundo rustica</i>)	(S)	A.	Naxos, Paros.
56 - House martin (<i>Delichon urbica</i>)	(S)	A.	"
57 - Blue-headed wagtail (<i>Motacilla f. flava</i>)	(Msa)	A, C.	Naxos.
58 - Black-headed wagtail (<i>Motacilla f. feldegg</i>)	(Msa)	A, C.	"
59 - Grey wagtail (<i>Motacilla cinerea</i>)	(W)	A.	"
60 - White wagtail (<i>Motacilla alba</i>)	(R)	A, B.	Naxos, Syros.
61 - Tawny pipit (<i>Anthus campestris</i>)	(I)	A.	Naxos.
62 - Tree pipit (<i>Anthus trivialis</i>)	(S)	A, D.	Naxos, Paros.
63 - Meadow pipit (<i>Anthus pratensis</i>)	(W)	A, D.	Naxos, Syros.
64 - Red throated pipit (<i>Anthus cervinus</i>)	(Ms)	A, C.	Naxos.
65 - Red-backed shrike (<i>Lanius collurio</i>)	(Ma)	A, C, D, E.	"
66 - Lesser grey shrike (<i>Lanius minor</i>)	(Ma)	A.	"
67 - Woodchat shrike (<i>Lanius senator</i>)	(S)	A, D.	Naxos, Paros.
68 - Wren (<i>Troglodytes troglodytes</i>) ⁺	(I)	A.	Naxos.
69 - Dunnock (<i>Prunella modularis</i>)	(W)	A.	"
70 - Grasshopper warbler (<i>Locustella naevia</i>)	(Msa)	C.	"
71 - Sedge warbler (<i>Acrocephalus schoenobaenus</i>)	(Msa)	C.	"
72 - Great reed warbler (<i>Acrocephalus arundinaceus</i>)	(Msa)	C.	"

⁺ In spite of our observations we could not determine the status of this species. During March and April 1984 we saw this bird in many places of Naxos island, but we did not see it any other month. According to J. Bardanis it was observed in late February-early March on Zeus mountain. According to Erhard, Wren is a resident in Cyclades, while according to Krüper it was a doubtful breeding bird on Naxos island.

73 - Olivaceous warbler (<i>Hippolais pallida</i>)	(S)	A.	Naxos.
74 - Icterine warbler (<i>Hippolais icterina</i>)	(I)	A, C.	"
75 - Garden warbler (<i>Sylvia borin</i>)	(S)	A.	"
76 - Blackcap (<i>Sylvia atricapilla</i>)	(W)	A, D.	"
77 - Whitethroat (<i>Sylvia communis</i>)	(S)	A, D.	Naxos, Paros.
78 - Marmora's warbler (<i>Sylvia sarda</i>)	(S)	D.	Naxos.
79 - Subalpine warbler (<i>Sylvia cantillans</i>)	(Ms)	D.	"
80 - Rüppel's warbler (<i>Sylvia rupelli</i>)	(S)	A, D.	"
81 - Sardinian warbler (<i>Sylvia melanocephala</i>)	(R)	A, C, D, E.	Naxos, Paros, Syros.
82 - Orphean warbler (<i>Sylvia hortensis</i>)	(S)	D, E.	Naxos, Paros.
83 - Chiffchaff (<i>Phylloscopus collybita</i>)	(W)	A, D.	Naxos, Syros.
84 - Wood warbler (<i>Phylloscopus sibilatrix</i>)	(I)	E.	Paros.
85 - Firecrest (<i>Regulus ignicapillus</i>)	(W)	E.	Naxos.
86 - Spotted flycatcher (<i>Muscicapa striata</i>)	(Msa)	A, C.	"
87 - Collared flycatcher (<i>Ficedula albicollis</i>)	(Ms)	A, C, D.	"
88 - Red-breasted flycatcher (<i>Ficedula parva</i>) ⁺	(S)	D.	"
89 - Stonechat (<i>Saxicola torquata</i>)	(W)	A.	"
90 - Winchat (<i>Saxicola rubetra</i>)	(Ms)	A.	"
91 - Black redstart (<i>Phoenicurus ochruros</i>)	(W)	A, B, D.	Naxos, Syros.
92 - Nightingale (<i>Luscinia megarhynchos</i>) ⁺⁺	(Ms)	C, D.	Naxos.
93 - Robin (<i>Erythacus rubecula</i>)	(W)	A, C, D, E.	Naxos, Syros.
94 - Isabelline wheatear (<i>Oenanthe isabellina</i>)	(Msa)	A, B.	Naxos.
95 - Wheatear (<i>Oenanthe oenanthe</i>)	(S)	A, D.	"
96 - Pied wheatear (<i>Oenanthe pleschanka</i>)	(Ms)	A, C.	"
97 - Black-eared wheatear (<i>Oenanthe hispanica</i>)	(S)	A, D, E.	Naxos, Paros.
98 - Blue rock (<i>Monticola solitarius</i>)	(R)	A, D.	Naxos, Santorini.
99 - Mistle thrush (<i>Turdus viscivorus</i>)	(W)	D, E.	Naxos.
100 - Song thrush (<i>Turdus philomelos</i>)	(W)	D, E.	"
101 - Redwing (<i>Turdus iliacus</i>)	(W)	D, E.	"
102 - Blackbird (<i>Turdus merula</i>)	(W)	C, D, E.	Naxos, Syros.
103 - Ring ouzel (<i>Turdus torquatus</i>) ⁺	(I)	E.	Paros.
104 - Great tit (<i>Parus major</i>)	(R)	A, D.	Naxos.
105 - Coal tit (<i>Parus ater</i>)	(Ms)	D, E.	"
106 - Corn bunting (<i>Miliaria calandra</i>)	(W)	A.	Naxos, Paros, Syros.
107 - Cirl bunting (<i>Emberiza cirlus</i>)	(R)	A, D, E.	Naxos, Paros.
108 - Ortolan bunting (<i>Emberiza hortulana</i>)	(S)	A.	Naxos.
109 - Cretzschmar's bunting (<i>Emberiza caesia</i>)	(S)	A, D.	Naxos, Paros.
110 - Reed bunting (<i>Emberiza schoeniclus</i>) ⁺⁺⁺	(I)	A.	Naxos.
111 - Black-headed bunting (<i>Emberiza melanocephala</i>)	(S)	A, C, D, E.	"
112 - Chaffinch (<i>Fringilla coelebs</i>)	(W)	A, B, D, E.	Naxos, Paros, Syros, Santorini.
113 - Serin (<i>Serinus serinus</i>)	(W)	A.	Naxos.
114 - Goldfinch (<i>Carduelis carduelis</i>)	(R)	A, C, E.	Naxos, Paros, Syros.
115 - Greenfinch (<i>Carduelis chloris</i>)	(S)	A, D.	Naxos.
116 - Linnet (<i>Carduelis cannabina</i>)	(W)	A, D.	Naxos, Paros, Syros.
117 - Rock sparrow (<i>Petronia petronia</i>)	(P)	A, B.	Naxos.
118 - House sparrow (<i>Passer domesticus</i>)	(R)	A, B.	In all the islands.
119 - Spanish sparrow (<i>Passer hispaniolensis</i>)	(Ms)	A.	Naxos.
120 - Tree sparrow (<i>Passer montanus</i>)	(I)	A.	"
121 - Starling (<i>Sturnus vulgaris</i>)	(P)	A, B.	"
122 - Golden oriole (<i>Oriolus oriolus</i>)	(Msa)	A, D, E.	"
123 - Rook (<i>Corvus frugilegus</i>)	(I)	A.	"
124 - Hooded crow (<i>Corvus cor. cornix</i>)	(R)	A, B, C, D, E.	In all the islands.
125 - Raven (<i>Corvus corax</i>)	(R)	D, E.	Naxos, Paros, Santorini.

(Many of these bird species have been also recorded from other observers whom we refer in the previous two lists).

+ According to Bauer (1969), Nach Vaurie had observed Ring ouzel in Cyclades during 1959 and Iles had observed Red-breasted flycatcher on Serifos during 1966. These are the only two records which exist except of ours on Naxos island.

++ This species is a spring migrant in Cyclades and may be a breeding bird on Andros island according to Watson (1964). During my last visit on Naxos (june 7-14, 1986), there are some individuals in a ravine near Apiranthos, but we must say that all the migrants were very late this year.

+++ On february 21-23, 1985, it was appeared a flock of 6 indiv. near Moutsouna (Naxos) after snowing.

References

- BAUER W., HELVERSEN O., HODGE M., MARTENS J. (1969). Catalogus Faunae Graeciae. Pars II Aves. Ed. Prof. A. Kanellis, Thessaloniki, Greece.
- BIRD C.G. (1935) A visit to the cyclades. *Ibis*, 77, 336-355.
- CATSADORAKIS G. (1983). Some data on the Avifauna of Naxos island and the migration over the Aegean.

Rapp. Comm. int. Mer Médit., 28, 8.

- DRAGOUMIS F. (1984). Birds' observations on the island of Sifnos. *Bulletin of Hellenic Ornithological Society*, I, 6-11.
- ERHARD DR. (1858). Katalog der auf den Cycladen einheimischen und Überwinternden oder nur durchziehenden Arten von Vögeln. *Naumanni* 1858, 1-26.
- KRUPER TH. (1863). Die Brudvögel von Naxos. *J. Orn.*, II, 326-339.
- MALAKOU M. (1982). Unpublished data, pers. comm.
- NAUMAN J.F. (1905). Naturgeschichte der Vögel Mitteleuropas. Verlag von Fr. Eugen Köhler, Gera-Unter-
mhans.
- REISER O. (1905). Materialien zu einer Ornithologia Balcanica (III). Griechenland und die Griechischen Inseln
(Mit Ausnahme von Creta). Gerold, Vienna.
- STENHOUSE J.H. (1920). Some observations on the birds of the islands of Milos, Lemnos, Imbros, Aegean
Sea. *Ibis*, 62, 671-678.
- VAUGHAN R. (1960). Notes on autumn migration in Greece and Crete. *Ibis*, 102, 87-92.
- UNIVERSITY OF LUND, SWEDEN, DEPT. OF ANIMAL ECOLOGY (1984). Birds of Naxos. March 23-30.
- WATSON G.E. (1961a). Aegean bird notes including two breeding records new to Europe. *J. Orn.*, 102,
301-307.
- WATSON G.E. (1964). Ecology and evolution of Passerine birds on the islands of the Aegean sea. Univ.
Microfilms International, Ann Arbor, Michigan, U.S.A.
- WETTSTEIN O. (1938). Die Vögelwelt der Ägäis. *Journ. f. Orn.*, 86, 9-53.
- WILLI G., BROGGI F.M. (1984). Avifaunistische Beobachtungen auf Naxos von 28.04 - 04.05 1984. *Botanisch-
Zoologische Gesellschaft, Liechtenstein-Sargans-Werdenberg*.

Effet spécifique immédiat du débroussaillage sur le peuplement des arthropodes frondicoles d'une chênaie à chêne liège des Maures(Var).

L. BIGOT★
M. KABAKIBI★
R. LOISEL★★

RESUME - Les auteurs, profitant d'une circonstance exceptionnelle (un débroussaillage s'effectuant parallèlement à un relevé faunistique de terrain) mettent en évidence les mouvements immédiats de réponse des populations d'Arthropodes de la canopée et du sous-bois.

La richesse spécifique et les abondances s'accroissent dans la canopée; des espèces réagissent instantanément à l'opération tandis que d'autres se manifestent plus tardivement. La diversité du peuplement de juin est accentuée. Les valeurs de biomasses montrent nettement l'apport des populations de sous-bois dans le peuplement frondicole pendant la disparition de cette strate, et sa reprise normale lors de la reconstitution de ce sous-bois.

Les auteurs concluent qu'un débroussaillage par coupe, ratissage et brûlage du sous-bois n'a qu'un impact limité sur la faune frondicole, compte tenu de la période de l'opération, de la nature et de la situation de la forêt.

SUMMARY - Immediate specific effect of a shrub clear cutting on an arthropoda canopy community of cork oak (Var, France).

The variations of an arthropoda arboreal community are analysed in a shrub clear-cut plot of a cork oak forest. The specific richness and the abundances are strongly increasing. The shrub clear cutting induces the transfer at once of some populations and after several days for some ones. The diversity of the arboreal community is increasing during june by the extend of the destroyed low level populations. Biomasses show the invading of the canopy during shrub disparition and a normal level with the shrub regeneration.

So a shrub clear cutting in forest can have a limited impact on the arboreal community.

MOTS CLES - Communauté des Arthropodes - canopée - débroussaillage.

INTRODUCTION

Dans le cadre d'une étude écologique sur la communauté des arthropodes frondicoles du chêne liège (Bigot L. et Kabakibi M. 1987), nous avons été amenés à porter une attention toute particulière aux effets du débroussaillage sur la dynamique des populations de cette communauté.

La conjoncture a fait que notre relevé de mars 1985 s'est effectué conjointement avec le débroussaillage, par les services forestiers, de la parcelle en cours d'étude (parcelle 11, dite

★ Laboratoire de Biologie Animale (Ecologie), Centre St-Jérôme, Avenue Escadrille Normandie-Niemen, 13397 Marseille, cedex 13.

★★ Laboratoire de Botanique et Ecologie Méditerranéenne, Centre St-Jérôme, Avenue Escadrille Normandie-Niemen, 13397 Marseille cedex 13.

"Les Mayons") sur le flanc nord du massif des Maures.

La forêt étudiée, située à une altitude de 170 m, est une suberaie claire à dense, unistrate avec, au début de nos observations,

- une strate arborescente, haute d'une dizaine de mètres, dominée par *Quercus suber* associé à quelques rares individus de *Castanea sativa* et de *Quercus pubescens*;
- une strate sous-arborescente (5 à 7 m) où le chêne liège et l'arbousier dominant;
- une strate arbustive très dense, haute de 1 à 2 m, presque monospécifique avec *Cytisus triflorus* et quelques individus d'*Erica arborea*, *Arbutus unedo*, *Cistus monspeliensis* et *Cistus salvifolius*;
- une strate herbacée présentant un recouvrement moyen de 60 %, floristiquement très riche avec, parmi les espèces dominantes, *Brachypodium pinnatum*, *Viola riviniana*, *Anthoxanthum odoratum*, *Pulicaria odora* et de nombreux rejets sur souche des arbres et arbustes mentionnés ci-dessus.

Sur le plan architecturo-structural, cette formation présente une franche continuité horizontale et verticale créant un risque important de propagation de l'incendie. Pour pallier ce danger, les services de l'Office National des Forêts débroussaillent régulièrement par fauchage mécanique, ratissage puis brûlage des végétaux (tous les quatre ans généralement) ce type de formation en laissant en l'état les arbres développés.

Suite à une telle opération réalisée aux Mayons, nous avons constaté de profondes divergences dans la composition et dans la dynamique des populations hôtes du feuillage de l'arbre; ces divergences ont été suivies en prenant comme témoin, le jour même du débroussaillage, dans la même station et dans les mêmes conditions bioclimatiques, une parcelle annexe non débroussaillée (parcelle 12).

I - RICHESSE SPÉCIFIQUE

L'inventaire groupe 59 espèces dans la parcelle 11 et 35 espèces dans la parcelle 12 (tabl. 1).

		P.11	P.12
Arachnides			
Aranéides			
Dictynidae	<i>Amaurobius erberi</i> Key	+	+
	<i>Dictyna puella</i> Simon	+	+
Drassidae	<i>Aphantaclax cinctus</i> L.Koch	+	+
Theridiidae	<i>Theridion tinctum</i> Walckenaer	+	+
	<i>T.genistae</i> Simon	+	+
	<i>Mangora acalypha</i> Walckenaer	+	+
Argiopidae	<i>Araneus cucurbitinus</i> Clerck	+	+
	<i>Cyclosa conica</i> Pallas	+	
Erigonidae	<i>Erechophysis bucephalus</i> O.P.Cambridge	+	
Linyphiidae	<i>Linyphia</i> sp		
Eusparassidae	<i>Micrommata ligurinum</i> C.Koch	+	
Clubionidae	<i>Anyphaena sabina</i> L.Koch	+	
	<i>Chiracanthium siedltzi</i> L.Koch		+
	<i>Clubiona brevipes</i> Blackwall	+	+
	<i>C.genevensis</i> C.Koch	+	
Thomisidae	<i>Tmarus stellio</i> Simon	+	+
	<i>Thomisus onustus</i> Latreille	+	+
	<i>Runcinia lateralis</i> C.Koch	+	
	<i>Oxyptila</i> sp	+	+
	<i>Synema globosum</i> Fabricius	+	+
	<i>Xysticus lanio</i> C.Koch	+	+
	<i>Philodromus rufus</i> Walckenaer	+	+
Salticidae	<i>Heliophanus</i> sp	+	
	<i>Dendryphantus nidicolens</i> Walckenaer	+	+
	<i>Icius hamatus</i> C.Koch	+	
Insectes			
Dictyoptères			
Ectobiidae	<i>Ectobius lividus</i> Fabricius	+	
	<i>Loboptera decipiens</i> Germar	+	

suite du tableau page suivante

			P.11	P.12
Insectes (suite)				
Orthoptères				
Oecanthidae	<i>Oecanthus pellucens</i> Scopoli		+	
Mogoplistidae	<i>Arachnocephalus vestitus</i> Costa		+	
Planipennes				
Hemeroibiidae	<i>Anisochrysa carnea</i> Stephens		+	+
Coléoptères				
Cantharididae	<i>Malthinus seriaepunctatus</i> Kiesenwetter		+	
Dasytidae	<i>Haplocnemus aestivus</i> Kiesenwetter		+	
Malachiidae	<i>Sphinginus lobatus</i> Olivier		+	
Elateridae	<i>Athous puncticollis</i> Kiesenwetter		+	+
Heliodidae	<i>Cyphon variabilis</i> Thunberg			+
Coccinellidae	<i>Rhizobius litura</i> Fabricius		+	
	<i>Pullus auritus</i> Thunberg		+	
	<i>P. subvillosus</i> Goeze			+
	<i>Adalia decempunctata</i> Linné		+	+
	<i>Synharmonia lyncea</i> Olivier		+	+
	<i>Ptinus bidens</i> Olivier		+	
Ptinidae	<i>Nalassus assimilis</i> Kuster		+	+
Tenebrionidae	<i>Longitarsus pellucidus</i> Foudras			+
Chrysomelidae	<i>Bruchidius lividimanus</i> Gyllenhal		+	+
Bruchidae	<i>B. fasciatus</i> Olivier		+	
	<i>Spermophagus sericeus</i> Geoffroy			+
	<i>Apion cracca</i> Linné			+
Curculionidae	<i>A. pavidum</i> Germar		+	
	<i>Polydrusus marginatus</i> Stephens		+	+
	<i>P. cervinus</i> Linné		+	
	<i>Caulostrophus subsulcatus</i> Bohemen		+	+
	<i>Curculio glandium</i> Marsham		+	
	<i>Miarus ursinus</i> Abeille		+	
	<i>Rhynchaenus irroratus</i> Kiesenwetter		+	
	<i>R. erythropus</i> Germar		+	
Hyménoptères				
Myrmicidae	<i>Crematogaster scutellaris</i> Olivier		+	+
Formicidae	<i>Camponotus lateralis</i> Olivier		+	
Thysanoptères				
Phlaeothripidae	<i>Halothrips phillyreae</i> Bagnall		+	
Psocoptères				
Trichopsocidae	<i>Trichopsocus dalii</i> Mac Lachlam		+	
Peripsocidae	<i>Ectopsocus briggsi</i> Mac Lachlam		+	+
Hétéroptères				
Pentatomidae	<i>Raphigaster incarnatus</i> Germar		+	+
Lygaeidae	<i>Ophthalmicus erythrocephalus</i> Lucas		+	
	<i>Kleidocerys ericae</i> Hoever		+	+
Miridae	<i>Camptobrochis punctulatus</i> Fallen		+	
	<i>Heterotoma merioptera</i> Scopoli			+
Homoptères				
Aphididae	<i>Dryaphis roboris</i> Linné		+	+

Tableau N° 1. - Inventaire des espèces frondicoles du chêne liège
dans les deux parcelles 11 et 12.

Dès le premier jour de débroussaillage, la richesse spécifique s'accroît anormalement dans la parcelle 11 et se maintient dans des valeurs élevées pendant trois relevés successifs tandis que la parcelle 12 présente des valeurs correspondant à une variation saisonnière normale:

janvier	parcelle 11 :	12 espèces	parcelle 12 :	-
février		8 espèces		-
mars		19 espèces		12 espèces
avril		21 espèces		11 espèces
mai		15 espèces		8 espèces
juin		6 espèces		5 espèces

Un classement en nombre d'espèces selon leur préférendum montre que ces préférendums sont régulièrement plus élevés (à une exception près où les valeurs sont égales) dans la parcelle perturbée que dans la parcelle témoin. Les espèces marquant un préférendum pour la vie arboricole - sur chênes sclérophylles notamment - se réunissent sur l'arbre, chassées des espèces végétales du sous-bois (où manifestement elles passent de courtes périodes de leur cycle) par la coupe :

espèces eurytopes	parcelle 11: 19	espèces	parcelle 12: 15	espèces
espèces à préférendum sur arbres	10	espèces	7	espèces
espèces à préférendum sur chênes sclérophylles	7	espèces	2	espèces
espèces floricoles	2	espèces	0	espèce
espèces des bruyères	2	espèces	2	espèces

En mars, le pourcentage exprimant l'augmentation de l'abondance des espèces par rapport au mois de février est de 26 % en valeurs cumulées sur les 11 parcelles; ce même pourcentage atteint, dans la seule parcelle ayant subi le débroussaillage, la valeur de 137 %. Cette dernière valeur montre l'importance de la montée des espèces chassées du sous-bois alors que l'accroissement de 26 % dans la parcelle 12 correspond à l'augmentation normale de la communauté en fonction de la situation saisonnière plus favorable.

L'évolution comparée du Coléoptère Curculionidae *Polydrusus marginatus* et de l'Hétéroptère Lygaeidae *Kleidocoris ericae* (tab. 2) montre l'influence du débroussaillage, d'une part sur *K. ericae* qui réagit immédiatement à la coupe et, d'autre part, sur *P. marginatus* qui s'élève dans le feuillage avec un décalage marqué.

	<i>P. marginatus</i>			<i>K. ericae</i>	
	parcelle 11	parcelle 12		parcelle 11	
	1985	1986	1985	1985	1986
février	0	0	0	0	5
mars (débroussaillage)	1	0	0	19	8
avril	23	1	7	0	0
mai	7	5	2	0	0
juin	0	1	0	0	0
juillet	0	0	0	0	0

Tableau N° 2. - Dynamique (exprimée en effectifs) : - d'une population de *P. marginatus* dans les parcelles 11 (débrousaillée) et 12 (intacte); - d'une population de *K. ericae* dans la parcelle 11 en 1985 et en 1986.

La biologie de *P. marginatus* permet d'expliquer la montée dans le feuillage d'une partie de la population de cette espèce; en effet, ce Curculionidae dévore préférentiellement les pousses jeunes du chêne liège. Nous constatons régulièrement sa présence dans le feuillage en avril et en mai; dans certaines stations particulièrement bien exposées le débourrement est précoce et le Curculionidae se rencontre dès février.

II - DIVERSITÉ, ÉQUITABILITÉ

La diversité en dents-de-scie ne nous permet pas d'obtenir des résultats nets. Par contre l'équitabilité (fig. 1) nous montre, dans la parcelle 11, une chute accentuée en avril ($E = 76,9\%$) et un pic bien marqué en juin ($E = 96,9\%$) alors qu'en valeurs cumulées des 11 parcelles il y a une chute encore plus sensible en avril ($E = 68\%$), suivie par un second minimum en juin ($E = 66\%$) qui s'oppose au pic de la seule parcelle 11. La forte équitabilité de juin correspond à l'installation dans la canopée de plusieurs populations des strates basses.

III - BIOMASSES

Notre attention sur les effets du débroussaillage a été éveillée tout particulièrement par l'analyse des variations de biomasses à partir de mars 1985 d'une part en comparant les deux parcelles 11 et 12 des Mayons, d'autre part en comparant les années 1985 et 1986 dans la parcelle 11 (fig. 2 et fig. 3).

Dès le débroussaillage en cours (mars 1985), les biomasses varient en sens contraire dans les parcelles 11 et 12 (fig. 2): les pics d'avril et de juin correspondent à la montée de la faune du sous-bois dans la canopée. La fig. 3 montre des biomasses plus fortes de mars à juin 1985 que pendant la même période en 1986; puis, la flore du sous-bois régénérant plutôt rapidement dans ce sec-

teur relativement humide permet aux populations des arbustes et des buissons de redescendre dans les basses strates d'où les biomasses moins importantes de juillet à novembre 1985 par rapport à 1986.

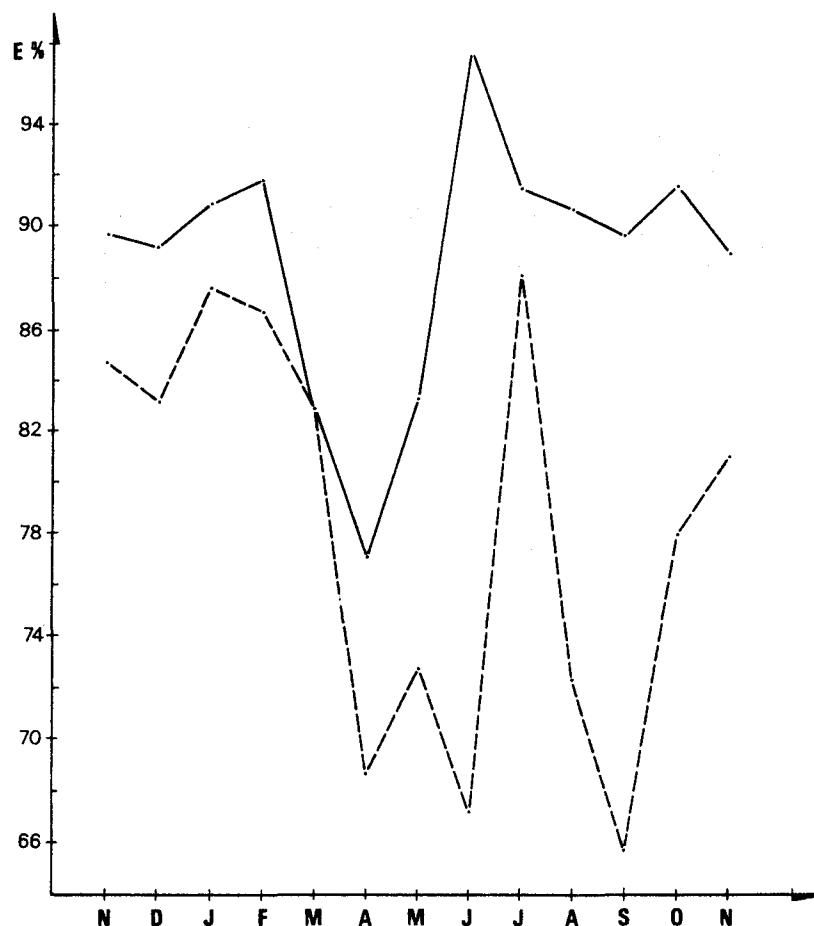


Fig. 1 - Variations temporelles de l'équitabilité du peuplement frondicole de novembre 1984 à novembre 1985 dans la parcelle 11 (—) et toutes parcelles confondues (---).

DISCUSSION

La parcelle débroussaillée se trouve sur un colluvion de bas de pente à bon bilan hydrique ainsi qu'en témoignent certaines composantes de son cortège floristique (*Fragaria vesca*, *Pulicaria odora*, *Calamintha clinopodium* ...).

La conséquence en est une rapide recolonisation de l'espace, après débroussaillage, par les végétaux précédemment installés. En un an, la continuité horizontale est pratiquement réalisée avec des arbustes atteignant en moyenne 40 à 50 cm avec même des pieds de Cytise approchant le mètre.

Sur la faune frondicole, les effets d'élimination du sous-bois se sont manifestés pendant trois relevés successifs, soit pendant trois mois; ultérieurement, une baisse des effectifs a été constatée; elle correspond, pour nous, à la descente des éléments temporairement hébergés dans la canopée vers le sous-bois régénéré.

Compte-tenu de l'époque du débroussaillage (en mars), nous pouvons penser que la colonisation du feuillage par des populations des strates basses a été courte à cause du développement ra-

pide des espèces végétales du sous-bois après la coupe, et qu'un débroussaillage effectué à la période d'expansion de la faune (le printemps sous nos climats) apporte une perturbation mineure car les individus sont aptes à s'échapper facilement vers les strates voisines non atteintes.

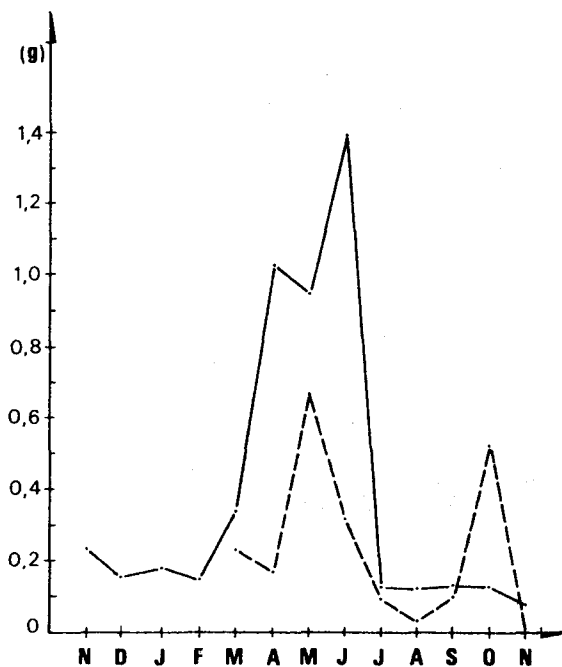


Fig. 2 - Variations temporelles des biomasses (en g) dans les parcelles 11 (—) et 12 (---).

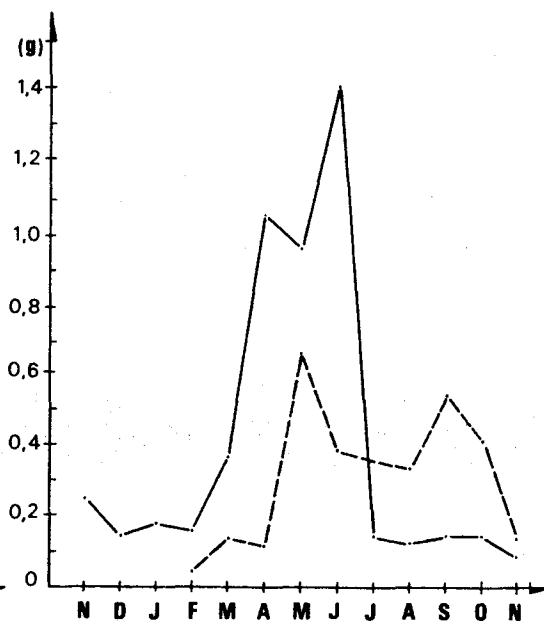


Fig. 3 - Variations temporelles des biomasses (en g) dans la parcelle 11 au cours de 1985 (—) et de 1986 (---).

Nous considérons ici uniquement la faune des arthropodes; le cas des vertébrés est différent: ceux-ci peuvent se trouver alors en période de nidification (les oiseaux par exemple) et les pontes peuvent temporairement être détruites au cours de l'opération.

Dans le cas d'un passage de feu courant, l'impact sur la faune des arthropodes est plus marqué et se manifeste par une " action réductrice importante " (Ricou, 1976).

Le débroussaillage est une opération certes non naturelle mais qui devient indispensable malheureusement dans notre région; elle doit être menée avec le maximum de soins pour conserver le milieu en son état naturel.

Lorsqu'il est pratiqué sous la forme d'une coupe de toutes les strates de végétation (type parefeux), l'élimination de la faune est quasi totale. Par contre nous montrons qu'un débroussaillage de sous-bois, évitant le départ des feux, par coupe, ratissage et brûlage, effectué en période de croissance de la végétation, ne perturbe que pendant un temps limité la composition et la structure d'une communauté frondicole d'arthropodes sur chêne liège dans les Maures.

BIBLIOGRAPHIE

- BIGOT L., KABAKIBI M. (1987). Evolution spatio-temporelle de la composition et de la structure du peuplement frondicole sur chêne liège dans le massif des Maures (Var). *Bull. Ecol.*, 18, 3, 157-168.
- RICOU G., DOUYER C. (1976). L'action du feu contrôlé en prairies permanentes. Conséquences sur les biocoenoses animales. *Rev. Zool. Ecol. Anim.*, 8, 559-577.

Analyse pollinique d'une séquence tardi et postglaciaire à Tourves (Var, France).

S. NICOL-PICHARD*

RESUME - Le sondage de Tourves (Var, France) a mis à jour un épais remplissage de limons et de tourbes dont la base remonte à l'interstade tardiglaciaire. Un diagramme pollinique montre le caractère hétérogène de la végétation tardiglaciaire. Durant l'Holocène, chênaie caducifoliée et chênaie sclérophylle connaissent une expansion simultanée au début du Boréal, avant que l'action humaine ne favorise cette dernière.

SUMMARY - The boring of Tourves (Var, France) showed a 26 m thick deposits of peat and silts with an abundant sporopollinic material.

Several 14C dates indicate that the silts were deposited during the final phase of the Lateglacial and the peat during a large part of the Holocene. The exceptional thickness of the filling, whose bottom has not been reached, seems to be related to the presence of a karst depression and a spring.

A pollen diagram makes it possible to trace the vegetational history, poorly known as yet in the calcareous eastern Provence from the Lateglacial to the Subboreal, except the end of the Holocene which is not represented.

The passage to the Postglacial was gradual. The deciduous oak-forest was dominant at the beginning of the Boreal, but the expansion of the eumediterranean forest occurred here before the intervention of human action.

The Tourves peat-bog is of the greatest interest since it is one of the rare sites in southern France to provide a sequence dating back to the Lateglacial.

Pollen analysis shows that the broken up aspect of the landscape was favourable to glacial refuges for mesic taxa as well as some eu-mediterranean species.

Therefore it is most desirable that a boring should be made at the bottom of the filling so as to obtain information about the final phase of the Würmian Pleniglacial in the French Mediterranean region.

MOTS CLES : Analyse pollinique - Tardiglaciaire - Holocene - végétation méditerranéenne.

INTRODUCTION

De longue date il a été supposé que les régions méditerranéennes, ultime position de repli des végétaux mésothermophiles en période glaciaire, recèlent les clefs de l'histoire postglaciaire de la végétation européenne (BEUG 1967, VAN DER HAMMEN et al. 1971). En France méridionale les travaux entrepris au cours des quinze dernières années (TRIAT-LAVAL 1966, 1982, TRIAT-LAVAL et REILLE 1976, PLANCHAIS et al. 1977, PLANCHAIS 1985, NICOL-PICHARD 1982) ont contribué à apporter quelques données sur ce sujet, mais celles qui concernent l'histoire de la végétation en Provence orientale depuis le dernier épisode glaciaire sont encore rares et ponctuelles. Les analyses polliniques du marais de Tourves présentées ici s'inscrivent dans un programme de recherche systématique de sites favorables susceptibles de combler les lacunes existant encore dans cette région.

*Laboratoire de Botanique historique et Palynologie, U.A.1152 du CNRS, Faculté des Sciences et Techniques St-Jérôme, 13397 Marseille cedex 13.

La Provence orientale, qui bénéficie d'un climat méditerranéen subhumide à l'ouest à humide à l'est, est à la limite de trois domaines biogéographiques contrastés: Alpes méridionales, Ligurie, Basse Provence rhodanienne. La nature du substrat y détermine deux unités pédologiques et phytogéographiques majeures: la Provence calcaire d'une part et la Provence siliceuse (Maures et Esterel) d'autre part (fig.1). La région de Tourves se situe au coeur de la première; très morcelée elle est formée de petites unités collinaires délimitant des vallons ou des petites plaines. La végétation essentiellement calcicole se différencie surtout en fonction de l'intervention humaine et secondairement selon la richesse des sols et l'exposition (opposition adret/ubac) ; ainsi se juxtaposent des éléments en formations très dégradées de la série méditerranéenne de *Quercus pubescens* et des sous-séries à *Pinus halepensis* et à *Quercus ilex* (MOLINIER *et al.* 1974, BARBERO et LOISEL 1974) dans les environs immédiats du site. A quelques dizaines de kilomètres au nord on trouve les éléments de la série occidentale de *Quercus pubescens* et, dès que l'altitude s'élève, les éléments de la série mésophile de *Fagus* et d'*Abies*. Les séries acidophiles des Maures et de l'Esterel ne sont guère éloignées de plus de cinquante kilomètres.

I- SITUATION DU SONDAGE

Le sondage a été implanté dans une petite dépression drainée par le ruisseau de La Foux, à quelques centaines de mètres de sa source, en amont du village de Tourves, à une altitude

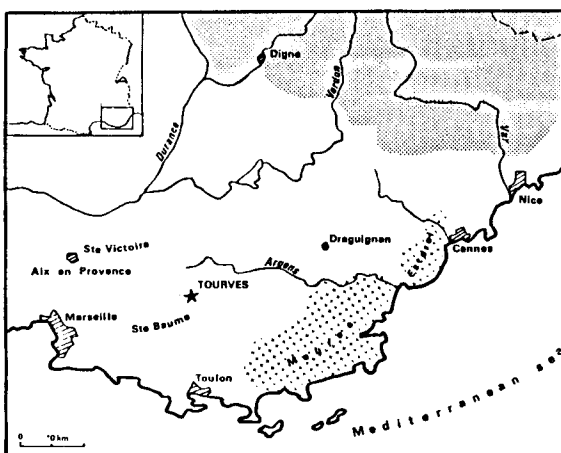


Fig. 1 - Situation géographique du site.

-  - Alpes du sud.
-  - Provence calcaire.
-  - Provence siliceuse.

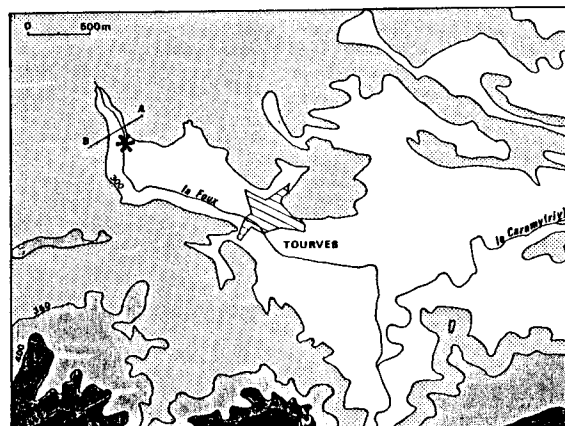


Fig. 2 - Localisation du sondage.

- A/B - transect de surface.
- * - point de sondage.

de 298 m (fig. 2). Cette dépression à fond très plat, de dimensions restreintes (1 km de long sur 0,5 km de large), enserrée par la végétation des collines, s'ouvre au sud-est au niveau du village. Elle est actuellement plantée de vignes et de cultures potagères, les zones les plus humides étant occupées par des roselières ou des broussailles d'*Evonymus*.

II - VEGETATION ET PLUIE POLLINIQUE ACTUELLE

Des mousses ont été prélevées en onze stations au sein des principales formations végétales dans un rayon de 500 m environ autour du site. Pour chacun de ces placeaux a été effectué un relevé sommaire de la végétation (cf. liste en annexe). Les spectres polliniques établis à partir de ces mousses sont regroupés sur le diagramme T1 (fig.3).

Si, d'une façon générale les données concernant l'expression pollinique de la plupart des taxons arboréens ou herbacés rencontrés ici rejoignent celles qui ont été relevées par HEIM (1970) et TRIAT-LAVAL (1978), quelques indications utiles en fonction des particularités du site peuvent être soulignées.

Malgré l'état délabré de la végétation arboréenne on note des taux de PA (Pollen arboréen) importants sauf dans les placeaux situés dans les zones à végétation uniquement herbacée.

En dehors des placeaux de pinèdes, les taux de *Pinus* reflètent l'ouverture de la végétation locale et montrent malgré tout une grande sensibilité à l'existence d'une strate arboréenne continue.

Les taux de *Quercus pubescens* et *Quercus ilex* sont très voisins alors que ce dernier paraît jouer dans la végétation un rôle plus important. C'est dans le type de végétation le plus ouvert que l'on trouve les taux les plus élevés de la somme des *Quercus*.

Juniperus oxycedrus est bien représenté dans le spectre prélevé sous un individu de ce taxon. Dans les autres cas les taux de *Juniperus* ne dépassent pas 2 à 3% dès que l'on s'éloigne des producteurs, ce qui est en accord avec les conclusions de HEIM (1970), TRIAT-LAVAL (1978) et BEAULIEU (1977).

Viburnum tinus atteint des taux de 2 à 3% dans les spectres des placeaux où il est présent alentour mais n'apparaît pas ailleurs.

Evonymus a une bonne représentation pollinique sur place mais une dispersion nulle.

La présence d'un seul grain de pollen de *Fagus* souligne qu'aucun écho perceptible de la Hêtraie de la Ste Baume ne se fait sentir.

Les rares grains de pollen de *Carpinus betulus* et *C. orientalis* observés peuvent provenir des quelques individus isolés signalés près du Luc par LOISEL (1974).

Hedera est légèrement mieux représenté dans les placeaux de végétation arboréenne fermée, mais ailleurs ses présences polliniques sont en accord avec son statut d'ubiquiste au sein des groupements végétaux.

Les différents placeaux sont prélevés dans des végétations très diversifiées mais étroitement imbriquées. Les spectres polliniques apparaissent de ce fait assez homogènes, excepté ceux des placeaux 5 et 8 dans lesquels un taxon stationnel est particulièrement abondant. Par ailleurs ces spectres reflètent un état très dégradé de la végétation actuelle et il semble difficile de les comparer globalement avec des spectres plus anciens.

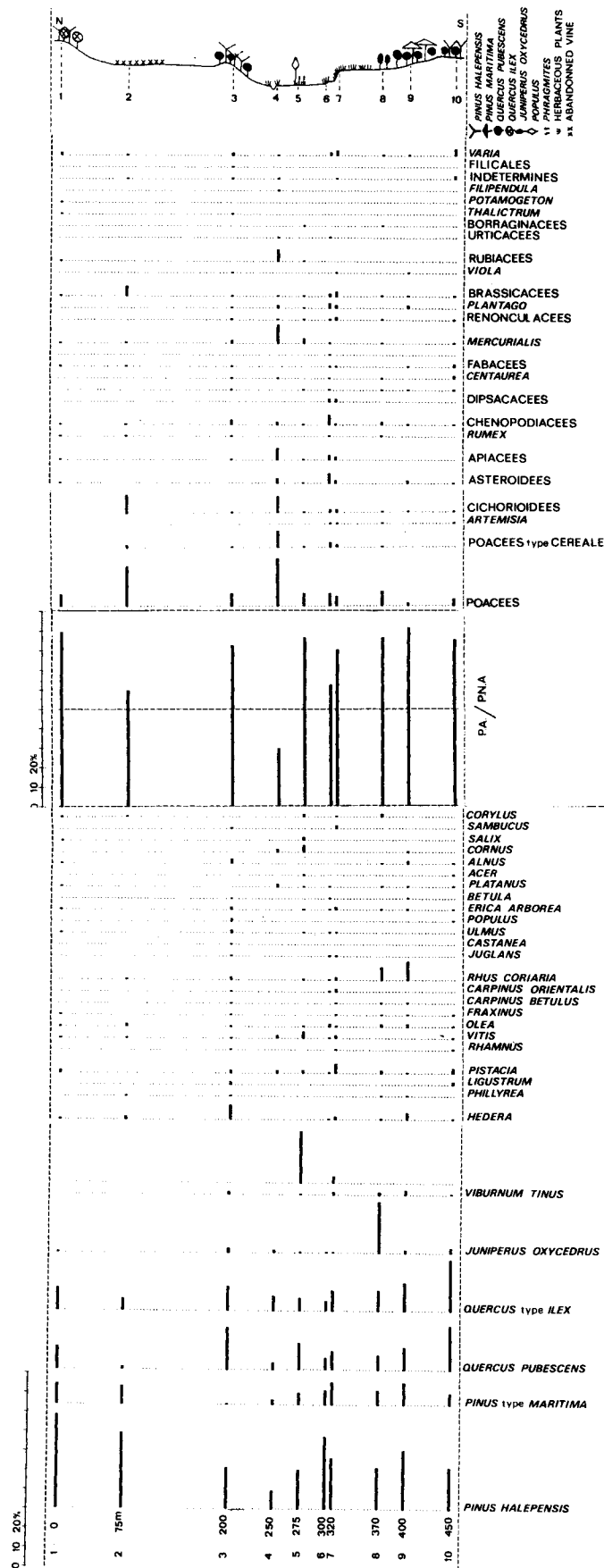
L'homogénéité de la végétation dans un rayon de quelques dizaines de kilomètres ne permet pas d'individualiser la part du flux régional vis à vis de celui des environs plus immédiats.

III - LITHOLOGIE

Le sondage est descendu jusqu'à une profondeur de 26m, limites du matériel utilisé, mais sans atteindre le substrat calcaire. Les sédiments rencontrés se décrivent comme suit:

- 0 à 130 cm : limons jaunâtres qui n'ont pas été prélevés
- 130 à 150 cm : tourbe peu évoluée,
- 150 à 315 cm : tufs parfois mêlés de tourbe plus ou moins riche en végétaux et coquilles.
Le fluage important de ce matériel imbibé d'eau et peu cohérent a interdit tout prélèvement correct entre 190 et 315cm.
- 315 à 1270 cm : tourbe compacte avec fragments de végétaux (mousses et bois) et quelques passées de tufs. Cette tourbe devient plus fine et plus noire à sa base.

fig.3: diagramme T1. TOURVES (Var, France). Transect de surface.



- 1270 à 1380 cm : lit d'argile grise,
- 1380 à 1980 cm : limons argileux gris-bleu présentant quelques passages sableux.
- 1980 à 2570 cm : limon brun organique homogène,
- 2570 à 2585 cm : lit d'argile grise,
- 2585 à 2600 cm : limon brun organique.

Les argiles, limons argileux et limons bruns de la partie inférieure du sondage ont été traités par la méthode de FRENZEL (1964) modifiée par GOEURY et BEAULIEU (1977) qui a donné d'excellents résultats.

Les tourbes de la partie supérieure, en raison de l'abondance des débris organiques, ont nécessité un traitement approprié alliant traitement chimique, tamisages et filtrations sous ultra-sons (SUC inédit, GOEURY inédit). Ce traitement a permis d'obtenir des préparations exploitables.

Le diagramme est établi sur 117 spectres et 36 669 grains comptés soit une moyenne de 316 grains par spectre.

La plupart des échantillons ont été pesés avant traitement et des pastilles calibrées de spores de Lycopode ont été ajoutées pour déterminer les fréquences absolues (STOCKMARR, 1971 ; GAILLARD 1985). Celles-ci varient entre 1000 et 40 000 grains de pollen/gramme, la plupart ayant des fréquences absolues moyennes de 10 000 à 20 000 grains/gramme, ce qui est très peu élevé et met une fois de plus en évidence la pauvreté en pollen des tourbières basiclines. Les niveaux ayant nécessité un traitement spécial se sont bien révélés être les plus pauvres.

V - ZONATION LOCALE

Une zonation du diagramme de Tourves est délicate à établir car les variations significatives des principaux taxons sont toujours progressives et rarement tout à fait synchrones. De plus les courbes des taux de *Pinus*, Poacées et PA sont dans l'ensemble très irrégulières de sorte qu'une analyse pointilleuse pourrait conduire à établir autant de zones que de niveaux. Le traitement informatique des données, par intercorrélation (GOEURY in BEAULIEU et GOEURY 1987) montre deux grands ensembles mais à l'intérieur de ceux-ci il ne fait apparaître aucun tri cohérent.

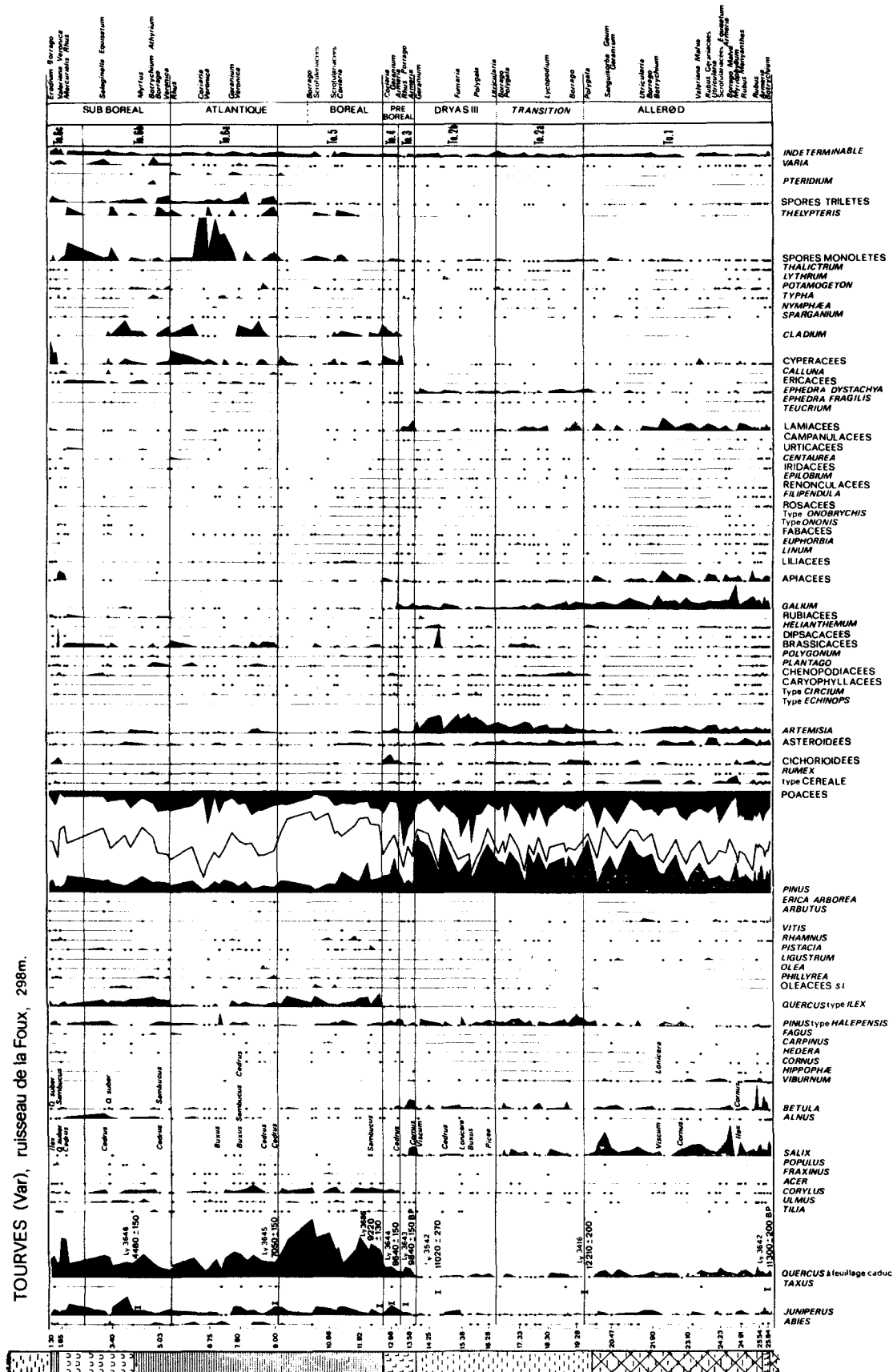
Malgré l'incohérence apparente des variations polliniques de détail, le diagramme montre par lui-même deux ensembles majeurs :

- l'ensemble inférieur à *Pinus* et herbacées dominants, de la base à 1380cm
- un ensemble supérieur à partir de 1261 cm où les arbres mésophiles remplacent *Pinus* et où le cortège des herbacées est sensiblement modifié par le rôle prédominant que prennent Cypéracées et Ptéridophytes; ces deux ensembles sont séparés par une zone de transition de 1373 à 1275 cm (zones T3 et T4).

Au sein de ces ensembles, quelques variations d'une certaine amplitude et cohérentes entre elles permettent de définir six zones locales :

- ZONE To1, de 2600 à 1970 cm (limons bruns organiques). Taux de PA moyen avec *Pinus*, *Salix*, *Betula* dominants. Présence régulière de taxons mésophiles dont *Quercus* à feuillage caduc. Taux de PNA élevé comportant des taxons bien diversifiés, caractérisé par l'abondance des *Rubiacées* (type *Galium*).

- ZONE To2, de 1970 à 1380 cm (majeure partie des limons gris argileux). Elle s'individualise bien sur un diagramme (non figuré ici) où le calcul des pourcentage est établi sur une somme de base excluant *Pinus*, par une chute des principaux taxons arboréens, une augmentation des taux d'*Artemisia* et l'apparition d'une courbe d'*Ephedra*. To2a, sous-zone de transition, se distingue de To2b par la persistance de *Quercus*, *Salix* et des Lamiacées, ainsi que des quantités moyennes d'*Artemisia*.



- ZONE To3, de 1380 à 1335 cm (partie supérieure des limons gris). Chute des taux de *Pinus* et *Artemisia*. Apparition régulière de *Quercus t. ilex*.
 - ZONE To4, de 1320 à 1275 cm (argile grise) départ de la courbe continue de *Corylus* et fin de celle de *Salix*. Diminution du PA et modification de sa composition taxonomique.
 - ZONE To5, de 1261 à 900 cm (tourbe): Augmentation du taux de PA avec essor de *Quercus* à feuillage caduc et *Quercus t. ilex*. Apparition de quelques taxons thermophiles. Le taux et la diversité du PA diminuent.
 - ZONE To6, de 862 à 130 cm.
- Le taux moyen de *Quercus* à feuillage caduc diminue nettement et une courbe presque régulière d'*Abies* apparaît au début de cette zone. Des variations mineures des taux de *Quercus* à feuillage caduc et *Quercus t. ilex* et le développement successif d'*Abies*, *Fagus* et des taxons thermophiles permettent de distinguer trois sous-zones:
- zone To6a de 862 à 550 cm: développement d'*Abies* et des Filicales;
 - zone To6b de 550 à 315 cm: légère augmentation de *Quercus t. ilex* et occurrences plus importantes de *Fagus*
 - zone To6c de 315 à 130 cm: présence plus régulière de taxons thermophiles ou en relation avec un impact de l'action humaine.

Les variations brusques qui marquent la limite entre les ensembles inférieur et supérieur, pourraient révéler un hiatus, puisque cette limite correspond au passage d'une sédimentation argileuse à une sédimentation tourbeuse. Elles sont plutôt imputables aux seules modifications du milieu de dépôt puisque certaines courbes polliniques traversent cette limite sans saut.

V - CHRONOLOGIE ET HISTOIRE DE LA VEGETATION

Huit dates 14C fournissent une trame permettant de situer dans le temps la séquence encore isolée de Tourves. La date 9840±150 BP de la base du niveau d'argile de 1330 à 1375 cm montre que celle-ci correspond bien à la transition entre le Tardiglaciaire et le Postglaciaire, vers 10 000 B.P.

Au Tardiglaciaire, les trois datages obtenus sont à la fois assez proches, celui de 1425 cm (probablement trop vieux) recoupant celui de 2590 cm (probablement trop jeune), et divergents. Ils semblent cependant indiquer que le très épais remplissage compris entre 1380 cm et 2600 cm (soit 1220 cm) s'est accumulé pendant une très courte période. To2 qui présente des spectres polliniques appauvris en arbres mésophiles et plus riches en steppiques vis à vis de To1 peut donc logiquement être rapporté au Dryas récent. To1, très homogène, représente une partie de l'interstade tardiglaciaire, sans qu'il soit possible de préciser davantage l'âge de la base de la séquence car il n'y a pas d'indication d'une transition au Pléniglaciaire final.

1 - Le Tardiglaciaire

a - l'Allerød

La zone To1 représente tout ou partie du Bölling-Allerød puisque on y trouve des taux non négligeables de taxons mésophiles qui indiquent un épisode climatique relativement tempéré, bien que la végétation paraisse encore très ouverte. Deux dates encadrent cette zone: 11 300±200 BP à la base, 12 210±200 BP au sommet. La date supérieure est satisfaisante si l'on envisage que To1 ne représente en fait que l'Allerød au sens strict et peut-être même seulement la fin de cette période.

La grande diversité taxonomique de ces spectres traduit l'existence de plusieurs types de formations aux alentours immédiats du site.

Salix, *Alnus*, *Betula* associés aux herbacées aquatiques strictes *Potamogeton*, *Sparganium*, *Typha*, Brassicacées cf. *Nasturtium*, et à *Lythrum* et *Filipendula* témoignent d'une zone inondée et d'une ripisylve.

Pinus pro-parte, *Juniperus*, *Betula*, *Hippophae* peuvent être interprétés comme le reflet d'une végétation pionnière sur des terrains dénudés et pauvres.

Les taxons non arboréens steppiques sont nombreux: Poacées à pollen de type Céréale, *Artemisia*, *Echinops*, Chénopodiacées, *Helianthemum*, *Centaurea*, *Ephedra*,.

Parmi ceux-ci un certain nombre de taxons originaux traduisent un caractère déjà méditerranéen: abondantes Lamiacées de type *Thymus*, Fabacées, *Echinops*.

Les arbres et arbustes mésophiles *Quercus*, *Corylus*, *Acer*, *Tilia*, *Ulmus* sont déjà présents dès cette période. On note même l'occurrence de *Ilex* (!) et *Hedera*. Les taux de *Quercus* à feuillage caduc observés ici au cours de l'Alleröd sont très voisins de ceux notés aujourd'hui dans les placeaux situés à quelques centaines de mètres des peuplements de *Quercus pubescens*. Ce taxon pouvait donc être déjà assez abondant dans le voisinage immédiat du site. Les taux importants (3 à 5%) de *Viburnum cf lantana* notés à Tourves ne se retrouvent à notre connaissance dans aucun autre diagramme. Il faut noter cependant que GAILLARD (1985) a rencontré quelques grains de pollen de *Sorbus* et de *Viburnum* dans l'Alleröd du moyen Pays Suisse Romand. Le diagramme T1 (fig.3) montre des taux comparables de *Viburnum tinus* dans les placeaux situés à quelques mètres de cette essence, en accord avec les données de TRIAT-LAVAL (1978) (représentation faible, diffusion très faible et reflet nul). En admettant que *Viburnum lantana* ait le même comportement que *Viburnum tinus* au niveau de la dispersion pollinique, *V. lantana* était présent et abondant dans les environs immédiats du site au cours de l'Alleröd.

Enfin les occurrences d'*Abies* témoignent de la persistance de quelques individus en Provence orientale.

La composition pollinique de ces spectres est encore difficile à transposer en termes de végétation mais de toute évidence la région de Tourves a constitué une zone de refuge pour de nombreux taxons mésophiles et, si steppe il y a eu, elle montrait déjà des caractères méditerranéens.

Le rapport PA/T et la variété des taxons observés à l'Alleröd rappelle les spectres actuels des placeaux 8 et 9 situés soit en zone découverte soit à proximité immédiate de la forêt, mais les fréquences de *Viburnum*, *Quercus* et *Juniperus* suggèrent des populations nettement plus proches.

En conclusion le paysage de l'Alleröd apparaît très diversifié, comme une mosaïque de milieux plus ou moins ouverts et cette végétation est assez différente de celle décrite dans les régions voisines.

Dans la basse vallée du Rhône (TRIAT-LAVAL, 1978), l'Alleröd se caractérise par une végétation beaucoup plus steppique, avec une nette dominance de *Pinus*, *Juniperus*, *Artemisia*. *Betula* y est aussi abondant. Le pollen des arbres mésophiles, bien que présent, y est beaucoup plus discret. Ces variations notables semblent essentiellement liées aux différences géographiques. Le dépression de Tourves se situe dans un pays collinaire plus morcelé, offrant des sites protégés qui ont permis à un certain nombre de taxons soit de se maintenir en place durant la période glaciaire, soit de s'y développer plus rapidement au début du Tardiglaciaire.

L'importance de *Quercus* à feuillage caduc dès l'interstade tardiglaciaire à Tourves confirme la thèse de BEAULIEU (1977) selon laquelle les grains de pollen de ce taxon observés dans les sites de moyenne altitude (vers mille mètres) des Alpes du sud sont le reflet de peuplements plus méridionaux.

b - le Dryas récent

La zone suivante To2 traduit une période sinon plus froide, du moins plus aride (chute des PA autres que *Pinus*, regain de ce dernier et d'*Artemisia*). Elle a été attribuée au Dryas récent en dépit de la date de 11 020±270 BP qui est un peu trop vieille pour cet événement par rapport à celles mentionnées par TRIAT-LAVAL (1978) dans la basse vallée du Rhône (10 670±340 BP à Mollèges) et par BEAULIEU (1977) (10 690±140 BP à Selle di Carnino, 10 310±230 BP au Lac Long Inférieur) pour la limite Dryas récent/Préboréal.

Durant cette fin du Tardiglaciaire, la sédimentation demeure donc très rapide. Les modifications entre l'Alleröd et le Dryas récent sont étalées sur une épaisseur suffisamment importante pour qu'une période de transition soit bien individualisée et constitue une sous-zone au sein du Dryas récent.

Par rapport à la basse vallée du Rhône, la péjoration climatique a ici des effets moins marqués sur la végétation car, si pratiquement tous les taxons arboréens ou arbustifs (exceptés *Pinus*, *Betula* et dans une moindre mesure, *Juniperus*) régressent, le reflet des taxons mésophiles ne disparaît jamais à Tourves durant cette période et leurs peuplements de l'Allerød, même s'ils se sont amoindris, n'ont jamais disparu de l'environnement du site. *Quercus t. ilex* était déjà présent bien que très rare.

Les taxons herbacés montrent une évolution progressive vers une végétation plus franchement steppique dominée par *Artemisia* et des Chénopodiacées.

2 - Le Postglaciaire.

Si ce n'est la chute des taux d'*Artemisia* associée à un net accroissement de ceux de *Quercus*, le passage du Tardiglaciaire au Postglaciaire ne s'accompagne pas d'événements spectaculaires le cortège floristique restant assez semblable.

a - To3/To4 (Préboréal).

Les zones locales To3 et To4 appartiendraient toutes deux au Préboréal qui présenterait donc à Tourves deux phases distinctes:

To3 montre une diminution de la sécheresse avec un regain de *Betula* et *Salix*, et le déclin des steppiques. Cette végétation rappelle beaucoup celle de To1 et l'importance relative des différentes formations pouvait être assez semblable. Seul *Quercus t. ilex* plus régulièrement présent lui confère un caractère plus tempéré. Cet accroissement des températures s'accroît dans la seconde phase To4 avec l'apparition d'une courbe continue de *Corylus*, la persistance de *Quercus t. ilex* et l'occurrence de *Phyllirea* et *Pistacia*. La progression des Cypéracées, en particulier de *Cladium cf. mariscus*, montre que le site commence à s'engorger et annonce le régime de sédimentation tourbeuse. Mais un léger regain des taxons steppiques (*Artemisia*, *Ephedra*, Chénopodiacées et *Juniperus*) indique une certaine récurrence de la sécheresse hors de l'environnement immédiat du marais.

Les deux dates 8 640±180 BP et 9 220±130 BP ne sont pas très satisfaisantes puisque inversées, mais comme dans leurs marges d'erreur elles se recoupent presque, leurs valeurs moyennées aboutissent à une estimation de date avoisinant 9000 BP pour la limite To4/To5. Celle-ci marquerait alors le début du Boréal selon la chronologie de MANGERUD et al (1974) bien que la zone To5 ne présente aucun des caractères botaniques typiques de cette période en Europe moyenne.

b - To5 (Boréal et Atlantique pro-parte).

La chênaie à chêne pubescent se développe aux abords mêmes du site, sur les sols meubles (limons quaternaires). La présence régulière de *Tilia* témoigne d'une certaine humidité édaphique (supposant des précipitations plus élevées qu'aujourd'hui) mais le développement brutal et simultané de la chênaie d'Yeuse, à laquelle sont associées des Oléacées (*Phillyrea* notamment), *Pistacia*, peut-être *Rhamnus* (s'il s'agit de *Rhamnus alaternus*) et *Juniperus* dont le maintien est remarquable, indique que des peuplements beaucoup moins exigeants en humidité devaient exister sur les terrains à sols moins profonds. Ces deux types de formations végétales devaient être étroitement imbriqués en fonction des substrats et le marais de Tourves était bien placé pour enregistrer cette diversité en raison de la morphologie compartimentée des terrains avoisinants.

Corylus est présent mais ne montre pas le pic observé en général à cette période dans les régions voisines. Il n'a ici aucun rôle pionnier à jouer dans une végétation déjà très différenciée.

Pinus, peut-être pour la même raison, est très discret.

Le succès de la chênaie sclérophylle, acquis ici un à deux millénaires plus tôt qu'en Provence occidentale (TRIAT 1978) démontre que cette région a constitué une zone de refuge glaciaire non seulement pour les taxons mésophiles mais aussi pour les taxons eu-méditerranéens.

c - To6 (Atlantique pro-parte, Subboréal, début du Subatlantique).

To6a est datée à sa base de 7 040±130 BP. Elle est caractérisée par l'amoindrissement de la chênaie à Chêne pubescent, qui s'était amorcé à la fin de la zone précédente et qui ne peut être seulement imputé au développement sur la tourbière même des Filicales (*Thelypteris*) et des Cyperacées faisant écran aux apports du voisinage, puisqu'un diagramme (non présenté) excluant les taxons inféodés au marécage montre aussi un léger recul de la chênaie.

Une meilleure représentation d'*Artemisia*, des Chénopodiacées, des Ericacées et surtout de *Plantago*, très rare jusqu'alors, témoigne sans aucun doute d'une action humaine responsable d'un déboisement encore limité qui favorise aussi *Corylus* dont l'ultime maximum est alors enregistré.

Les occurrences régulières d'*Abies* sont suffisamment nombreuses pour correspondre à un apport régional et donc traduire l'existence de petits peuplements de cette essence dans les moyennes montagnes environnantes. Sachant que l'extension d'*Abies* dans les Alpes méridionales s'est faite entre 8 000 et 7 500 BP (BEAULIEU 1977) cet arbre n'a trouvé des conditions favorables à son développement sur les marges de son aire méridionale et vers sa limite altitudinale inférieure que vers 7050BP. Il a donc fallu près d'un millénaire entre le moment où *Abies* a connu sa phase d'extension dans les Alpes méridionales et celui où il a trouvé les conditions favorables à sa diffusion vers le sud-ouest.

- To6b se distingue par des occurrences de *Fagus* plus nombreuses. Ce phénomène est légèrement antérieur à 4 450+-150 BP et paraît donc synchrone de la phase de développement de la Hêtraie au début du Subboréal datée des alentours de 4 700 BP dans de nombreux sites du sud-est de la France (BEAULIEU, 1977; TRIAT-LAVAL, 1978).

Les rares présences de pollens de *Fagus* dès le Boréal peuvent signifier la présence régionale de peuplements localisés dans des biotopes très particuliers dont les changements climatiques du cinquième millénaire ont élargi l'aire de répartition. Cette diffusion boréale discrète confirme les observations de TRIAT-LAVAL (1978,1982) dans l'étang de Berre et renforce son hypothèse situant des refuges würmien de *Fagus* dans des abris très proches du littoral.

Le passage à une sédimentation tuffière au cours de cette sous-zone n'a pas d'influence sur la composition des spectres polliniques qui ne peuvent donc apporter aucune explication à cette modification sédimentologique probablement très locale.

- To6c voit la chênaie sclérophylle régresser légèrement et une série de petites variations affecter plusieurs taxons herbacés. Elles sont difficiles à interpréter sauf la forte récurrence des Cypéracées corrélée avec le retour à une sédimentation tourbeuse. Les signes d'une action anthropique ne sont pas plus marqués qu'antérieurement, les occurrences de *Vitis*, déjà intervenues au cours de l'Holocène, semblent plutôt attribuables à une vigne sauvage poussant en ripisylve.

La raréfaction d'*Abies*, la montée des taux de *Pinus* et la chute de ceux de *Quercus* à feuillage caduc qui caractérisent le Subatlantique à Seillons (TRIAT-LAVAL et REILLE, 1979) ne sont pas repérées ici, ce qui semble indiquer que la fin de la séquence tourbeuse se situe antérieurement à cette période.

DISCUSSION

Le diagramme de Tourves traduit une histoire de la végétation assez différente de celle décrite dans les régions limitrophes, basse vallée du Rhône et Alpes méridionales.

Ces différences, dont la principale est le caractère beaucoup moins steppique, moins ouvert, de la végétation au Tardiglaciaire, tiennent en partie à des facteurs géographiques et topographiques. Dans la basse vallée du Rhône dominaient de vastes plaines et étendues marécageuses balayées par le mistral tandis que le paysage de la région de Tourves était beaucoup plus diversifié. La diversité des peuplements végétaux et l'exiguïté du site même ont favorisé l'expression des taxons à faible dispersion pollinique et une situation plus abritée a privilégié le développement précoce de nombreux taxons mésothermes.

La comparaison avec les sites des Alpes méridionales est encore plus délicate étant donnée l'altitude élevée de la plupart d'entre eux. Toutefois certains événements pressentis dans les marais les plus méridionaux des Alpes occidentales sont confirmés par l'analyse de Tourves, comme l'existence de peuplements importants de *Quercus t. pubescens* dès l'Allerød. La prospection et

l'analyse de sites de moyenne altitude dans les Alpes de Haute Provence devraient permettre des corrélations encore plus précises.

Il a semblé intéressant de comparer le diagramme de Tourves avec des sites présentant des conditions biogéographiques à peu près semblables en Italie (Lombardie : SCHNEIDER 1978 et 1985 ; Basilicate : WATTS 1985) ou même en Grèce septentrionale (BOTTEMA 1974, WIJNSTRA 1969). La plupart de ces sites montrent la même abondance des taxons mésophiles au Tardiglaciaire ainsi qu'une grande diversité taxonomique, notamment en Grèce (Ioannina : BOTTEMA 1974) où les taux de *Quercus* oscillent entre 5 et 10% durant cette période. Au Postglaciaire on note une différence au niveau de la Chênaie: à Tourves *Quercus t. pubescens* est dominant tandis qu'en Grèce, par exemple, *Tilia*, *Ulmus* et *Carpinus* sont abondants, témoignant de conditions climatiques plus humides qu'en Provence orientale.

En Lombardie, au Lago di Viverone (altitude 220m) (SCHNEIDER 1978) et au Lago di Ganna (altitude 470m) (SCHNEIDER, 1985), l'existence de refuges est nettement attestée par le développement dès le Préboréal d'*Abies* qui profite d'un environnement général plus montagnard et plus arrosé alors qu'en Italie du sud au Lago di Monticchio (altitude 530m) (WATTS l.c.) ce sont *Fagus* et *Tilia* qui se manifestent très tôt dans un paysage dominé par les Chênes à feuillage caduc, suivis ensuite successivement par *Corylus*, *Ostrya*, *Abies* et *Carpinus*, mais les âges d'extension de tous ces taxons demeurent pour l'instant incertains.

Il apparaît en outre que certains taxons montrent à Tourves un comportement particulier:

Juniperus-y est plus abondant durant le Postglaciaire qu'au Tardiglaciaire, contrairement à ce qui se passe dans la plupart des sites du sud-est de la France. Durant l'Holocène, une partie du pollen de *Juniperus* pourrait donc être liée moins aux formations steppiques héritées du Tardiglaciaire qu'à des fruticées à *J. phoenicea* et *Quercus ilex* semblables à celles décrites aujourd'hui au nord-ouest de Grasse (BARBERO et LOISEL 1974) et qui pouvaient occuper une partie des sols pauvres.

Viburnum lantana ne se trouve jamais en aussi grande abondance que dans nos spectres du Tardiglaciaire où il témoigne de peuplements très proches. Ce taxon, associé aux fréquences de Rosacées de type *Sorbus* et à l'occurrence de *Ilex* et *Hedera* montre que durant l'Allerød cette région jouissait d'un climat particulièrement tempéré et relativement arrosé. Sa disparition au début de l'Holocène montre qu'il s'agissait de formations révolues aujourd'hui où seul *V. tinus* est présent dans la chênaie.

Les témoignages d'une action humaine apparaissent dès 7 000 BP avec des courbes quasi-continues de Chénopodiacées, Cichorioidées, *Plantago*. Cette emprise humaine sur le paysage reste toujours discrète dans le diagramme dont la stabilité des courbes de la partie supérieure indique que celui-ci ne représente probablement pas les toutes dernières périodes de l'Holocène.

CONCLUSIONS

Le diagramme de Tourves montre à quel point la Provence orientale a été une région charnière. Sa topographie en a fait un lieu privilégié pour la survivance d'un certain nombre de taxons mésophiles pendant le Würm. De plus à la fin de cette période glaciaire la variété des taxons herbacés dans les spectres et la composition floristique de ces derniers montrent l'existence de formations basses de type méditerranéen très différentes des steppes généralement décrites jusqu'ici dans le sud de l'Europe.

Ainsi cette histoire s'intercale-t-elle entre celle définie en Provence occidentale dans la basse Vallée du Rhône où ont prévalu des conditions d'aridité extrême et celles décrites à l'est en Italie ou en Grèce qui montrent la persistance de nombreux taxons mésophiles.

Au cours de l'Holocène, la courbe de *Pinus* montre que le Pin d'Alep a continuellement joué un rôle, certain mais difficile à quantifier, dans la végétation régionale.

L'apparition précoce de la chênaie d'Yeuse oppose la Provence orientale aux sites

rhodaniens. Pour ces derniers, correspondant le plus souvent à de grands marécages, TRIAT-LAVAL (1978, p.276) pouvait écrire : "après une apparition tardive (un peu avant 7500 BP) mais vraisemblablement naturelle la courbe de *Quercus* type *ilex* montre des poussées qui sont toutes plus ou moins impliqués dans des épisodes où se marquent l'action humaine et un certain fléchissement des fréquences de *Quercus pubescens*", fondant l'idée de l'origine anthropique des populations actuelles de *Quercus ilex* en zones alluvionnaires, étendues à la place de *Q. pubescens*.

Loin des plaines de Provence occidentale, le site exigu de Tourves fournit l'image complémentaire de la mise en place dès le début du Boréal de formations climaciques euméditerranéennes avec *Quercus ilex*, *Phillyrea* et *Pistacia* sur les basses collines calcaires.

C'est dans des sédiments du Boréal, et presque exclusivement de cette période, que dans les Alpes (BEAULIEU, 1977) et même au coeur de l'Auvergne (BEAULIEU, PONS et REILLE, 1982, 1984, 1985, REILLE, BEAULIEU et PONS 1986, GUENET, 1986) ont été régulièrement notées des présences de pollen de *Pistacia* d'origine lointaine ; le diagramme de Tourves apporte ainsi un élément d'explication à l'origine de cette curieuse concentration.

Il n'en demeure pas moins que *Q. pubescens* constitue l'élément dominant de la végétation. Ici, davantage qu'en Provence occidentale, abstraction faite des vicissitudes de l'histoire du marais et de l'action humaine, l'équilibre climacique entre chênaies caducifoliées et chênaies sclérophylles acquis dès 9 000 BP demeure stable pendant tout l'Holocène. Ceci oppose la basse Provence aux sites légèrement plus élevés d'Italie (FRANK, 1968, SCHNEIDER, 1978, SCHNEIDER et TOBOLSKI, 1985, WATTS, 1985) et de Grèce, où une succession d'épisodes forestiers bien individualisés marquent les étapes de l'Holocène.

Tout porte donc à croire que la région de Tourves, située aujourd'hui au coeur de l'étage bioclimatique méditerranéen sub-humide a acquis cette caractéristique climatique dès le Boréal et que les variations du climat holocène n'ont donc pas été d'une amplitude telle qu'elles aient pu l'en faire sortir.

ANNEXE

RELEVÉ SOMMAIRE DE LA VÉGÉTATION ACTUELLE DE TOURVES

1-Bordure du ruisseau.

Graminées dominantes (*Brachypodium phoenicoides* et surtout *Lolium sp* et *Agropyrum sp*), *Ficaria vernalis* dans le champ voisin, *Phragmites communis*, *Scrophularia umbrosa* en touffes, *Sedum album* sur cailloux, *Veronica polita*, *Lamium amplexicaule*, *Potentilla vulgaris*, *Carduus pycnocephalus*, *Hippuris vulgaris* dans l'eau, *Dipsacus fullonum*.

2-Bordure nord de la route

A proximité immédiate de Vignes avec *Diplotaxis erucoides*. Pelouse à *Brachypodium phoenicoides* avec *Daucus carota*, *Verbascum sinuatum*, *Cerastanthus ruber*, *Plantago lanceolata*, *Sedum altissimum*, *Moelera vallisiana*, *Amsutia hybrida*, *Poterium magnoli* (= *Sanguisorba minor*), *Sonchus sp.*, *Rubus sp.*, *Salvia pratensis*, *Muscari comosum*, *Vicia narbonensis*, *Rubia peregrina*, *Lamium amplexicaule*, *Thlaspi perfoliatum*, *Marrubium vulgare*. Un pied de *Rhus coriaria* (80 cm).

3-Talus sud de la route

Arbustes: *Pistacia terebinthus*, *Quercus coccifera*, *Evonymus vulgaris*, *Prunus spinosa*, *Ulmus campestris* et un pied de *Pirus amygdaliformis*.

Brachypodium phoenicoides: *Br. phoenicoides*, *Dactylis hispanica*, *Phleum nodosum*, *Vicia narbonensis*, *Sedum altissimum*, *Muscari comosum*, *Sanguisorba minor*, *Thlaspi perfoliatum*, *Asparagus acutifolius*, *Hedera helix*, *Osyris alba*, *Rubus sp.*

4-Limite entre taillis à *Juniperus* et pelouse à *Br. phoenicoides*.

Taillis: *Juniperus oxycedrus*, *Phillyrea media*, *Quercus pubescens*, *Quercus ilex*, *Hedera helix*, *Evonymus vulgaris*, *Ligustrum vulgaris*, *Viburnum tinus*.

Pelouse: *Br. phoenicoides*, *Ophrys sp.*, *Rubia peregrina*, *Scabiosa maritima*, *Osyris alba*, *Asparagus acutifolius*, *Carduus pycnocephalus*, *Hedera helix*.

5-Sous-bois sur terrasses très anciennement abandonnées.

Arbres: *Pinus maritima*, *Quercus ilex*, *Q. pubescens*, *Arbutus unedo*;

Arbustes: *Viburnum tinus*, *Lonicera etrusca*, *Phillyrea media*, *Q. coccifera*, *Juniperus oxycedrus*, *Hedera helix*.

Pelouse: *Thymus vulgaris*, *Sanguisorba minor*, *Rubia peregrina*, *Silene italica*, *Carex halleriana*, *Clematis vitalba*, *Psoralea bituminosa*, *fc. Cephalaria sp.*, *Oryzopsis miliacea*.

6-Sur le plateau calcaire légèrement exposé au sud.

Taillis lâche de *Quercus pubescens* (3m de haut) avec en sous-strate *Quercus coccifera* et *Quercus ilex*, *Viburnum tinus*, *Ligustrum vulgaris*.

Rares herbacées: *Thymus vulgaris*, *Silene italica*, *Hedera helix*, *Rubia peregrina*.

Très grands *Pinus halepensis* à proximité.

- 7- Phragmitaie
- 8- Sous-bois à *Pinus halepensis* (8 à 10m de haut) (recouvrement 25%).
Strate à 4-5m de *Quercus pubescens* clair (10 à 15%).
Strate de grands arbustes: *Juniperus oxycedrus*, *Rhamnus alaternus*, *Quercus coccifera*. Sont présents *Lonicera implexa*, *L. etrusca*, *Cornus sanguinea*, *Rubia peregrina*, *Hedera helix*, *Rubus sp.*, *Ligustrum vulgare*.
Strate herbacée: *Genista hispanica*, *Aphyllantus monspeliensis*, *Stachys dubia*, *Teucrium chamaedrys*, *Lathyrus ochrus*.
A proximité: *Olea europea*, *Lavandula spicata*, *Stachys recta*.
- 9- Champ abandonné (à 20m d'un énorme *Hedera helix* sur ruine):
Sanguisorba minor, *Crepis cf. taraxacifolium*, *Diplotaxis errucoïdes*, *Lepidium draba*, *Euphorbia helioscopia*, *E. cyparissus*, *Muscari neglectum*.
- 10- Phragmitaie sous *Populus alba* avec *Evonymus europaeus* abondant.
présents: *Onopordon acanthium*, *Dipsacus fullonum*, *Lythrum salicaria*, *Ulmus campestris*.
Rubus sp.
- 11-Bois de Pins d'Alep au-dessus de 1.
Strate de *P. halepensis* vers 8m assez fermée (40%) avec *Quercus ilex* (25%) vers 4m et *Quercus coccifera* (50%) vers 2m.
Au sol strate quasi continue de *Hedera helix*.

BIBLIOGRAPHIE

- BARBERO M., LOISEL R. (1974). Carte écologique des Alpes au 1/100000ème. Feuille de Cannes. Documents de cartographie écologique, XIV, 81-100.
- BEAULIEU J.L. de (1977). Contribution pollénanalytique à l'histoire Tardiglaciaire et Holocène de végétation des Alpes méridionales françaises. Thèse Université Aix-Marseille III, 358 p.
- BEAULIEU J.L. de, PONS A., REILLE M. (1982). Recherches pollénanalytiques sur l'histoire de la végétation de la bordure nord du massif du Cantal (Massif Central, France). *Pollen et Spores*, XXIV, 2, 251-300.
- BEAULIEU J.L. de, PONS A., REILLE M. (1984). Recherches pollénanalytiques sur l'histoire de la végétation des monts du Velay, Massif Central, France. *Diss. Bot.* 72 (Festschrift Max Welten), 45-70.
- BEAULIEU J.L. de, PONS A., REILLE M. (1985). Recherches pollénanalytiques sur l'histoire tardiglaciaire et holocène de la végétation des monts d'Aubrac (Massif Central, France). *Rev. Palaeobot. Palynol.* 44, 37-80.
- BEAULIEU J.L. de, GOEURY CL. (1987). Zonation automatique appliquée à l'analyse pollinique: exemple de la Narce d'Ampois (Puy de Dôme, France). *Bull. A.F.E.Q.*, 1987-1, p 49-61.
- BEUG H.J. (1967). Probleme der Vegetationsgeschichte in Süd-Europa. *Ber. dtsch. Bot. Gesellsch.*, 80 (10), 682-689.
- BOTTEMA S. (1974). Late quaternary vegetation history of Northwestern Greece. Rijksuniversiteit te Groningen, 190 p.
- FRENZEL B. (1964). Zur Pollenanalyse von Lossen. *Eiszeitalter und Gegenwart*, 15, 5-39.
- GAILLARD M.J. (1984). Etude Palynologique de l'Evolution Tardi-et Postglaciaire de la Végétation du Moyen-Pays Romand (Suisse). *Diss. Bot.* 77, 322 p., 15 pl., 2 tabl., 16 diagr.
- GOEURY CL., BEAULIEU J.L. de (1979). A propos de la concentration du pollen à l'aide de la liqueur de Thoulet dans les sédiments minéraux. *Pollen et Spores*, XXI, 1-2, 239-251.
- GUENET P. (1986). Analyse pollinique de la Tourbière de Chambedaze et recherches pollénanalytiques dans les Monts Dore et le Cézallier, Massif Central, France. Thèse, Aix-Marseille III, 107p, 12 diagr. ht.
- HEIM J. (1970). Relations entre les spectres polliniques récents et la végétation actuelle en Europe occidentale. Ed. Derouaux, 220p.
- LOISEL R. (1976). La végétation de l'étage méditerranéen dans le Sud-Est continental français. Thèse Univ. Aix-Marseille III, 380 p.
- MANGERUD J., ANDERSEN S., BERGLUND B., DONNER J. (1974). Quaternary stratigraphy of Norden, a proposal for terminology and classification, *Boreas* 3, 109-128.

- MOLINIER R., ARCHILOQUE A., BOREL L., DEVAUX J.P., LAVAGNE A., MOUTTE P. (1974). *Carte de la végétation de la France au 1/20000ème*. Marseille n°74, Ed. CNRS.
- NICOL-PICHARD S. (1982). Analyse pollinique de sédiments littoraux postglaciaires de l'embouchure du Paillon (Nice, A.M.). *Ecologia mediterranea*, VIII, 4, 88-95.
- PLANCHAIS N. (1985). Analyse pollinique du remplissage holocène de la lagune du Canet (Plaine du Roussillon, département des Pyrénées orientales). *Ecologia mediterranea*, XI, 1, 117-127.
- PLANCHAIS N., PARRA VERGARA I (1984). Analyses polliniques de sédiments lagunaires et côtiers en Languedoc, en Roussillon et dans la province de Castellon (Espagne); bioclimatologie. *Bull. Soc. Bot. Fr., Actual. Bot.*, 97-105.
- REILLE M., BEAULIEU J.L.de, PONS A. (1985). Recherches pollenanalytiques sur l'histoire tardiglaciaire et holocène de la végétation du Cézallier, de la Planèze de Saint Flour et de la Margeride (Massif Central, France). *Pollen et Spores*, XXVII, 2, 209-270.
- SCHNEIDER R. (1978). Pollenanalytische Untersuchungen zur Kenntnis des Spät- und Postglazialen Vegetationsgeschichte am Südrand der Alpen zwischen Turin und Varese (Italien). *Bot. Jahrb. Syst.*, 100, 1, 26-109.
- SCHNEIDER R., TOBOLSKY K. (1985). Lago di Ganna-Lateglacial and holocene environments of a lake in the southern Alps. In *Swiss lake and mire environments during the last 15000 years* Ed. G.LANG, 229-271.
- STOCKMARR J. (1971). Tablets with spores used in absolute pollen analysis. *Pollen et Spores*, XIII, 615-621.
- TRIAT-LAVAL H. (1978). *Contribution pollenanalytique à l'histoire Tardi- et Postglaciaire de la végétation de la Basse Vallée du Rhône*. Thèse Univ. Aix-Marseille III, 343 p.
- TRIAT-LAVAL H. (1982). Pollenanalyse de sédiments quaternaires récents du pourtour de l'étang de Berre. *Ecologia Mediterranea*, VIII, 4, 97-115.
- TRIAT-LAVAL H., REILLE M. (1981). Analyse pollinique d'une séquence tourbeuse de Provence orientale (Seillons-Source d'Argens-Var, France). *Ecologia mediterranea*, 7, 2, 31-35.
- VAN DER HAMMEN T., WIJMSTRA T.A., ZAGWIJN W.H. (1971). The floral record of the late Cenozoic of Europe. In *The late Cenozoic Glacial Ages*, TUREKIAN K.K. ed., Yale Univ. Press, Hamden, Conn., 391-424.
- WATTS W.A. (1985). A long pollen record from Laghi di Monticchio, southern Italy: a preliminary account. *L. Geol. Soc. London*, 142, 491-499.
- WIJMSTRA T.A. (1969). Palynology of the first 30 meters of a 120m deep section in northern Greece. *Acta Bot. Neerl.* 15, 4, 511-527.

Le mode de germination des diaspores et la résistance des plantes à la sécheresse estivale, chez quelques espèces herbacées colonisatrices de talus routiers.

H. MINEAU *
S. PUECH *

RESUME - Chez plusieurs espèces herbacées, colonisant des talus routiers de la région méditerranéenne, les diaspores à maturité précoce requièrent une post-maturation qui les préserve d'une germination au cours de la saison sèche estivale. La germination automnale et post-automnale leur permet d'aborder l'été à un stade de croissance qui leur assure une plus grande résistance au stress hydrique. L'espèce, caractérisée par une activité germinative plus échelonnée dans le temps, est désavantagée, notamment en raison de la sensibilité des plantules printanières à la sécheresse estivale.

SUMMARY - In several herbaceous species, colonizing excavation slopes in mediterranean area, post-maturation of the diaspores, scattered in summer, prevent the germination during the dry season. The autumnal and post-autumnal germination permits them to begin the summer season at a growing stage which assures a better resistance to the water stress. The species in which the germination activity is more spaced in the time, is penalized, particularly because of the sensibility of the springer young plants towards the water stress.

MOTS CLES : espèces pionnières, germination, postmaturation des diaspores, région méditerranéenne, stress hydrique, talus routiers, *Echium vulgare*, *Reichardia picroides*, *Sanguisorba minor*, *Scabiosa atropurpurea*.

INTRODUCTION

En région méditerranéenne, le déficit hydrique auquel sont confrontées les plantes, pendant l'été, est aggravé dans des milieux où l'absence d'un sol structuré ou bien une forte déclivité du terrain rendent difficile la rétention des eaux de pluies. Ne peuvent alors coexister, et assurer leur expansion, que les espèces les mieux adaptées à cette contrainte climatique.

Les talus routiers nouvellement créés nous ont fourni des sites propices à une description des caractéristiques démographiques d'espèces herbacées. Il nous a été possible de mettre en évidence dans quelle mesure le mode de germination des diaspores nouvellement dispersées au cours d'une même phase de reproduction (acquisition de leur maturité physiologique, échelonnement de la levée des plantules), associé aux capacités de survie des plantules à l'aggravation temporaire des contraintes environnementales, traduit une adaptation à la sécheresse estivale.

MATERIEL ET MODES OPERATOIRES

I - LES ESPECES ET LE MILIEU ETUDIES

L'étude porte sur quatre espèces herbacées hémicryptophytes (*Echium vulgare* L., *Reichardia picroides* (L.) Roth, *Sanguisorba minor* Scop., *Scabiosa atropurpurea* L.) communes dans la région de Montpellier, où elles participent notamment aux stades pionniers de la recolonisation d'espaces dénudés. Toutes quatre ne se reproduisent que par voie sexuée. Tandis qu'*Echium vulgare* est une espèce bisannuelle facultative, les trois autres sont polycarpiques.

*Université des Sciences et Techniques du Languedoc. Institut de Botanique, 163, rue Auguste Broussonet, 34000 MONTPELLIER (France)

Le comportement démographique de ces espèces a été étudié sur deux talus façonnés en 1979, à une dizaine de kilomètres au nord de Montpellier. Situés vis à vis, ils sont caractérisés par une macro-hétérogénéité du substrat, due à l'affleurement de couches géologiques d'âge et de nature différents. Sur le premier talus, d'une déclivité oscillant entre 40 et 45°, la couverture végétale n'excédait pas 5 % au printemps 1984 ; celle-ci atteignait alors 35 % sur le second talus, d'une déclivité voisine de 30°.

II - LES PROTOCOLES EXPERIMENTAUX

1 - Les mesures démographiques

Sur chaque talus a été délimité, pour la durée de l'étude, un "site" de superficie déterminée. Celle-ci s'élevait à 70 mètres carrés (70 m x 1 m) sur le site 1, relatif au premier talus décrit, et à 20 mètres carrés (20 m x 1 m) sur le site 2.

Pour chaque espèce, le terme de "population" a été attribué à l'ensemble des plantes recensées sur un même site. Pour chaque population des mesures démographiques ont été réalisées entre les mois de mars 1984 et de septembre 1986 inclus, à raison de seize relevés successifs séparés par un délai voisin de deux mois. Au cours d'un même relevé, le dénombrement des plantes d'une population, quel que soit leur stade de croissance, a été assuré grâce à un cadre en bois de 1 m x 0,5 m de côté, qualifié de quadrat élémentaire, et déplacé de proche en proche jusqu'à ce que la superficie totale du site soit prospectée. Dans chaque quadrat élémentaire, les plantes ont été localisées grâce à un système de coordonnées.

Pour une même population, les plantules recensées pour la première fois au cours d'un relevé ont été regroupées au sein de "cohortes". En raison du délai entre deux relevés successifs, l'effectif observé d'une cohorte peut ne refléter que partiellement l'intensité des levées de plantules, au cas où certaines d'entre elles auraient connu une nécrose précoce, avant leur recensement initial. Nous estimons toutefois qu'un tel processus n'a pas perturbé la qualité des mesures, exception faite des cohortes de janvier 1985, décimées par des gelées exceptionnellement fortes.

Le protocole expérimental, en raison de la localisation précise des plantes, avait pour but de suivre le destin de chacune d'entre elles, depuis son intégration au sein d'une population, jusqu'à sa mort (si celle-ci est intervenue avant la fin des observations).

2 - Mise en évidence, en conditions expérimentales, d'une post-maturation des diaspores

L'étude avait pour but de mettre en évidence la nécessité, pour des diaspores ayant nouvellement fructifié, de subir une post-maturation (COME, 1970 ; MAYER et POLJAKOFF-MAYBER, 1975) avant l'acquisition de leur maturité physiologique, synonyme d'aptitude à la germination, et en outre de déterminer si, au cours d'une même phase de reproduction, ce besoin de post-maturation varie selon l'époque de fructification (estivale ou post-estivale) des diaspores.

Au cours de deux séries d'expériences en laboratoire, nous avons analysé l'évolution des capacités germinatives de diaspores de *Scabiosa atropurpurea*, en relation avec leur âge.

- Le 17 juillet 1985, des diaspores venant d'achever leur fructification ont été récoltées en mélange sur plusieurs plantes situées à proximité des talus précédemment décrits, puis conservées au laboratoire, à une température voisine de 20°C, en atmosphère sèche et à l'obscurité. Des tests germinatifs ont été successivement pratiqués avec des diaspores conservées pendant des durées croissantes (Tabl. 1). Pour chaque test (coïncidant avec une durée de stockage déterminée), 200 akènes ont été équitablement répartis dans quatre boîtes de Pétri, contenant du coton hydrophile et du papier filtre imbibés d'eau déminéralisée. Les boîtes ont été immédiatement placées en étuve obscure, à 25°C, pour une durée de 30 jours. Tout au long du test, nous avons procédé à un décompte journalier des akènes germés.
- Une seconde série de tests germinatifs a été pratiquée à partir d'akènes ayant mûri à la fin de l'été 1985 (récolte effectuée le 1er octobre). Le mode de prélèvement et de dispersion des diaspores, ainsi que les conditions expérimentales, sont identiques à ceux décrits pour la première série de tests. Par contre, les durées de stockage ont légèrement différé (0, 15, 30, 45, 60, 75, 100, 130, 160 et 190 jours). En outre, à cause de la faible quantité de diaspores disponibles à cette époque de la phase de reproduction, cinquante akènes regroupés en une seule boîte de Pétri ont été utilisés

pour chaque test germinatif.

RESULTATS

I - L'ACQUISITION DE LA MATURITE PHYSIOLOGIQUE, CHEZ LES DIASPORES DE *SCABIOSA ATROPURPUREA*

Pour chaque expérience, le calcul du taux de germination s'appuie sur la quantité de diaspores demeurées indemnes d'infestations mycéliennes au cours de leur séjour en étuve obscure.

1 - Les diaspores à fructification estivale

Chez les akènes frais, le taux de germination moyen n'a pas excédé 11,5 % (Tabl. 1). Au cours des premières semaines de conservation des diaspores, l'activité germinative s'est progressivement accrue (Tabl. 1 ; Fig. 1), exception faite du résultat obtenu après 15 jours de stockage. La diversité des réponses germinatives observée au cours de cette période pourrait exprimer une hétérogénéité de la part des diaspores dans la vitesse d'acquisition de la maturité physiologique.

durée stockage en j.		0	15	30	45	60	75	90	105	135	175	205	235	265	295	325
akènes germées	moyenne en %	11,5	34,5	21,8	32,5	39,7	45,4	45,3	46,8	34,7	55,4	44,8	56,4	49,3	52	54,8
	σ	4,9	6,1	11,1	12,7	3,6	9,2	11,5	1,8	2,3	1,4	5,4	6,4	7,8	1,8	8,7

Tabl. 1 - *Scabiosa atropurpurea*. Evolution des réponses germinatives à l'étuve obscure, en fonction de la durée de conservation des diaspores au laboratoire (récolte effectuée le 17.07.85).

Après 75 jours de stockage (c'est-à-dire au début du mois d'octobre 1985), la post-maturation a atteint un palier, avec un taux moyen de germination égal à 45,4 % ($\sigma = 9,2$). Cette durée correspond approximativement au délai entre l'achèvement de la fructification des diaspores et la reprise automnale des précipitations. Ultérieurement, si l'on excepte les tests effectués après 135 jours et 205 jours de conservation des diaspores, il y eut jusqu'à la fin de l'expérimentation (durée de stockage voisine de onze mois) une stabilisation progressive de l'activité germinative.

2 - Les diaspores à fructification post-estivale

37,5 % des akènes frais, et qui ne furent pas infestés pendant leur séjour à l'étuve obscure, étaient alors aptes à la germination (Fig. 1). Après 45 jours de stockage (c'est-à-dire à la mi-novembre 1985), le taux de germination s'élevait à 84,2 %. Ultérieurement, exception faite du cas marginal des akènes conservés 60 jours, l'activité germinative à l'étude obscure est demeurée intense (Fig. 1), avec des pourcentages variant entre 82,1 % (après 75 jours de conservation) et 94,6 % (après 185 jours de conservation).

En conclusion, l'analyse du comportement germinatif des diaspores selon l'époque de leur fructification, au cours de la phase de reproduction de 1985, montre que :

- . La proportion d'akènes aptes à la germination dès leur maturité morphologique fut plus élevée pour des diaspores de la fin de l'été que pour des diaspores plus précoces.
- . En outre, la vitesse et l'intensité de la post-maturation furent considérablement accrues chez les diaspores post-estivales.

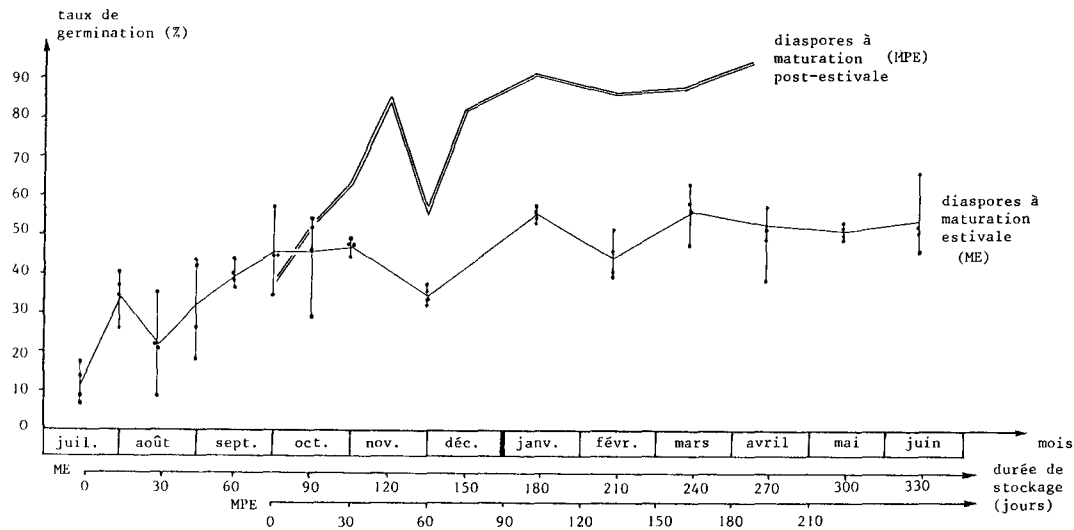


Fig. 1 - *Scabiosa atropurpurea* - Evolution des taux de germination à l'étude obscure en fonction de la durée de conservation au laboratoire, pour des diaspores à maturation estivale ou post-estivale.

II - LA RYTHMICITE DES LEVEES DE PLANTULES EN CONDITONS NATURELLES

L'étude, pratiquée pour les quatre espèces échantillonnées sur les deux sites, a permis de déterminer, pour chacune d'entre elles, les périodes de l'année les plus favorables à la levée des plantules en conditions naturelles.

Les effectifs des cohortes successives (Tabl. 2), recensées sur des sites de superficie différente, ont été rapportés à une densité par rapport à une aire arbitrairement fixée à dix mètres carrés (Fig. 2). D'autre part, un même cycle annuel a été fractionné en trois périodes, en relation avec l'époque des relevés et les caractéristiques climatiques de la région :

- l'automne et le début de l'hiver, entre la mi-septembre et la mi-janvier (relevés de novembre et de janvier) ;
- la fin de l'hiver et le début du printemps, entre la mi-janvier et la mi-mai (relevés de mars et de mai) ;
- la saison sèche estivale, entre la mi-mai et la mi-septembre (relevés de juillet et de septembre).

1 - *Scabiosa atropurpurea*

Sur l'un ou l'autre site, l'activité germinative, extrêmement faible pendant la saison estivale (Tabl. 2 ; Fig. 2), fut essentiellement concentrée sur l'automne et le début de l'hiver : pour la durée totale de l'étude, 96,1 % de l'effectif global des plantules recensées sur le site 1 (1 123 sur 1 168) et 97,7 % de celles dénombrées sur le site 2 (628 sur 644) étaient originaires des cohortes de novembre ou de janvier.

Sites	Espèces	Date du recensement initial												Total
		V-84	VII-84	IX-84	XI-84	I-85	III-85	V-85	VII-85	IX-85	XI-85	I-86	III-86	
Site 1	<i>Echium vulgare</i>	38	10	2	34	3	28	19	4	1	123	17	2	281
	<i>Reichardia picroides</i>	11	2	7	90	12	-	-	-	-	38	12	0	172
	<i>Sanguisorba minor</i>	25	1	-	132	65	44	16	-	-	223	293	25	824
	<i>Scabiosa atropurpurea</i>	20	8	3	504	173	3	2	-	-	322	124	9	1 168
Site 2	<i>Echium vulgare</i>	20	-	1	44	-	7	23	-	-	11	-	-	106
	<i>Reichardia picroides</i>	6	-	1	12	-	-	-	-	-	40	7	1	67
	<i>Sanguisorba minor</i>	85	1	1	866	18	168	57	-	-	466	287	25	1 974
	<i>Scabiosa atropurpurea</i>	4	-	5	350	2	3	-	-	-	228	48	4	644

Tabl. 2 - Effectifs initiaux des cohortes recensées entre mai 1984 et mars 1986, pour les quatre espèces et les deux sites.

La faiblesse des effectifs, pour la cohorte de janvier 1985 sur le site 2, ne traduit pas une activité germinative déficiente au cours des semaines précédentes mais est liée à l'intervention, au début de l'année, de gelées exceptionnellement rigoureuses pour la région : la quasi-totalité des plantules avaient été victimes du froid avant même leur recensement initial.

2 - *Reichardia picroides*

Comme chez la Scabieuse, la levée des plantules fut prépondérante entre l'automne et le début de l'hiver (pour la durée de l'étude, respectivement 88,4 % et 88,1 % des plantules recensées sur les sites 1 et 2 étaient apparues au cours de cette période de l'année ; Tabl. 2). Par ailleurs, il n'y eut quasiment aucune activité germinative entre la fin du printemps et de l'été, tant en 1984 qu'en 1985 (Tabl. 2 ; Fig. 2).

L'absence de plantules, au relevé de janvier 1985 sur le site 2, est, comme pour la cohorte correspondante de *Scabiosa atropurpurea*, liée aux effets du gel, provoquant leur nécrose précoce, avant leur recensement initial.

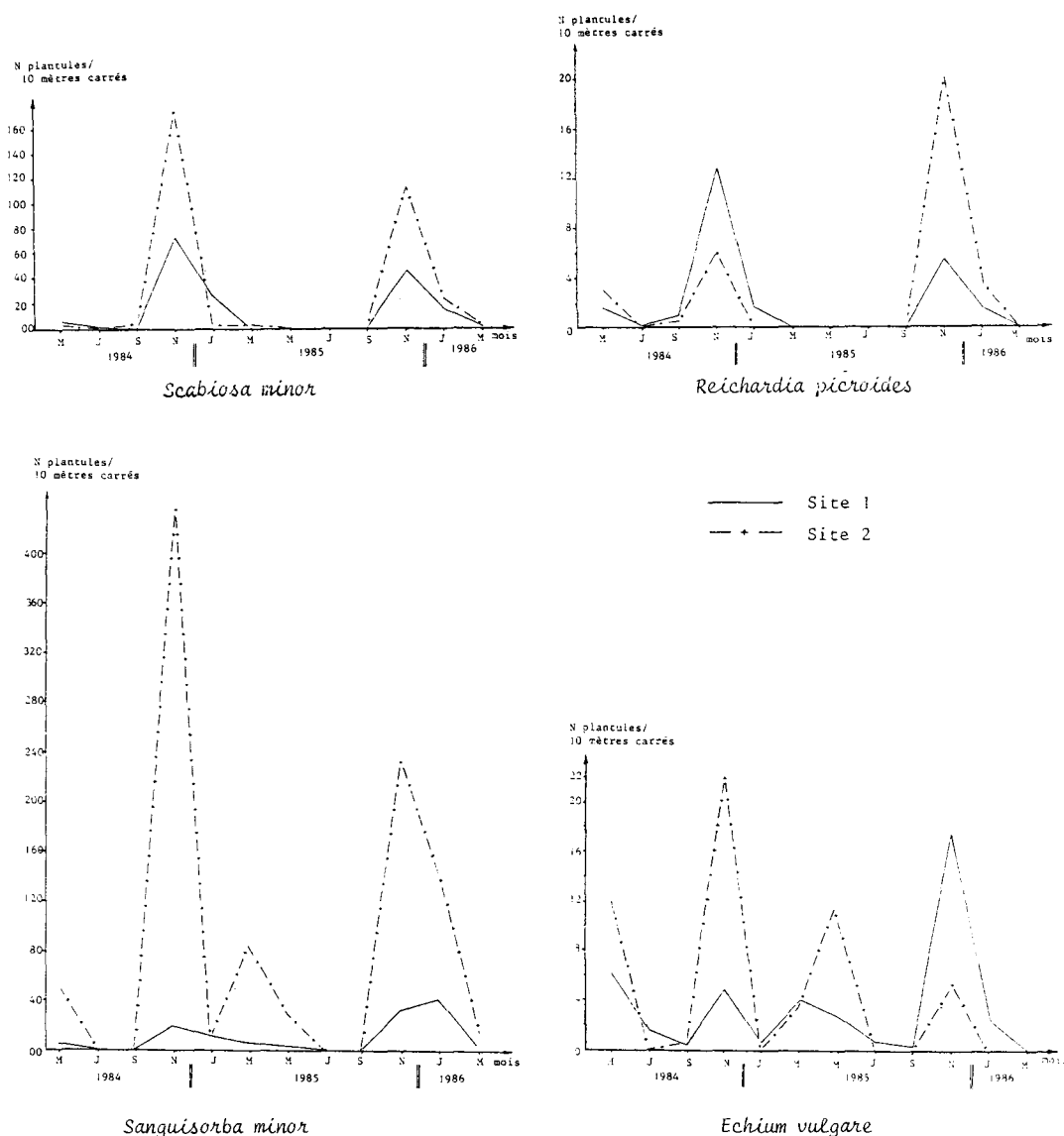


Fig. 2 - Rythmicité des levées de plantules en conditions naturelles, entre mai 1984 et mars 1986, chez *Echium vulgare*, *Reichardia picroides*, *Sanguisorba minor* et *Scabiosa atropurpurea*

3 - *Sanguisorba minor*

Tandis que les diaspores nouvellement dispersées ne germent pas au cours de l'été, la levée des plantules est par contre prépondérante en automne, et jusqu'au début de l'hiver (Tabl. 2 ; Fig. 2) : pour la durée de l'étude, 86,5 % des plantules recensées sur le site 1 (713 sur 824) et 82,9 % de celles du site 2 (1 637 sur 1 974) étaient originaires des cohortes de novembre ou de janvier.

A l'inverse des deux premières espèces mentionnées, nous avons observé, chez la population de *Sanguisorba minor* échantillonnée sur le site 2, une reprise non négligeable des levées entre la fin de l'hiver et le printemps 1985 (Tabl. 2 ; Fig. 2). Plus généralement, pour la durée de l'étude, 13,3 % des plantules recensées sur le site 1 (110 sur 824) contre 17 % de celles dénombrées sur le site 2 (335 sur 1 974) étaient originaires des relevés de mars ou de mai.

4 - *Echium vulgare*

D'après les résultats obtenus en conditions naturelles, cette espèce fut, parmi les quatre étudiées, celle ayant connu le plus grand échelonnement de l'activité germinative des diaspores dans le temps, depuis l'automne jusqu'au printemps (Tabl. 2 ; Fig. 2). Sur le site 1, 63 % des plantules recensées au cours de l'étude (177 sur 281) sont apparues entre l'automne et le début de l'hiver, tandis que 31 % d'entre elles (87 plantules) sont apparues entre la fin de l'hiver et l'arrivée de la saison sèche. Sur le site 2, la place occupée par les plantules post-hivernales et printanières dans l'effectif global est supérieure, avec 47,2 % d'individus recensés aux relevés de mars ou de mai, contre 51,9 % aux relevés de novembre ou de janvier.

III - LES CAPACITES DE SURVIE DES PLANTES

L'étude, qui s'appuie, pour chacune des années 1985 et 1986, sur le calcul de taux de mortalité entre les relevés de mai et de septembre, a pour but de déterminer, pour chaque population, l'évolution des capacités de survie des plantes au cours de la saison estivale, en fonction de leur âge.

Sanguisorba minor est particulièrement intéressante à étudier, en raison du grand nombre de cohortes réparties sur plusieurs saisons. Pour chaque population nous avons retenu les cohortes encore représentées par au moins dix individus au début de la saison sèche, de même que les plantes les plus âgées (déjà présentes au relevé initial de mars 1984), regroupées au sein des "contingents de mars 1984" (Tabl. 3). Les taux de mortalité, sur le site 1, au cours de l'été 1985, ont varié entre 9,8 % pour les plantes âgées d'au moins quinze mois au relevé de mai, et 75 % pour les plantes alors âgées d'environ deux mois. Au sein de la population échantillonnée sur le site 2, les plantes les plus âgées ont également montré les plus fortes capacités de survie à la sécheresse estivale (Tabl. 3a).

Pour les plantes apparues au cours des mois suivant la phase de dispersion de 1984 (depuis la cohorte de novembre jusqu'à celle de mai), celles âgées d'environ deux mois au début de la saison sèche de 1985 furent notablement plus sensibles au stress hydrique ($t_m = 75\%$ sur le site 1 ; $t_m = 82,4\%$ sur le site 2) que celles alors âgées de six à huit mois ($t_m = 27,8\%$ sur le site 1 ; $t_m = 47,6\%$ sur le site 2).

En 1986, au sein de la population de *Sanguisorba minor* échantillonnée sur le site 1, les pertes au cours de la saison estivale, exceptionnellement sèche, ont varié entre 23,5 % pour les plantes âgées d'au moins vingt-sept mois au relevé de mai, et 56,7 % pour celles alors âgées de six à huit mois (la cohorte de janvier 1986, regroupant les plantes âgées de quatre à six mois au début de la saison sèche, a connu des pertes analogues).

Sur le site 2, les pertes enregistrées chez les plantes âgées d'au moins vingt-sept mois ont atteint 35,8 %. Pour celles apparues depuis la phase de dispersion de 1985, les taux de mortalité, notablement plus élevés, furent analogues quelle que soit la cohorte à laquelle elles appartenaient (entre 90 % pour celle de janvier, et 95,8 % pour celle de mars). En raison de l'interruption des dénombrements après le relevé de mars 1986, le sort des dernières plantules apparues avant la saison sèche n'a pu être analysé.

Les résultats obtenus chez *Sanguisorba minor* traduisent une amélioration des capacités de survie des plantes à la sécheresse estivale, en relation avec leur vieillissement. Si l'on se réfère à l'année 1985, parmi les plantes âgées de seulement quelques semaines ou mois au début de

l'été, les plus jeunes seraient plus sensibles au stress hydrique que leurs congénères apparues dès l'automne ou l'hiver précédents.

Les variations dans le comportement démographique des plantes selon l'époque de leur levée au cours d'une même cycle annuel n'ont pu être vérifiées chez les trois autres espèces, en raison d'une activité germinative déficiente au printemps (*Reichardia picroides* et *Scabiosa atropurpurea*) ou de la faiblesse des effectifs à l'arrivée de la saison sèche (*Echium vulgare*). Toutefois, plus généralement, il semble, dans l'état actuel des connaissances, qu'une amélioration des capacités de survie des plantes à la sécheresse estivale, en relation avec leur âge, intervienne également chez *Scabiosa atropurpurea* : sur le site 2, en 1985, les plantes âgées de six à huit mois au relevé de mai ont connu un taux de mortalité égal à 50 % (11 plantes disparues sur les 22 dénombrées en mai) pendant la saison estivale, tandis que les pertes n'ont pas excédé 12,5 % (deux individus disparus sur les 16 présents en mai), chez celles alors âgées d'au moins quinze mois.

(a)		Cohortes				Contingent III-84 ≥ 15	
Age présumé des plantes (mois)		V-85	III-85	I-85	XI-84		
Site 1	N	V-85	16	20	17	46	92
	N	IX-85	4	10	10	36	83
	tm %	75	50	41,2	27,8	9,8	
Site 2	N	V-85	57	121	-	338	250
	N	IX-85	10	54	-	177	187
	tm %	82,4	55,4	-	47,6	25,2	

(b)		Cohortes					Contingent III-84 ≥ 27	
Age présumé des plantes (mois)		III-86	I-86	XI-85	III-85	XI-84		
Site 1	N	V-86	22	157	164	-	29	68
	N	IX-86	13	70	71	-	19	52
	tm %	40,9	55,4	56,7	-	34,5	23,5	
Site 2	N	V-86	24	156	228	36	134	162
	N	IX-86	1	15	26	12	74	104
	tm %	95,8	90,4	91,0	66,7	44,8	35,8	

Tabl. 3 - *Sanguisorba minor*. Valeurs des taux de mortalité selon l'âge des plantes, au cours des étés 1985 (a) et 1986 (b).

DISCUSSION

La nécessité, pour des diaspores nouvellement dispersées, de subir une post-maturation avant qu'elles soient aptes à la germination (COME, 1970 ; MAYER et POLJAKOFF-MAYBER, 1975) constitue un phénomène commun à de nombreuses espèces herbacées (WELLINGTON, 1964 ; CAVERS, 1974 ; BASKIN et BASKIN, 1977 ; BLOM, 1978 ; VAN DER VETGE, 1978 ; SUZUKI, 1981 ; PEMADASA et AMARASINGHE, 1982 ; MINEAU, 1983). Pour *Scabiosa atropurpurea*, espèce inféodée au domaine méditerranéen, ce comportement germinatif a des implications écologiques non négligeables, en liaison avec la sécheresse estivale qui sévit au moment de la fructification et de la dispersion des diaspores. Cette sécheresse n'étant atténuée que de façon intermittente par des pluies orageuses non prédictibles, la dormance dont sont affectées les diaspores empêche la levée de plantules qui seraient, dès leurs premiers stades de croissance, confrontées à un stress hydrique fatal à leur survie. Au début de l'automne, la post-maturation étant désormais achevée pour une proportion importante de ces diaspores produites au début de la phase de reproduction, celles-ci peuvent alors exploiter le retour de conditions climatiques favorables à leur germination, et à la croissance des plantules. Quant aux diaspores demeurant dormantes, elles sont incluses à la réserve du sol, en prévision de l'apparition ultérieure d'un environnement favorable à leur germination.

D'après les résultats expérimentaux, les diaspores produites à la fin de l'été sont, comparativement à leurs homologues plus précoces au sein d'une même phase de reproduction, caractérisées par un moindre besoin de post-maturation. Etant donné que la saison sèche s'achève à cette époque, la protection indirecte des plantules contre le stress hydrique, par l'intermédiaire d'une phase de repos préalable des diaspores, devient caduque. En outre, l'acquisition rapide et massive de la maturité physiologique assure à ces diaspores une exploitation optimale, avec l'apparition précoce des pluies automnales, des conditions climatiques favorables à leur germination.

Des quatre espèces étudiées, *Echium vulgare* est celle où la levée des plantules fut la plus échelonnée dans le temps, depuis l'automne jusqu'au printemps. Un phénomène analogue a été observé chez des populations de cette espèce, mais originaires de régions plus septentrionales (VAN BREEMEN, 1984 ; KLEWOW et RAYNAL, 1985) ; dans ce cas, la période d'activité germinative s'étendait du printemps à l'automne, en incluant la saison estivale, plus propice à la survie des plantules qu'en région méditerranéenne.

Bien que la mortalité des plantules printanières, chez *Echium vulgare*, semble moins intense que chez *Sanguisorba minor* (MINEAU, 1987), le coût démographique qu'elle engendre est trop élevé pour une régénération optimale des population échantillonnées sur les talus. En outre, il semble que l'échelonnement de l'activité germinative, en nécessitant un comportement plus "généraliste" des plantes vis-à-vis de la variation temporelle des contraintes environnementales, se traduise par leur moindre aptitude à exploiter de façon maximale le retour temporaire de conditions propices à leur survie et à leur croissance.

Chez *Sanguisorba minor*, et surtout chez *Reichardia picroides* et *Scabiosa atropurpurea*, la levée massive des plantules, au cours de l'automne et jusqu'au début de l'hiver, peut être interprétée comme une tactique démographique adaptée au climat méditerranéen. En raison de l'accroissement des capacités de survie des plantes avec leur vieillissement, les plantules automnales abordent, en années climatiques normales (au cours desquelles le froid hivernal affecte peu la survie des plantes) la saison estivale à un stade de croissance leur assurant une meilleure résistance au stress hydrique que si elles n'étaient alors âgées que de quelques semaines. Toutefois, une activité germinative concentrée sur une courte période peut temporairement constituer une entrave au succès colonisateur d'une espèce, les années où intervient une perturbation inhabituelle à laquelle les plantules sont sensibles (ce fut le cas pour *Scabiosa atropurpurea* et *Reichardia picroides* à l'occasion des gelées de janvier 1985).

En référence aux risques de déclin catastrophique évoqués ci-dessus, la reprise non négligeable d'une activité germinative entre la fin de l'hiver et le printemps, chez *Sanguisorba minor*, peut être considérée comme un atout pour une reprise rapide de l'activité colonisatrice, après une perturbation inhabituelle. Il faut toutefois préciser, malgré des informations encore fragmentaires, que les dernières plantules apparues avant la saison sèche jouent un rôle marginal dans l'expansion de cette espèce dans le milieu, d'une part en raison de leur effectif réduit, d'autre part en raison de leur sensibilité à l'aggravation des contraintes hydriques (MINEAU, 1987).

Les deux espèces dont l'aire de répartition est limitée au domaine méditerranéen (*Reichardia picroides* et *Scabiosa atropurpurea*) sont celles ayant connu, en conditions naturelles, l'activité germinative la plus concentrée sur une courte période, elle-même éloignée de la saison sèche. Bien qu'il s'agisse d'un argument supplémentaire quant au lien entre la tactique germinative d'une espèce et son adaptation au régime climatique auquel elle est exposée, il serait hasardeux d'en déduire que le mode de germination mis en évidence chez les deux espèces sus-citées, est généralisable à l'ensemble des espèces méditerranéennes. En outre, d'autres paramètres démographiques peuvent intervenir dans la réussite ou l'échec d'une espèce dans un milieu. Si l'on prend les cas de *Reichardia picroides* et de *Scabiosa atropurpurea*, on peut envisager que la sensibilité des plantules aux gelées hivernales (MINEAU, 1987) ne permet pas à ces espèces de se propager dans des régions caractérisées par des hivers rigoureux, étant donné que la croissance et l'existence de leurs représentants y sont prématurément interrompues.

BIBLIOGRAPHIE

- BASKIN J.M., BASKIN G.C. (1977). Germination ecology of *Sedum pulchellum* Michx (Crassulaceae). *Amer. J. Bot.*, 64, 1242-1247.
- BLOM C.W.P.M. (1978). Germination, seedling emergence and establishment of some *Plantago* species under laboratory and field conditions. *Acta Bot. Neerl.*, 27, 257-271.
- CAVERS P.B. (1974). Germination polymorphism in *Rumex crispus*. The effects of different storage conditions on germination responses of seeds collected from individual plants. *Can. J. Bot.*, 52, 573-583.
- COME D. (1970). *Les obstacles à la germination*. Masson, Paris, 162 p.
- KLEMON K.M., RAYNAL D.J. (1985). Demography of two biennial plant species in an unproductive habitat. *J. Ecol.*, 73, 147-167.
- MAYER A.M., POLJAKOFF-MAYBER A. (1975). *The germination of seeds*. 2nd ed., Pergamon Press, 192 p.

- MINEAU H. (1983). Les aptitudes germinatives de quelques espèces de la garrigue languedocienne, et la colonisation de pentes érodées.
D.E.A., Université des Sciences et Techniques du Languedoc, Montpellier, 36 p., tabl., fig.
- MINEAU H. (1987). Démographie et dynamique de recolonisation de talus routiers nouvellement créés, chez quelques espèces herbacées hémicryptophytes de la région méditerranéenne.
Thèse de doctorat, Université des Sciences et Techniques du Languedoc, Montpellier, 319 p., dessins, photographies.
- PEMADASA M.A., AMARASINGHE L. (1982). The ecology of montane grassland in Sri Lanka. III. Germination of three major grasses.
J. Ecol., 70, 483-490.
- SUZUKI Y. (1981). After-ripening as a factor in lettuce seed germination response.
Amer. J. Bot., 68, 859-863.
- VAN BREEMEN A.M.N. (1984). Comparative germination ecology of three short lived monocarpic *Boraginaceae*.
Acta Bot. Neerl., 33, 283-306.
- VAN DER VETGE F.W. (1978). Population differentiation and germination ecology in *Stellaria media* (L.) Vill.
Oecologia, 37, 231-245.
- WELLINGTON P.S. (1964). The dormancy of Barley grains during ripening.
Ann. Bot., 28, 123.

A critical approach to the problem of the vigour of *Ammophila littoralis*(Beauv.) Rothm.

L. GRATANI*

RÉSUMÉ - On a étudié les altérations de la vigueur de *Ammophila littoralis* (Beauv.) Rothm., dans les successions dunales de Castelporziano (S-SW de Rome, Italie). La vigueur des buissons et les dimensions des inflorescences et des racines atteignent leur maximum sur les premières dunes et diminuent au fur et à mesure que les dunes se succèdent. Les différences de vigueur paraissent être en relation avec les variations de la composition du sol, la compétition avec les autres espèces et les variations du milieu. Les preuves expérimentales effectuées dans le Jardin Botanique de Rome, confirment cette hypothèse. Les différences de vigueur ont été exprimées au moyen d'équations de régression linéaire.

SUMMARY - Differences in vigour of *Ammophila littoralis* (Beauv.) Rothm. are studied on different positions in sand dune succession at Castelporziano (S-SW of Rome, Lazio, Italy). The vigour of the shoots is maximum on the mobile dunes and decreases with advancing successional stages of the dunes. Such vigour seems to be in relationship with changes of some environmental factors on mobile dunes as regards the stable dunes. The experiment performed in the Botanical Garden confirms this hypothesis. The different vigour is expressed by linear regression equations.

KEY-WORDS : *Ammophila littoralis*, Dune system, Vigour problem, Correlation analysis.

INTRODUCTION

Ammophila littoralis (Beauv.) Rothm., is a dune building grass which occurs on the Italian coasts in the first stage of plant succession on newly formed sand dunes (PIGNATTI, 1953; TOMASELLI, 1959; NAPOLEONE, 1970). With age and decreasing rate of sand accretion (old dunes) a decline in vigour of *Ammophila* is observed. This decline in vigour of *Ammophila* has been commented on literature for over 100 years and many authors have suggested different reasons for it (WATERMAN, 1919; TANSLEY, 1949; GEMMEL et al., 1953; LAING, 1958; WILLIS, 1965; BO WALLÉN, 1980; ELDRED and MAUN, 1982). A positive correlation between increased humus content and loss of vigour (SALISBURY, 1952; HUISKES, 1979) was found. HUISKES (1979) and DISRAELI (1984) felt that sand accretion on mobile dunes eliminates potential competitors. The full significance of this phenomenon appears to be complex and it has not been completely solved at the present time.

The main object of this investigation was to study the problem of the vigour of *Ammophila* on the mobile and stable dunes in a tract of the Italian coast (S-SW of Rome, Lazio, Italy) under several critical aspects:

*Dipartimento di Biologia Vegetale - Università degli studi di Roma "La Sapienza"
Città universitaria - 00100 ROMA Italia

- 1) the different biomass, to quantify the vigour
- 2) the different height, leaf area, frequency of flowering, stage of development, cover of the shoots, to qualify the vigour
- 3) the different ingrowth of the roots at different depths and the depth to which the most part of the roots arrive; to show the relationship with the sand humidity
- 4) the different chlorophyll content, as an index of the "ecological efficiency"
- 5) the different characteristics of the soil: nitrogen, organic substances and calcium carbonate content, pH, particle size and humidity variation, all of the most important factors that influence the vigour
- 6) the experiment in the Botanical Garden, to compare the vigour problem under natural condition (field condition) and under controlled condition (Botanical Garden).

MATERIALS AND METHODS

1- Sampling area

The investigation were performed in the sand dune area at Castelporziano (a tract of the latial coast, S-SW of Rome, Lazio, Italy). The vegetation of this area, already examined by NAPOLEONE (1970) and by the author in an early study (GRATANI et al., 1983) shows:

- a) after the aphytoic area, the first extremely impoverished community below to Cakiletea maritimae Tx. et Preising 1960
- b) partly consolidated dunes where Agropyretum mediterraneum (Kuhn.) Br. Bl. 1933 is in contact with Ammophiletum arundinaceae Br. Bl. 1933
- c) Ammophiletum arundinaceae Br. Bl. 1933, characterizing the process of dune consolidation
- d) consolidated dunes characterized by Crucianelletum maritimae Br. Bl. 1933.

In the present study the dunes area was considered in two topographically distinct parts:

- a "primary area" built up on mobile dunes, parallel to the coast (Ammophiletum arundinaceae), where Ammophila grows luxuriantly
- a "secondary area" built up on stable dunes (Crucianelletum maritimae), where Ammophila is present with a minor vigour.

The study was carried out during the year 1983-1984. Monthly 22 sample areas of 1 sq.m each (11 on the mobile dunes and 11 on the stable dunes) were studied.

2- Soil analyses

In one occasion (May 1984) soil analyses were obtained from samples of 10 soil cores. Nitrogen was tested, after Kjeldahl digestion colorimetrically by the Bertelot method (MATTENHEIMER, 1971). Testing for pH was carried out with a ratio 1/2.5 with H₂O. Particle size was measured by densitometric method after sifting 2 mm with sodium hexametaphosphate (S.I.S.S., 1979). Organic substances were tested by Walkey-Black method (S.I.S.S., 1979). Calcium carbonate was measured using a colorimeter. Moreover 10 samples were taken from different depths in the sand, respectively on the mobile dunes (50-60 m from the sea) and on the stable dunes (280 m from the sea) to determine the humidity variation in the soil. The sampling roots was carried out in the same occasion on 11 sample areas of 1 sq.m each, at the depth of 1 m along the mobile and stable dunes. The ingrowth at different depths of roots and the depth to which the most part of the roots were situated were observed.

3- Biometric study and shoot biomass estimation

Monthly (December 1983-November 1984) 22 sample areas of 1 sq.m each (11 on the mobile dunes and 11 on the stable dunes) were studied biometrically: height, size, leaf area, stage of development, cover and frequency of flowering. In one occasion (May 1984), the shoot biomass was estimated. 22 sample areas (11 on the mobile dunes and 11 on the stable dunes) were considered. All the aboveground plant material in the areas (green and flowering biomass) was clipped, divided in living and attached dead material and weighed. Data of shoot biomass and volume were subjected to correlation analysis. Leaf area was measured with a planimeter.

4- Chlorophyll analyses

Seasonally (December 1983-November 1984) the chlorophyll content of the leaves of Ammophila was estimated on mobile and stable dunes, according to MACLACHLAN and ZALIK (1963) (for details see GRATANI, 1984).

5- Microclimatic measurements

In each sampling occasion, microclimatic measurements were taken on the mobile and stable dunes: light intensity (photometer LI-COR 188 B), wind velocity (instantaneous anemometer THERMAN) and air temperature (thermometer).

6- Performance in garden soil

60 individuals of Ammophila were sampled (30 on mobile and stable dunes respectively) and carried to the Botanical Garden of the University of Rome "La Sapienza". They were planted in vases and grown under the same environmental conditions. Throughout this period the soil level remained unchanged.

RESULTS

The observations relating to the vigour of Ammophila carried out in the field can be resumed in the following points:

- 1) the differences found in the soil showed that:
 - pH values vary at Castelporziano from 7.5 (mobile dunes) to 7.0 (stable dunes) (Tab.1). It is known (LUX, 1964) that Ammophila doesn't occur on soils with pH lower than 4.5-5. The growth is little affected by pH variation above 5, although it appears to be slightly more vigorous on alkaline soils.
 - calcium carbonate content is highest on the mobile dunes (22.36 g/100g) and decreases on the stable dunes (14.23 g/100 g). It is known that Ammophila grows well where CaCO_3 content is highest (HUISKES, 1979).
 - the nitrogen content is greater on the mobile dunes (14.0 mg/100 g) as regards the stable dunes (12.5 mg/100 g). The sand is very deficient in mineral nutrients and the nitrogen deficiency is the most important factor limiting the growth of this species (LUX, 1964).

SAMPLING AREA	pH	ORGANIC MATTER g/100g	CALCIUM CARBONATE g/100g	N mg/100g	SAND %	SLIME %	CLAY %
Mobile dunes	7.5	0.15	22.36	14.0	98.0	2.0	0.0
Stable dunes	7.0	0.39	14.22	12.5	99.6	0.0	0.4

Tab.1- Soil characteristics on the samples from a depth of 30 cm on the mobile and stable dunes (each value is the mean of 10 measurements).

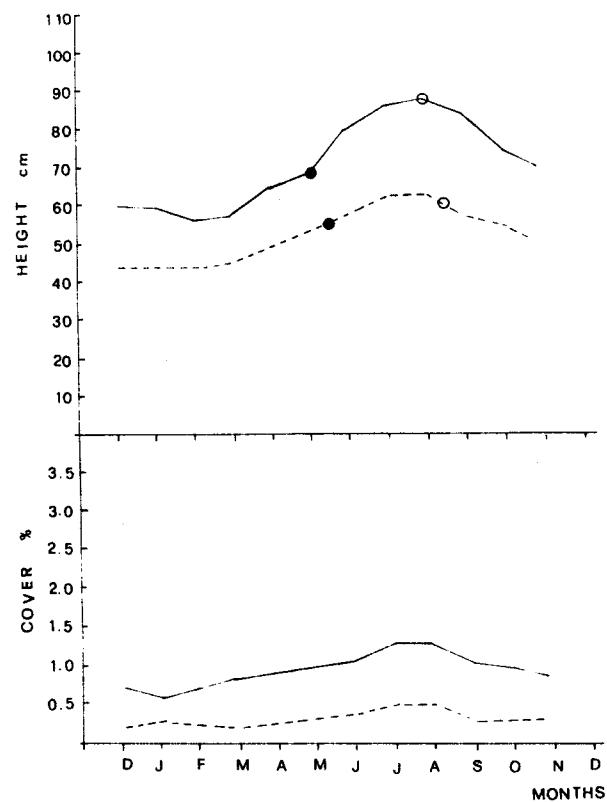


Fig.1- Height(cm),cover(%) of *Ammophila* on the mobile and stable dunes
 ● =beginning of flowering
 ○ =maximum of flowering

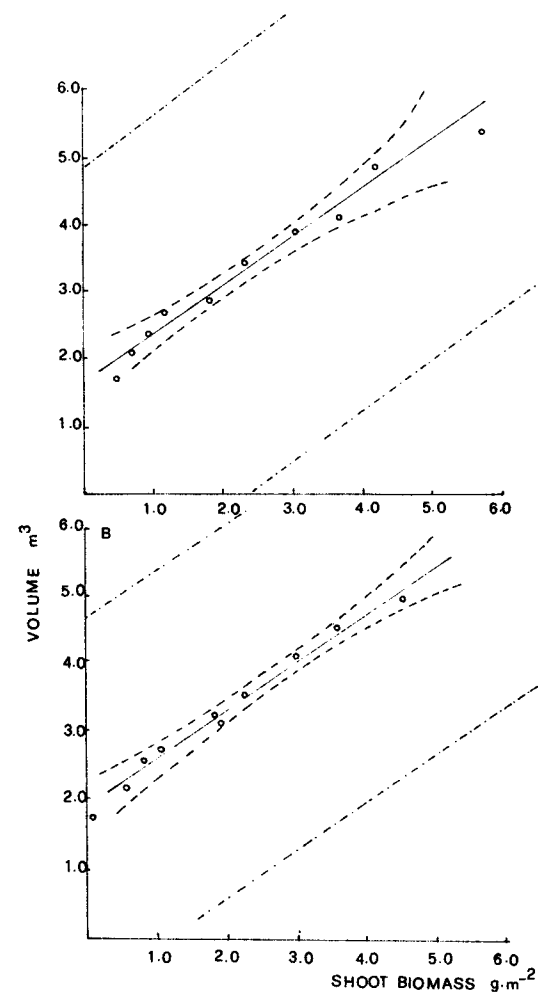


Fig.2- Correlation between shoot biomass and volume for *Ammophila*
 a) at the level of the mobile dunes, b) at the level of the stable dunes (— regression line; ---- 0.05 confidence interval of individual data)

- as the percentage cover of *Ammophila* increases, the micorrhizal fungal spore density associated with *Ammophila* root system, also increases (37.7% and 2.5% respectively on the mobile and stable dunes, PUPPI, unpublished), making easy the root absorption (KOSKE et al., 1974; NICOLSON and JOHNSTON, 1979; KOSKE and HALVORSON, 1981)

2) the shoot biomass estimated on the two positions showed that:

- the maximum biomass is observed at the level of the mobile dunes, where there are few associated species living with *Ammophila*. In older dunes where many species are present, and the fundamental niche of *Ammophila* is shared with them, also its cover and height decrease (Tab.2,3;Fig.1)

SAMPLING AREA	SHOOT BIOMASS g/sq.m	FLOWERING BIOMASS g/sq.m	LEAF AREA dmq
Mobile dunes	125.14 ± 17.7	14.77 ± 1.8	0.305 ± 0.09
Stable dunes	64.70 ± 8.8	5.98 ± 0.4	0.160 ± 0.03

Tab.2- Shoot, flowering biomass and leaf area of *Ammophila* on the mobile and stable dunes (each value is the mean of 11 samples ± standard error)

- besides a decrease in the flowering (20.2% and 17.7%, respectively on the mobile and stable dunes) was observed. According to HUISKES (1979) we had observed a weaker appearance and a lower leaf area of the individual shoot on the stable dunes as regards the mobile dunes (Tab.2)

- the different vigour of *Ammophila* on mobile and stable dunes was showed by a correlation between the shoot biomass and the volume of the species, expressed by a simple linear regression equation $y=ax+b$, where y is the dependent variable (volume) and x is the independent variable (shoot biomass) (Tab.4;Fig.2)

3) the study on the roots showed that:

- the most part of the roots of *Ammophila* reaches the depth of 1 m on the mobile dunes and of 60 cm on the stable dunes in relation to the different humidity of the sand in the two positions (Fig.3). The different size and depth of the roots on the two positions are showed in Table 5.

4) the study on the chlorophyll content showed that:

- chlorophyll content of the leaf of *Ammophila* on the two positions have a variation with a maximum at the level of the mobile dunes (Tab.6). This is due to the fact that the maximum chlorophyll content for a same species is in relationship with the maximum biomass (CAPPELLETTI, 1964) and is an index of the "ecological efficiency" (DISRAELI, 1984).

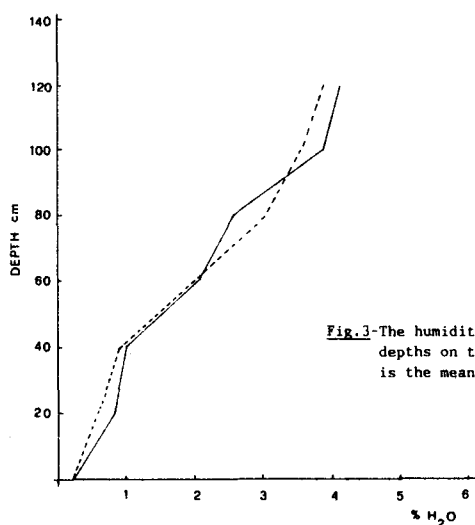


Fig.3-The humidity variation in the sand at different depths on the mobile and stable dunes (each value is the mean of 10 samples)

5) the seasonal microclimatic measurements on the two positions show a variation especially

SAMPLING AREA	D	J	F	M	A	M
Mobile dunes	c=0.78±0.14 h=60.1±0.57	c=0.72±0.13 h=60.1±0.57	c=0.78±0.14 h=57.0±0.09	c=0.86±0.09 h=58.0±0.09	c=0.89±0.06 h=65.2±0.28	c=1.04±0.15 h=78.7±0.21
Stable dunes	c=0.22±0.03 h=44.2±0.05	c=0.28±0.03 h=44.2±0.05	c=0.22±0.03 h=44.2±0.05	c=0.27±0.03 h=45.2±0.03	c=0.28±0.03 h=49.1±0.17	c=0.40±0.02 h=53.1±0.11

SAMPLING AREA	J	J	A	S	O	N
Mobile dunes	c=1.08±0.16 h=80.2±0.13	c=1.30±0.20 h=86.0±0.10	c=1.30±0.20 h=88.0±0.20	c=1.08±0.16 h=84.1±0.13	c=0.97±0.32 h=75.0±0.09	c=0.88±0.20 h=70.1±0.09
Stable dunes	c=0.40±0.02 h=58.3±0.29	c=0.50±0.04 h=63.0±0.26	c=0.50±0.04 h=63.0±0.26	c=0.40±0.04 h=57.0±0.20	c=0.40±0.04 h=55.0±0.06	c=0.30±0.05 h=50.0±0.60

Tab.3 - Cover (c,%),height (h,cm) of Ammophila on the mobile and stable dunes,during the year 1983-1984 (each value is the mean of 11 samples ± standard error).

SAMPLING AREA	NUMBERS OF DATA POINTS	EQUATION OF THE REGRESSION LINE	R ²	AVERAGE SHOOT BIOMASS±STAND.ER.	STANDARD DEV. OF THE LINE
Mobile dunes	11	y=0.182±6.64 10 ⁻⁴ x	0.97	173.1±63.7	±4.74
Stable dunes	11	y=0.166±7.85 10 ⁻⁴ x	0.98	161.5±51.5	±4.63

Tab.4-Relationship between shoot biomass (g.m⁻²) and volume (m³) (x=shoot biomass;y=volume) of Ammophila sampled on mobile and stable dunes.

for the light intensity (Tab.7)

6) the study on the vigour of the shoots sampled on the two positions on the dune system and grown for a year in the Botanical Garden of Rome, under the same environmental conditions shows that vigour problem appears to exist on the dune system and not in the Garden soil. In fact the length of the sprouts (41 cm and 39 cm, respectively for individual sampled on the mobile and on the stable dunes) and the leaf area (0.205 dm² and 0.192 dm², respectively

SAMPLING AREA	ROOTS SIZE 60 cm depth	ROOTS SIZE 100 cm depth
Mobile dunes	1.6 ± 0.8	1.0 ± 0.5
Stable dunes	0.7 ± 0.2	0.35±0.05

Tab.5- Roots size of Ammophila (cm) at different depths, on the mobile and stable dunes (each value is the mean of 11 measurements ± standard error)

SAMPLING AREA	SPRING	SUMMER	AUTUMN	WINTER
Mobile dunes	0.55±0.05	0.60±0.05	0.70±0.06	0.85±0.08
Stable dunes	0.41±0.02	0.27±0.01	0.64±0.05	0.67±0.05

Tab.6-Seasonal trend of the chlorophyll content of Ammophila on the mobile and stable dunes. Chl is expressed in mg.g⁻¹ of fresh weight (each value is the mean of 11 samples ± standard error).

for the shoots sampled on the mobile and stable dunes) show very similar values after the permanence in the Botanical Garden.

CONCLUSIONS

Based on the evidence of this study the following hypothesis on Ammophila vigour can be advanced: on young (mobile) dunes the shoots of Ammophila are more vigorous than on stable dunes. The fact that the different vigour disappears when plants of young and old dunes are carried to the Botanical Garden and grown under the same environmental conditions make it more likely that the cause is environmental rather than an intrinsic ageing process (ELDRED and MAUN, 1982). The environmental variables as : pH, calcium carbonate content, micorrhizal fungal spore associated with the root system, nitrogen content, competition of others species taken together favour the major vigour of Ammophila on the mobile dunes as regards the stable dunes. The comparison between the two regression lines confirms this phenomenon with highest volume values on the mobile dunes as regards the stable dunes.

	SPRING			SUMMER			AUTUMN			WINTER		
SAMPLING AREA	LIGHT INT. Lux	TEMP. °C	WIND VEL. Km/h	LIGHT INT. Lux	TEMP. °C	WIND VEL. Km/h	LIGHT INT. Lux	TEMP. °C	WIND VEL. Km/h	LIGHT INT. Lux	TEMP. °C	WIND VEL. Km/h
Mobile dunes	35.000	12	16.87	65.500	28	14.92	32.000	10	14.76	29.000	7	16.68
Stable dunes	48.000	12	16.25	76.000	28	14.37	34.000	9	14.22	32.000	8	16.07

Tab.7- Mean seasonal light intensity (lux), temperature (°C) and wind velocity (Km/h) on the mobile and stable dunes at Castelporziano. The data were surveyed at the vegetation level (each measurements is the mean of 10 measurements).

REFERENCES

- BO WALLEN C. (1980). Changes in structure and function of Ammophila during primary succession. *Oikos*, 34, 227-238.
- CAPPELLETTI C. (1964). Botanica. UTET, 1, 504.
- DISRAELI D.J. (1984). The effect of sand deposit on the growth and morphology of Ammophila brevili-gulata. *J. Ecol.*, 72, 145-154.
- ELDRED R.A., MAUN M.A. (1982). A multivariate approach to the problem of decline in vigour of Ammo-phila. *Can. J. Bot.*, 60, 1371-1380.
- GEMMEL A.R., GREIG-SMITH P., GIMMINGHAM C.H. (1953). A note on the behaviour of Ammophila arenaria (L.) Link in relation to sand dune formation. *Trans. Bot. Soc. Edim.*, 36 (II), 132-136.
- GRATANI L., MARINUCCI C., AMADORI M., BRUNO F. (1983). Relationship between phytosociological table and biomass estimation of psammophilous vegetation at Castelporziano (Rome, Italy). *Acta Oecologica*, 4 (4), 307-314.
- GRATANI L. (1984). Biomass and chlorophyll content of some species in a mediterranean ecosystem. *Ann. Bot. Roma*, 17, 91-95.
- HUISKES A.H.L. (1979). Biological flora of the British Isles. *J. Ecol.*, 67, 363-382.
- KOSKE R.E., SUTTON J.C., SHEPPARD B.R. (1974). Ecology of endogene in lake Huron sand dunes. *Can. J. Bot.*, 53 (2), 87-93.
- KOSKE R.E., HALVORSON W.L. (1981). Ecological studies of vescicular-arbuscural mycorrhizae in a barrier sand dune. *Can. J. Bot.*, 59, 1413-1422.

- LAING C.C. (1958). Studies on the ecology of Ammophila breviligulata I. Seedling survival and its relation to population increase and dispersal. Bot. Gaz. (Chicago), 119, 208-216.
- LUX H. (1964). Die biologische Grundlagen der Strandhaferpflanzung und der Silbergras Aussaat in Dünenbau. Angewandte Pflanzensoziologie, 20, 5-53.
- MACLACHLAN S., ZALIK S. (1963). Plastid structure chlorophyll concentration and free amino acid composition of a chlorophyll mutant of barley. Can. J. Bot., 41, 1053-1062.
- MATTENHEIMER H. (1971). Metodi biochimici e chimico-clinici. Piccin editore, Padova.
- NAPOLEONE I. (1970). Osservazioni sulla flora vegetazione delle dune di Castelporziano (Roma). Ann. Bot., Roma, 30, 33-46.
- NICOLSON T.H., JOHNSTON C. (1979). Mycorrhiza in the Gramineae. III Glomus fasciculatus as the endophyte of pioneer grasses in a maritime sand dunes. Trans. Br. Mycol. Soc., 72 (2), 261-268.
- PIGNATTI S. (1953). Introduzione allo studio fitosociologico della pianura veneta orientale. Atti Ist. Bot. Univ. Lab. Critt., Pavia, Serie V, 11, 92-259.
- SALISBURY E. (1952). Downs and dunes, their plant life and its environment. G. Bell and sons. London.
- S.I.S.S. (1979). Metodi normalizzati di analisi del suolo. Società italiana del suolo. Commissione per i metodi normalizzati di analisi del suolo.
- TANSLEY A.G. (1949). The British Islands and their vegetation. Cambridge University Press. London.
- TOMASELLI R. (1959). Introduzione allo studio della fitosociologia. Industria Poligrafica Lombarda, Milano.
- WATERMAN W.G. (1919). Development of root systems under dune condition. Bot. Gaz. (Chicago), 68, 22-53.
- WILLIS A.J. (1956). The influence of mineral nutrients on the growth of Ammophila arenaria. J. Ecol., 53, 735-745.

Variations de la régénération du pivot de jeunes plants de chêne vert (*Quercus ilex* L.) après divers traumatismes.*

T. AMIN**
Y. BEISSALAH**
B. EL HAJZEIN**
P. NEVILLE**

RESUME - Les racines de régénération (ou régénérations) se forment plus rapidement si la zone du pivot où a lieu l'amputation est encore jeune. Leur orientation initiale s'écarte d'autant plus de la verticale qu'elles naissent dans une zone âgée du pivot. Elles apparaissent en plus grand nombre (jusqu'à 5) si l'amputation a lieu à un niveau où les latérales sont déjà en place. Leur potentiel de croissance est voisin, quoiqu'un peu inférieur, à celui qu'avait le pivot au moment où il a mis en place le niveau où a lieu l'amputation et non au potentiel de croissance actuel de ce dernier. Si l'amputation est pratiquée sur une partie du pivot horizontale, les régénérations qui naissent à la partie inférieure de la section verticale sont plus nombreuses et poussent mieux que celles formées à la partie supérieure de cette section. Les cotylédons favorisent la formation des régénérations. Les racines latérales en cours de formation (amputation proche du sommet du pivot) et les premières régénérations mises en place inhibent la formation et la croissance des régénérations. Il en va de même du sommet du pivot lors de sections transversales de la moitié de son épaisseur. Les conséquences pratiques de ces résultats sont discutées.

SUMMARY - Depending on the age and the amputation level the period preceding the regeneration root appearance can be long or short and their quantity, initial growth speed can vary. They form more rapidly if the tap root zone where the amputation occurs is young. Their initial orientation is less and less vertical when they form in an older zone of the tap root. Because of this, the time it takes for them to become vertical, due to their greater or lesser degree of incurvation, will be longer. They form in larger quantities (up to 5) when the amputation takes place where lateral roots are already present. They grow better if the amputation occurs near the cotyledons rather than near the tap root's summit. Their growth potential is near, though somewhat less, than that of the tap root when it individualized the level where the amputation took place and not that of the actual tap root's growth potential unless the amputation took place near its summit. If the amputation occurs on a horizontal part of the tap root (due to a deviation of the former, for example), the regenerations which form on the lower part of the vertical section are greater in number and grow better than those formed on the upper part of this section.

A certain number of morphogenetic and growth correlations control the formation and development of the regenerations. The cotyledons, which lose close to half their initial dry weight during the 30 to 40 days following sowing, favor the growth of regenerations during this period. Their influence can be shown either by ablation of the cotyledons or by a simple transverse incision through half of the tap root's width. This assumes a circulation of substances from the cotyledons that is strictly polarized longitudinally.

Newly forming lateral roots (when amputation occurs near the tap root's summit) and the first regenerations formed inhibit the formation and growth of new regenerations. When a regeneration is maintained alone, its growth rate approaches that of the tap root, though it is always somewhat lower. When transverse sections are made through half the tap root's width, the number of regenerations formed is lower than when total amputations are made. This shows the inhibiting influence the tap root's summit exerts on regenerations. It also inhibits growth in regenerations already formed. The inhibition is greatest when partial sectioning occurs at a level where lateral roots have already been in place for a certain time. This may be due to the development of secondary xylem and phloem which can favor horizontal exchanges and allow the inhibitory influence of the tap root to circumvent the incision more efficiently.

On the practical level, the different results presented suggest that, during transfer from nursery to open ground, it should be possible to control the inevitable traumatism inflicted on the tap root in such a way as to limit their negative influence. Effectively, it seems preferable to amputate the tap root in a zone near the collar. Numerous regenerations will form, separated from each other at the outset and growing both more quickly and for a longer time, which should help the plant's deep soil colonization.

MOTS CLEFS : *Quercus ilex*, pivot, régénération, plantule, traumatismes.

*Travail réalisé avec le soutien du GRECO - CNRS-INRA 130043 "Forêts méditerranéennes".

**Laboratoire de Morphogenèse végétale, Faculté des Sciences et Techniques de St-Jérôme, Université d'Aix-Marseille III, Avenue Escadrille Normandie Niemen. 13397 Marseille Cedex 13.

Etude réalisée avec la collaboration technique de Madame Janine BERNARD.

INTRODUCTION

Chez le chêne vert, outre le pivot et les racines latérales, qui constituent l'appareil radical normal (BEISSALAH et al., 1987 a), il peut exister, après amputation, un autre type de racines formées au voisinage de la blessure: les régénérations. Les caractéristiques de leur mise en place ont été décrites précédemment (BEISSALAH et al. 1987 b)). Il a paru intéressant d'aborder l'étude de diverses manifestations de certains des facteurs internes qui en contrôlent le délai d'apparition, le nombre, l'orientation initiale, l'aptitude à la croissance. Au-delà de leur intérêt au plan fondamental, ces connaissances devraient aussi permettre de mieux maîtriser les effets des traumatismes infligés à l'appareil radical lors du transfert de la pépinière au cours d'opérations de reforestation.

MATERIEL ET METHODES

Ceux-ci ont été présentés de façon détaillée antérieurement (BEISSALAH et al., 1987 a et b). Nous n'en rappellerons ici que les grandes lignes.

L'étude est réalisée sur jeunes plants de *Quercus ilex* L. issus de semis et placés sur minirhizotrons de type RIEDACKER (1974) lorsque leur radicule mesure environ 4 cm. La culture est conduite sur tourbe à une température voisine de 20°C. L'appareil radical est formé d'un pivot vertical à croissance rapide portant de courtes racines latérales à croissance limitée. Les interventions sur les racines sont effectuées en enlevant la face transparente amovible du minirhizotron. Elles consistent surtout en des amputations de la partie distale du pivot dans l'une des zones I, II ou III définies antérieurement (BEISSALAH et al., 1987a): I = zone (proximale) où les racines latérales ont achevé leur croissance, II = zone (intermédiaire) où les latérales sont en cours de croissance, III = zone (distale) où les latérales ne sont pas encore visibles. La section transversale pratiquée sur le pivot peut aussi n'intéresser que la moitié de son épaisseur. Dans certains cas, ces blessures sont accompagnées d'une déviation horizontale par une lame de verre sur 5 ou 6 cm. Le pivot reprend la direction verticale dès qu'il a franchit l'obstacle. Les racines latérales peuvent être conservées ou supprimées selon le cas.

Des observations sont réalisées à intervalles réguliers de 1 à 3 jours selon les expériences.

RESULTATS ET DISCUSSION

La formation des régénérations est contrôlée par divers facteurs. Les conditions de milieu jouent un rôle important ce qui se traduit par des fluctuations de l'aptitude à la régénération au cours des saisons successives (LARSON, 1970; RIEDACKER, 1976 b), variations que l'on observe aussi pour la croissance de l'appareil radical (RIEDACKER, 1976 b) ou pour l'aptitude à l'enracinement des boutures (FAVRE, 1977; DAVIES, 1984; ANDERSEN, 1986). Si notre étude ne porte pas sur le comportement du chêne vert à cet égard, elle concerne l'influence de diverses interventions sur les manifestations de facteurs internes contrôlant l'initiation et la croissance des régénérations. Nous examinerons, en particulier, l'influence, tout d'abord, du stade de développement atteint par le niveau où est pratiquée la blessure, ensuite d'une amputation réalisée sur une portion horizontale du pivot, enfin, le rôle de diverses corrélations entre organes.

1°) Influence du stade de développement du niveau de la blessure.

Sur des pivots d'âges différents, nous avons étudié les régénérations obtenues par décapitation et par incision transversale sur la moitié de l'épaisseur du pivot.

a) Régénération après amputation.

Trois lots (A : 4 individus, B : 7 individus et C : 8 individus) dont les pivots mesurent respectivement 10, 30 et 50 cm sont amputés à 9 cm des cotylédons (Fig. 1, I). Selon ce protocole, le premier lot voit son pivot amputé dans sa partie méristématique. Pour les deux autres, l'amputation a lieu dans des tissus suffisamment différenciés, ayant produit des racines latérales qui ont terminé leur croissance. La différence entre ces deux lots est que le lot B subit son amputation dans une région où les racines latérales ont terminé leur croissance depuis 4 jours en moyenne alors que, dans le lot C, elles s'étaient arrêtées depuis 11 jours. En fait, les amputations du lot B sont faites à la limite entre les étages I et II, cependant que celles du lot C sont faites à l'intérieur même de l'étage I.

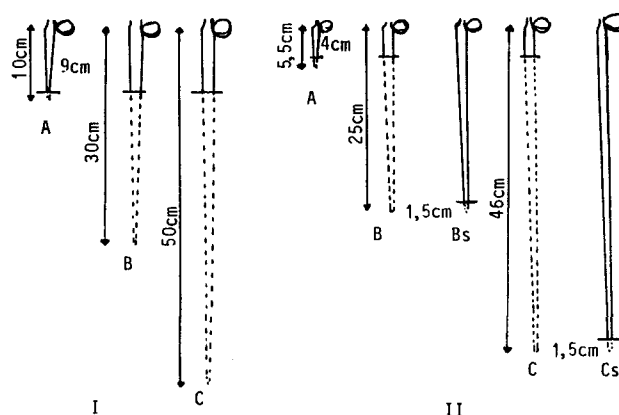


Fig. 1.- Schémas d'expérience de décapitation du pivot en fonction de son stade de développement ou de son niveau. I. Des pivots de 10 (A), 30 (B) et 50 cm (C) sont décapités à 9 cm des cotylédons, donc au même niveau, mais à des stades de développement différents. II. Des pivots de 5,5 (A), 25 (B et Bs) et 46 cm (C et Cs) sont décapités soit à 4 cm des cotylédons (A, B et C), soit à 1,5 cm du sommet du pivot (A, Bs et Cs). Outre la décapitation à un même niveau ayant atteint différents stades de développement (situation comparable à I), on réalise ici, une série de décapitation à différents niveaux ayant atteint un stade de développement comparable (A, Bs et Cs).

A la fin de l'expérience le nombre moyen de régénérations par individu (1,75) est plus faible pour le lot où le pivot a été amputé dans sa partie méristématique (A) que pour les deux autres lots (3,4 pour B et 3,7 pour C). Il est possible que cela résulte d'un moindre espace disponible. En effet, sur les parties âgées du pivot, le cambium a mis en place des tissus secondaires qui ont augmenté le diamètre du cylindre formé par le tissu péricyclique. En outre, nous verrons que le nombre de régénérations est aussi influencé par une compétition exercée par les racines latérales apparues après l'amputation lorsque celle-ci a lieu dans les tissus jeunes (lot A) puisque ces racines latérales se forment et croissent à peu près en même temps que les régénérations.

Afin de suivre le comportement de ces régénérations en dehors de toute compétition, une expérience analogue, mais plus complète, est réalisée, dans laquelle on ne conserve que la première régénération formée, les autres étant supprimées au fur et à mesure qu'elles apparaissent.

Des pivots sont décapités à trois âges différents : 9, 18 et 29 jours à partir de la germination. Ils mesurent alors en moyenne respectivement 5,5, 25 et 46 cm. La décapitation a lieu soit à 4 cm des cotylédons, soit à 1,5 cm du sommet de la racine, ce qui pour le lot A, correspond à un niveau unique (Fig. 1, II). Pour les deux autres séries, la décapitation a donc lieu soit près des cotylédons (lots B et C) soit près du sommet du pivot (lots Bs et Cs). Chaque lot comprend de 9 à 12 plantes. Un lot de plantes non décapitées est conservé pour suivre la croissance du pivot. Dans tous les cas, les racines latérales sont supprimées. Le comportement des plantes est suivi grâce à des observations quotidiennes.

L'apparition de la première racine régénérée au niveau de la blessure se produit entre 5 et 9 jours

après la décapitation. Le délai moyen d'apparition de la première régénération semble un peu plus long lorsque la décapitation a lieu au niveau d'une racine relativement plus âgée (lot C). Il est en effet de 8,1 jours, alors que pour tous les autres lots il varie de 5,4 à 6,5 jours. Bien que la régénération puisse se produire encore après 3 ans chez *Quercus pedunculata*, elle n'est plus possible après un tel délai chez *Fagus silvatica* (RIEDACKER, 1976 a). Il semble donc bien que l'aptitude à la régénération tende à décroître au fur et à mesure que les tissus vieillissent.

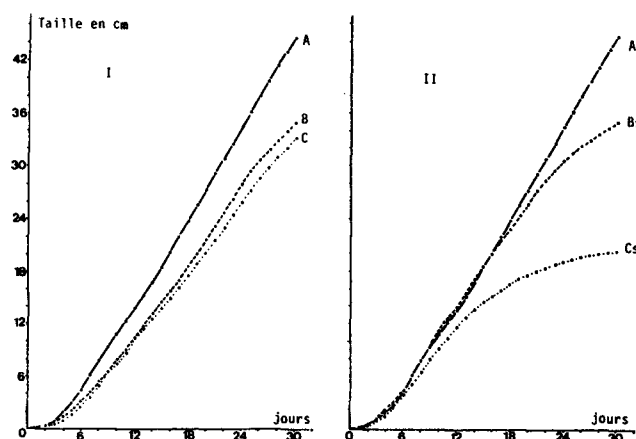


Fig. 2.- Courbes de croissance des régénérations dans les lots A, B et C (I) et A, Bs et Cs (II) définis dans la figure 1. Chaque point correspond à la moyenne pour 9 à 12 individus.

Les régénérations (Fig. 2) poussent d'autant mieux que la décapitation a lieu plus tôt c'est-à-dire lorsque le pivot est plus jeune. Mais on constate une différence importante entre les régénérations formées à proximité des cotylédons (Fig. 2, I) et celles produites près du sommet du pivot (Fig. 2, II). Les premières (A, B, C) ont, pendant les 30 jours de l'expérience, une vitesse de croissance (Fig. 3, I) qui, après une phase d'accélération qui dure toute la première semaine, se stabilise autour d'une valeur moyenne relativement constante. Par contre, les secondes (Fig. 3, II), proches du sommet du pivot (Bs et Cs), ont une vitesse de croissance qui après une accélération d'une semaine passe par un maximum et présentent ensuite une décélération qui intervient d'autant plus tôt que la racine était plus âgée au moment de la décapitation (Cs).

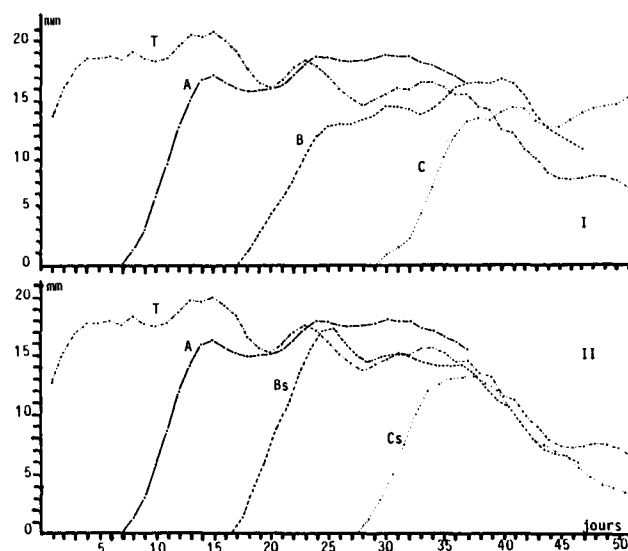


Fig. 3.- Variations des accroissements quotidiens des régénérations des lots A, B et C (I) et A, Bs et Cs (II) de la figure 1 comparées à celles des pivots témoins (T). Chaque point correspond à la moyenne pour 9 à 12 individus. Les régénérations produites après amputation de plus en plus tardive au même niveau (I : A, B et C) ont un patron similaire à l'encontre de celles produites lors d'amputations à 1,5 cm du sommet de pivots de plus en plus longs (II : A, Bs et Cs). Dans tous les cas, les régénérations traduisent un potentiel de croissance comparable à celui qu'avait le pivot au niveau de l'amputation.

Par conséquent, en l'absence de l'influence d'autres racines, une régénération montre un potentiel de croissance différent suivant non seulement l'âge, mais le niveau du pivot amputé. Effectivement, pour un pivot d'âge donné, elle pousse mieux si elle résulte d'une amputation proche des cotylédons plutôt que proche du sommet. Les différents résultats enregistrés montrent que les régénérations ont un potentiel de croissance voisin (bien qu'un peu inférieur) de celui du pivot lorsqu'il a mis en place le niveau où a été pratiquée l'amputation et non du potentiel de croissance actuel de celui-ci (sauf si l'amputation est proche du sommet). Ceci est peut être le témoignage du fait que la partie basale du pivot est à un état plus juvénile que les portions de l'appareil radical formées plus tard. Or, on sait l'importance de la juvénilité pour la néoformation des racines (DOORENBOS, 1965; FAVRE, 1977; ANDERSEN, 1986).

Outre la vitesse de croissance, l'orientation initiale des régénérations et le temps moyen qui leur est nécessaire pour parvenir à la verticale présentent aussi des variations en fonction du niveau de leur formation (Tabl. 1).

Tableau 1

Variations de différentes caractéristiques initiales des régénérations en fonction du niveau de leur formation (A, B, C, Bs et Cs, Fig. 1, II).

Lots	Angle moyen d'émission par rapport à l'axe du pivot (en degrés)	Longueur moyenne de la partie basale non verticale (en cm)	Temps moyen mis par la régénération pour atteindre la verticale (en jours)	Vitesse de croissance moyenne durant la courbure qui amène la régénération à la verticale (en mm.j ⁻¹)
A	23,7	3	4,6	6,5
B	38,3	4,9	7,5	6,5
Bs	19,4	1,8	3,4	5,3
C	41,6	5,5	8,3	6,6
Cs	17,2	1	2,6	3,8

Pour les régénérations formées à 4 cm des cotylédons (A, B et C), l'angle moyen d'émission augmente en même temps que l'âge du pivot au moment de sa décapitation. Ceci a pour effet d'allonger conjointement la partie basale non verticale des régénérations et le temps moyen qu'elles mettent à atteindre cette direction de croissance, car leur vitesse moyenne de croissance pendant la courbure est identique.

Par contre, si l'amputation a lieu à 1,5 cm du sommet du pivot, l'angle moyen d'émission des régénérations tend à diminuer au fur et à mesure que la longueur du pivot décapité est plus grande (Tabl. 1, A, Bs et Cs). La longueur moyenne de la partie basale non verticale des régénérations diminue parallèlement, ainsi que le temps moyen qu'elles mettent pour atteindre la verticale, et leur vitesse de croissance pendant la courbure correspondante.

Le net géotropisme positif des régénérations a déjà été noté, chez d'autres chênes en particulier, mais leur courbure, pour retrouver la verticale après une déviation, est moins rapide que celle du pivot (RIEDACKER, 1976 a; EL ALAOUI, 1978). Cependant, chez *Quercus pedunculata*, si les régénérations naissent sur des pivots de 3 ans ou plus, leur croissance est subhorizontale (RIEDACKER, 1976 a).

b) Régénération à la suite d'une incision transversale du pivot sur la moitié de son épaisseur.

Nous allons étudier l'influence du stade de développement du niveau du pivot où est pratiquée une incision transversale sur la moitié de son épaisseur dans une expérience réalisée dans un autre but impliquant une déviation du pivot. L'incision est faite à 2 cm avant le premier coude dans tous les cas. Trois lots sont constitués (Fig. 4) en fonction du stade de développement atteint par ce niveau. La lame de verre, constituant l'obstacle, est placée horizontalement devant le sommet de pivots mesurant 10 cm et âgés de deux semaines. L'incision est pratiquée 2 jours plus tard dans le lot III (11 individus) et est située dans l'étage III (caractérisé par l'absence de racines latérales apparentes), 7 jours plus tard dans le lot II (11 individus, incision dans l'étage II, caractérisé par des racines latérales en cours de croissance) et 14 jours plus tard dans le lot I (9 individus, incision dans l'étage I caractérisé par des racines latérales ayant achevé leur croissance).

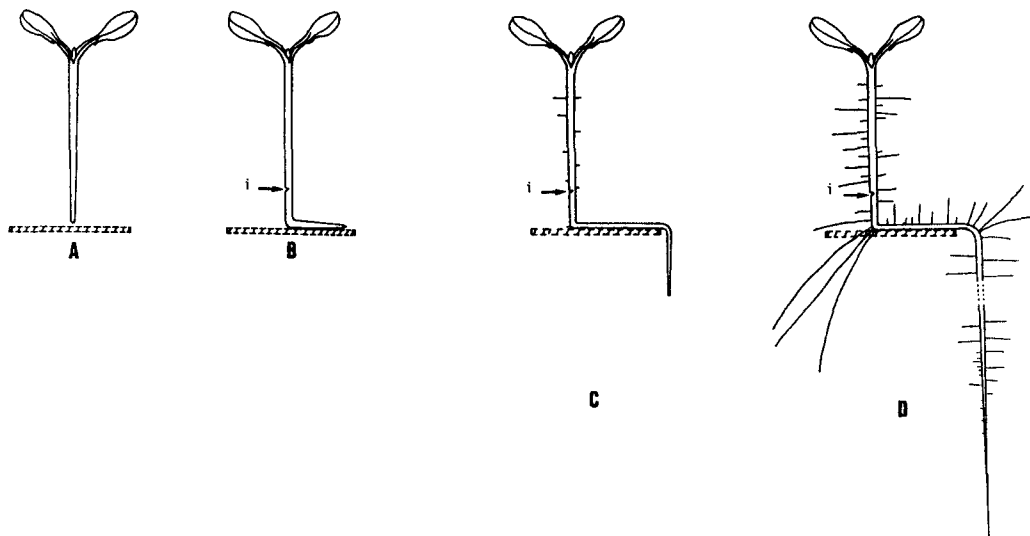


Fig. 4.- Expérience d'incision horizontale du pivot sur la moitié de son épaisseur (i), combinée avec la déviation horizontale de celui-ci par une lame de verre (hachuré). Le pivot est dévié au moment où il mesure 10 cm (A). Les incisions sont faites plus tard, 2 jours après pour le lot III (B), 7 jours après pour le lot II (C) et 14 jours après pour le lot I (D). La lame de verre est supprimée après 5 jours environ, dès que le pivot l'a contournée.

Nous ne tiendrons pas compte, dans cette étude de la régénération, d'une éventuelle influence de la déviation du pivot qui doit être la même dans tous les lots. Deux mois et demi après les premières incisions, nous avons dénombré les régénérations et calculé leur longueur moyenne ainsi que leur vitesse de croissance (Tabl. 2).

Tableau 2

Nombre, longueur et vitesse moyens des régénérations obtenues par incisions transverses de la moitié de l'épaisseur du pivot dans les étages I (lot I), II (lot II) et III (lot III) (Fig. 4).

Lots		I	II	III
Nombre d'individus	Total	9	11	11
	ayant régénéré	3	7	5
Nombre de régénérations	Total	3	11	6
	moyen par individu ayant régénéré	1	1,6	1,2
	moyen pour l'ensemble des individus	0,3	1	0,5
Longueur moyenne des régénérations (en mm)		15	79	93
Vitesse moyenne de croissance des régénérations en mm.j ⁻¹		0,3	1,3	1,3

On voit que, après incision, mais en présence du sommet du pivot, les étages les plus aptes à régénérer sont surtout le II et plus faiblement le III. Par contre, dans ces conditions, l'aptitude à la régénération de l'étage I est très faible et la croissance des quelques racines régénérées formées, fortement inhibée (elles s'arrêtent de croître au plus tard après 8 jours). Or, nous avons vu, dans le paragraphe précédent que l'aptitude à la régénération de l'étage I après amputation était plus forte que celle des autres niveaux. Les résultats de l'expérience d'incision comparés à ceux de l'expérience d'amputation laissent supposer que l'incision faite dans l'étage I n'isole pas aussi efficacement la lèvre proximale de la blessure de l'influence du pivot qui s'oppose à la régénération, que dans les étages II et III.

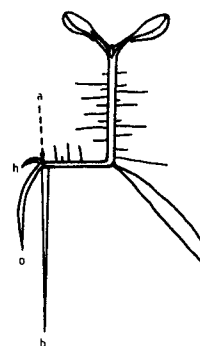
2°) Situation particulière : amputation sur une portion horizontale du pivot.

Tout ce que nous venons de voir concerne essentiellement les conséquences d'amputations ou lésions pratiquées horizontalement sur une portion verticale de pivot. Si, par contre, l'amputation a lieu sur une zone horizontale du pivot, la section obtenue est verticale (Fig. 5). Cette situation particulière affecte la régénération comme le montrent les résultats de l'expérience suivante.

Le pivot de six jeunes plantes, âgées de deux semaines, mesure 8 cm. Il est dévié par une lame de verre placée horizontalement devant son sommet. Une semaine plus tard, le pivot a franchi l'obstacle en poussant horizontalement de 3,5 cm et s'est redressé verticalement ensuite pour poursuivre sa croissance de 3 cm encore. A ce stade, la lame de verre est supprimée et le pivot sectionné transversalement au niveau de sa partie horizontale.

Au bout d'un mois nous avons noté le nombre et la longueur des régénérations. Ces dernières se classent en 3 catégories (Fig. 5).

Fig. 5.- Schéma montrant l'allure générale d'un appareil souterrain dont le pivot est dévié par une lame de verre horizontale (non figurée) lorsqu'il atteint 8 cm, puis amputé (a) dans sa partie horizontale une semaine après la déviation en même temps que la lame de verre est enlevée. Les régénérations formées au niveau de la blessure ont leur sommet initialement dirigé soit vers le haut (h), soit obliquement (o), soit vers le bas (b).



- Vers la partie inférieure de la blessure, les six individus ont produit en tout 12 régénérations mesurant 204 mm en moyenne.

- Vers la partie supérieure, on observe, au total, cinq régénérations pour l'ensemble du lot. Elles mesurent en moyenne 32 mm.

- En position médiane, il s'est formé pour les six individus deux régénérations mesurant en moyenne 161 mm.

Il semble qu'un gradient vertical d'aptitude à la régénération résulte de l'orientation de la blessure puisque le nombre de régénérations initiées vers la partie inférieure de cette dernière est nettement plus élevé. Ces dernières poussent mieux que celles formées à la partie supérieure. Ceci peut résulter de la combinaison de plusieurs facteurs. Tout d'abord, les régénérations de la face supérieure naissent avec leur sommet dirigé obliquement vers le haut alors que leur tropisme les pousse à croître vers le bas. Elles sont donc très vraisemblablement fortement gênées au départ, alors que celles de la zone inférieure sont idéalement orientées d'emblée pour manifester leur géotropisme. Leur croissance en est fortement favorisée. A cause de cela, il est probable qu'elles inhibent la croissance des régénérations supérieures, ce qui augmente la gêne résultant de leur orientation initiale. Ces diverses contraintes aboutissent d'ailleurs, en général, à bloquer complètement la croissance des régénérations supérieures. EL ALAOUI (1978) a fait des constatations identiques sur des pivots de *Quercus suber* amputés sur des parties horizontales.

Ces résultats suggèrent l'existence de corrélations entre organes.

3°) Les corrélations entre organes.

Nous considérerons d'abord l'influence des cotylédons, puis celle des autres racines.

a) Influence des cotylédons.

L'influence éventuelle des cotylédons sur la régénération du pivot de jeunes plants est liée, au moins en partie, à leur état, dépendant lui-même de la teneur en matière sèche de ces organes de réserve. Il nous a donc paru utile, avant d'envisager l'influence de leur suppression, d'étudier l'évolution de leur matière sèche au cours de la germination et après celle-ci.

α) Evolution du poids sec des cotylédons.

Nous avons utilisé 21 lots de 10 graines (glands débarassés du péricarpe) qui ont tous fait l'objet d'une pesée initiale individuelle. On connaît ainsi le poids frais initial (PFI) de chaque lot. Notons qu'il s'agit du PFI de la graine entière; mais, dans celle-ci, le poids des téguments et de l'axe embryonnaire est très faible par rapport au poids des cotylédons et peut être négligé dans les calculs. Pour obtenir le poids sec (PS) nous avons soumis les graines entières ou les cotylédons à une deshydratation d'une semaine dans une étuve à 120°C. Cette mesure du PS est effectuée sur un lot nouveau tous les deux

jours (sauf exception) depuis la mise en bac à germer jusqu'au 44^{ème} jour. Les mesures de PS sont faites sur graines entières à 0, 2, 4 et 6 jours, ensuite sur les cotylédons seuls à partir de 8 jours, car la germination intervient à ce stade et l'axe embryonnaire grandit.

Pour apprécier l'évolution du PS pendant cette période, nous avons utilisé le pourcentage du PS par rapport au PFI dans chaque lot (Fig. 6). Nous voyons que le PS, stationnaire jusqu'à la germination, représente environ 60% du poids de la semence au départ. A partir de la germination, il décroît régulièrement jusqu'au 42^{ème} jour où il ne représente plus que 36% du PFI.

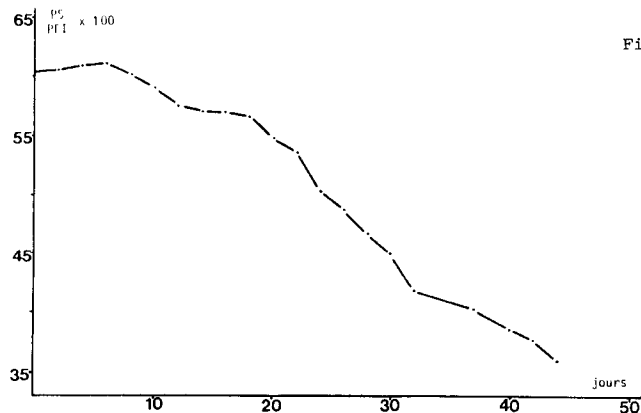


Fig. 6.- Evolution du pourcentage (ordonnée) du poids sec (PS) par rapport au poids frais initial (PFI) des cotylédons en fonction du temps en jours (abscisse). Jusqu'à 6 jours, on pèse les glands entiers, le poids de l'axe embryonnaire et des téguments étant négligeable. A partir de 8 jours, la germination ayant eu lieu, on ne tient compte que du poids des cotylédons.

Ces organes se vident donc lentement de leurs réserves et peuvent influencer directement divers aspects de la morphogenèse pendant les quelques semaines qui suivent la germination.

β) Diminution ou suppression de l'influence cotylédonaire.

Pour mettre en évidence une éventuelle influence cotylédonaire, sur la régénération, il faut essayer d'atténuer ou de supprimer celle-ci. Pour obtenir ce résultat, on peut soit procéder à l'ablation de un ou des deux cotylédons, soit pratiquer une incision transversale sur la moitié de l'épaisseur du pivot, au-dessous d'un cotylédon, de manière à isoler de celui-ci le territoire destiné à donner les régénérations. Comme les cotylédons sont des organes à fonction transitoire, nous avons tenu à pratiquer nos tests à un stade suffisamment précoce. Aussi, nos expériences ont été faites sur de jeunes plants âgés de 3 semaines.

β_1) Ablations des cotylédons.

De jeunes pivots mesurant 10 cm sont décapités à 1 cm du sommet. Deux lots sont constitués. Le premier (lot A) comporte 9 individus dont les deux cotylédons sont supprimés. Le second (lot B), constitué de 10 individus, conserve un des cotylédons. L'ablation des cotylédons se fait au moment de l'amputation du pivot.

Vingt jours plus tard, le nombre moyen de régénérations par individu et la longueur moyenne de ces régénérations sont notés (Tabl. 3).

Tableau 3

Nombre et longueur moyens de régénérations obtenues après amputation du pivot à 1 cm de son sommet puis suppression d'un cotylédon (lot B) ou deux cotylédons (lot A).

Lots		A	B
Nombre d'individus	Dans le lot	9	10
	Portant des régénérations	2	10
Nombre de régénérations	Total	3	23
	Par individu ayant régénéré	1,5	2,3
	Par individu pour l'ensemble du lot	0,3	2,3
Longueur moyenne des régénérations en mm		23	78,6

On voit que l'absence des cotylédons (A) est défavorable à la formation des régénérations et à leur croissance. La présence d'un seul cotylédon paraît suffisante pour assurer un bon déroulement de la régénération (B).

β_2) Influence d'incisions transversales entre un cotylédon et le site de régénération.

Trois lots A, B et C, comprenant chacun 10 individus, ont leur pivots incisés horizontalement sur la moitié de l'épaisseur du pivot, à 5 cm sous l'un des cotylédons (Fig. 7).

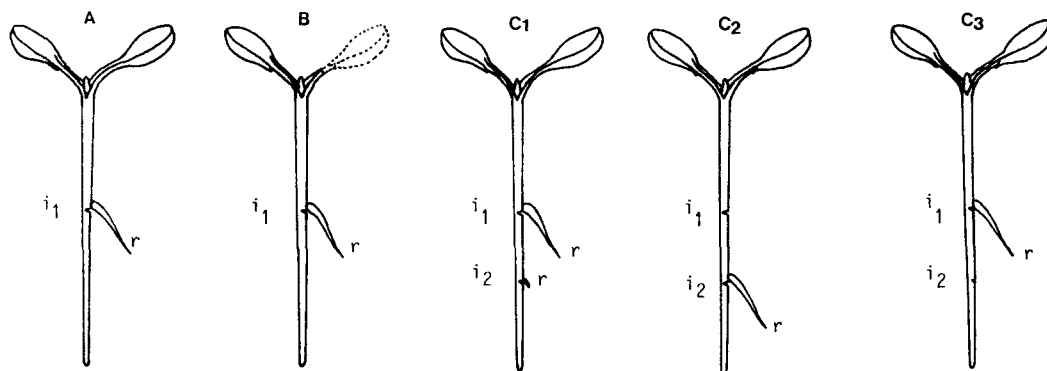


Fig. 7.- Schéma des régénérations (r) obtenues après une (A et B) ou deux (C) incisions transversales superposées, pratiquées sur la moitié de l'épaisseur du pivot. La première incision (i_1) est réalisée à 5 cm des cotylédons. Dans un lot, elle est accompagnée de la suppression du cotylédon situé du même côté que la blessure (B). La deuxième incision est pratiquée distalement, à 3 cm de la première (C). Les régénérations n'apparaissent que sur la lèvre proximale d'une incision. Lorsqu'il y a une double incision, sur les 8 individus du lot, un seul a régénéré au niveau des deux incisions (C_1), un autre a régénéré au niveau de l'incision distale (C_2) et 6 individus ont régénéré au niveau de l'incision proximale (C_3).

Le lot A conserve ses deux cotylédons, dans le lot B le cotylédon qui surmonte l'incision est enlevé, quant au lot C, il conserve ses 2 cotylédons, mais une 2ème incision est faite à 3 cm sous la première. Vingt jours après ce traitement, le nombre et la longueur moyenne des régénérations sont enregistrées (Tabl. 4 et Fig. 7).

Tableau 4

Nombre et longueur moyens de régénérations provoquées par une (lots A et B) ou deux incisions (lot C) transverses, réalisées sur des pivots mesurant 10 cm. L'incision du lot B est faite en même temps que la suppression d'un cotylédon (voir Fig. 7).

Lots		A	B	C Proximal	C Distal
Nombre d'individus	Dans le lot	10	10	10	10
	Ayant régénéré	9	4	7	2
Nombre de régénérations	Total	14	4	7	2
	Par individu ayant régénéré	1,6	1	1	1
	Moyen dans le lot	1,4	0,4	0,7	0,2
Longueur moyenne des régénérations en mm		128	99	121	76

On voit que, lorsque la relation entre le cotylédon et le site de régénération n'est pas interrompue (A et C proximal) soit par ablation du cotylédon (B), soit par incision horizontale du pivot (C distal), le nombre de régénérations formées sur la blessure est plus élevé et leur taille plus grande. Les cotylédons contiennent donc très certainement un (ou des) élément(s) rhizogène(s) qui contribue(nt) à la formation et au développement des régénérations.

On sait que les cotylédons ont un rôle comparable sur la formation des racines latérales (FLASKAMPER,

1910; DE HAAN et PETRICK, 1935; RIPPEL, 1937; GEISSBÜHLER, 1953; CHAMPAGNAT, 1961; TORREY, 1965; DYANAT-NEJAD et NEVILLE, 1972 a). Plus largement, l'appareil aérien, probablement par ses feuilles qui relaient les cotylédons, joue aussi un rôle favorable sur la production des racines latérales (DE HAAN et PETRICK, 1935; ZOBEL 1975) ou sur la régénération chez *Quercus rubra* (LARSON, 1970; FARMER, 1975). La rhizogenèse adventive sur bouture est de même favorisée par les organes aériens, cotylédons, feuilles ou bourgeons (FAVRE, 1970, 1977; RAVIV et REUVENI, 1984, JARVIS, 1986). L'appareil aérien intervient certainement par divers facteurs parmi lesquels l'auxine joue un rôle privilégié (TORREY, 1986; JARVIS, 1986).

Il semble en effet, que, à cause de sa circulation polarisée de manière basipète dans la tige et acropète dans la racine (WILKINS et SCOTT, 1968), l'auxine tende à s'accumuler au pôle radical de tout organe sectionné (BATRA et al., 1975) et particulièrement des racines (GREENWOOD et GOLDSMITH, 1970). CARLSON et LARSON (1977) ont observé que la taille des racines de *Quercus rubra* provoque une augmentation de la teneur en auxine et qu'une application d'auxine exogène entraîne un accroissement considérable de la régénération. L'auxine intervient aussi favorablement sur la formation des racines latérales (THIMANN, 1936; TORREY, 1956; MODJEHEDI-BIRANG, 1975). Quant à son rôle dans la rhizogenèse des boutures, il est connu de longue date (HEMBERG, 1954; ALTMAN et WAREING, 1975; FAVRE, 1977; JARVIS, 1986; HAISSIG, 1986). En s'accumulant à la base de la bouture, l'auxine créerait un centre d'appel attirant les hydrates de carbone et d'autres facteurs nécessaires à la rhizogenèse (ALTMAN et WAREING, 1975; JARVIS, 1986), hypothèse discutée en ce qui concerne les hydrates de carbones (ANDERSEN, 1986). Parmi les autres facteurs favorables à la formation des racines latérales fournis par l'appareil aérien et pouvant favoriser aussi la régénération, on peut citer divers acides aminés (BOLL, 1954; SKINNER et STREET, 1954), des vitamines (TORREY, 1956), des gibbérellines (BUTCHER et STREET, 1960) voire de faibles concentrations d'acide abscissique (YAMAGUCHI et STREET, 1977) ou de cytokinines (BOTTGER, 1974). CARLSON et LARSON (1977) notent, en effet, une augmentation de l'activité cytokinique après taille des racines de *Quercus rubra* en même temps que l'élévation de la teneur en auxine. La production d'éthylène est stimulée par l'auxine (FELDMAN, 1984). Pour KRISHNA MOORTHY (1972), il favorise la rhizogenèse des boutures de *Vigna radiata*, mais ce résultat n'a pas été retrouvé chez cette espèce par BATTEN et MULLINS (1978) qui le considèrent seulement comme un stimulateur de la croissance radicale. Cette influence a aussi été signalée pour les racines latérales (KONINGS et JACKSON, 1979; FELDMAN, 1984). L'éthylène serait même plutôt inhibiteur de l'initiation radicale (ANDERSEN, 1986).

b) Influence des autres racines.

Nous allons voir dans quelle mesure la formation et la croissance d'une régénération sont influencées par les racines latérales et par les autres régénérations.

α) Influence des racines latérales.

Des pivots âgés en moyenne de 58 jours, mesurant 50 cm sont décapités à 1 cm du sommet. Comme nous l'avons vu plus haut, les racines latérales, à ce stade, sont classées en 3 catégories définissant les étages I à III sur le pivot :

- I - racines déjà formées et ayant achevées leur croissance;
- II - racines déjà formées en cours de croissance;
- III - racines non encore apparues et qui ne seront accessibles pour des mesures ou une ablation éventuelle que dans les jours qui suivent l'amputation.

Huit lots de 6 à 7 individus sont constitués. Dans un lot, toutes les racines latérales sont conservées (I-II-III), dans les autres on supprime les racines latérales d'un ou plusieurs étages (Tabl. 5).

Pour essayer d'apprécier l'influence de ces racines latérales sur la formation et la croissance des régénérations, nous avons noté combien d'individus en présentent, leur délai d'apparition, leur nombre par individu et leur vitesse de croissance (Tabl. 5).

Le nombre d'individus dans chaque lot déjà faible au départ, est encore diminué par la mort de certaines plantes qui ne résistent pas aux différentes interventions. Les différences entre chaque lot ne sont pas très significatives mais une tendance commune semble se dégager pour tous les lots privés des racines latérales de l'étage III comparés à l'ensemble de ceux qui conservent ces racines (Tabl. 5).

Les racines latérales qui apparaissent après l'amputation du pivot (étage III) retardent l'apparition des régénérations, limitent le nombre d'individus qui en produisent et diminuent leur nombre par individu. Elles influent aussi sur la vitesse de croissance des régénérations produites comme nous allons le voir.

Les conditions d'apparition des néoformations sont telles que, sur les 66 régénérations que portent l'ensemble des individus de l'expérience (Tabl. 5), 21 se sont développées dans un premier temps sous la

tourbe. De ce fait, elles n'ont été visibles et mesurables qu'après s'être suffisamment allongées pour pouvoir se plaquer contre le couvercle transparent du rhizotron. Aussi, seules les 45 qui ont été constamment visibles, ont fait l'objet de calcul de vitesse de croissance.

Tableau 5

Nombre d'individus ayant régénéré, délai d'apparition et nombre des régénérations en fonction des racines latérales conservées et plus particulièrement en fonction de la présence ou de l'absence des racines latérales de l'étage III (racines latérales se formant après amputation du pivot provoquant la régénération).

Racines latérales de l'étage III	Etages de racines latérales supprimées	Lots symbolisés par les étages de racines conservés	Nombre d'individus		Délai d'apparition des régénérations en jours		Nombre de régénérations				
			par lot	ayant régénéré	Valeur moyenne	Valeurs limites	Total	par individu ayant régénéré	par individu pour l'ensemble du lot	à vitesse de croissance	
										lente (inférieure à 3 mm.j ⁻¹)	rapide (supérieure à 3 mm.j ⁻¹)
Présentes	0	I-II-III	3	1	8	8	1	1	0,3	1	0
	I	II-III	4	4	9,7	8-14	6	1,5	1,5	4	2
	II	I-III	6	4	8,7	6-13	7	1,75	1,2	3	3
	I et II	III	7	5	8,2	6-13	7	1,4	1	2	4
Total			20	14	8,8		21	1,5	1,05	9	9
Absentes	III	I-II	4	4	8,5	8-10	11	2,75	2,75	1	5
	I et III	II	5	5	5,2	4-6	11	2,2	2,2	2	6
	II et III	I	6	6	8,2	5-13	12	2	2	2	5
	I, II et III	0	5	5	7,7	7-8	11	2,2	2,2	2	4
Total			20	20	7,4		45	2,25	2,25	7	20

Pour l'ensemble des régénérations, cette vitesse varie de 0,6 à 7,2 mm.j⁻¹. La fréquence des différentes vitesses de croissance de ces 45 régénérations a une répartition grossièrement bimodale (Fig. 8).

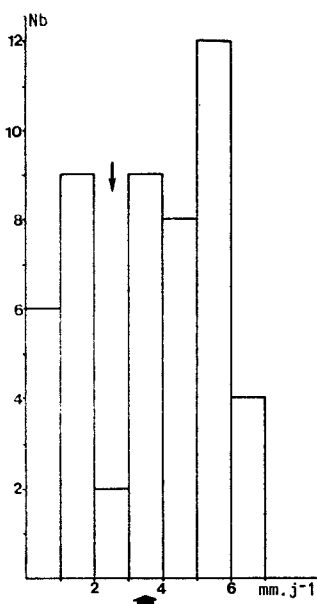


Fig. 8.- Répartition du nombre de régénérations (ordonnée) en fonction des classes de vitesse de croissance (abscisse) chez des individus dont le pivot est amputé à 1 cm de leur sommet alors qu'il mesure 50 cm. Ces amputations sont éventuellement suivies de l'ablation des racines latérales appartenant soit à 1, 2 ou 3 des étages (I, II et III) définis dans le texte. On voit que les régénérations se répartissent en 2 groupes (par rapport à la flèche), celles à croissance lente, et celles à croissance rapide. Le graphique concerne 34 individus.

Le premier mode comporte les régénérations à vitesse lente (inférieure à 3 mm.j⁻¹), le second regroupe celles à vitesse rapide (supérieure à 3 mm.j⁻¹). Les vitesses moyennes respectives dans les deux groupes étant de 1,5 mm et 5,8 mm.j⁻¹.

On constate (Tabl. 5) que la proportion de régénérations qui croissent rapidement est plus élevée en l'absence des racines latérales de l'étage III. Autrement dit, ces dernières inhibent la croissance des régénérations.

En conclusion, ces différents résultats concernant l'influence des racines latérales sur les régénérations montrent que les plus jeunes, apparaissant après amputation du pivot (celles de l'étage III), gênent le développement des régénérations. Par contre, les racines latérales des étages I et II semblent

ne pas avoir beaucoup d'influence sur celles-ci. Ces résultats peuvent s'expliquer par le fait que les racines latérales apparues après l'amputation du pivot se trouvent certainement dans une situation privilégiée, susceptible de leur permettre d'entrer en compétition avec les régénérations. Leur développement est, en effet, stimulé en absence du sommet de la racine principale (non publié).

L'influence défavorable, qu'exercent les jeunes racines latérales stimulées par l'amputation, sur la formation des régénérations a déjà été signalé chez le cacaoyer (DYANAT-NEJAD, 1971). Par contre, les racines latérales âgées n'ont pas de rôle notable, non seulement chez le chêne vert, mais aussi chez le pin laricio et le cèdre (TOIHEN, 1977). Les racines latérales en cours de croissance jouent également un rôle défavorable sur la formation des nouvelles racines latérales (DYANAT-NEJAD et NEVILLE, 1972a).

β) Influence des régénérations les unes sur les autres.

Des pivots mesurant 30 cm sont décapités à 9 cm des cotylédons, donc dans une zone où les racines latérales viennent de terminer leur croissance.

Cinq lots de 5 à 8 individus sont constitués ;

- Les lots A et C conservent toutes les régénérations mais dans le lot C, un des cotylédons est supprimé.
- Les lots B, D et F ne conservent qu'une seule régénération par individu. De plus, alors que les deux cotylédons du lot B sont conservés comme dans le lot A, dans le lot F, celui qui est situé du côté de la régénération conservée est enlevé. Dans le lot D, on enlève celui qui est du côté opposé.

Un lot témoin non décapité est conservé également.

Pour vérifier si les régénérations ont une influence les unes sur les autres, nous avons étudié leur nombre moyen et leur vitesse de croissance (Tabl. 6).

Tableau 6

Nombre d'individus ayant régénéré après amputation du pivot et nombre de régénérations.

Régénérations conservées	Lots	Nombre d'individus		Nombre de régénérations			
		Dans le lot	Ayant régénéré	Total	Par individu qui régénère	à croissance	
						lente	rapide
Toutes	A	7	6	18	3	12	17
	C	6	6	19	3,16		
Une	B	7	7	28	4	0	20
	D	7	6	22	3,66		
	F	6	6	21	3,5		

Notons immédiatement que l'ablation d'un cotylédon sur des plantes âgées de plus de 30 jours n'a pas une grande influence sur les résultats. Tout au plus, la régénération est-elle un peu moins importante en son absence dans les lots D et F comparés au lot B (Tabl. 6), ce qui est conforme aux observations précédentes. Nous ne tiendrons donc pas compte du fait que les plantes ne possèdent pas toutes le même nombre de cotylédons, pour comparer essentiellement celles qui possèdent toutes leurs régénérations avec celles qui n'en conservent qu'une.

Tous les individus régénèrent au moins 2 racines, sauf un du lot A et un du lot D qui n'en produisent pas.

Le nombre moyen de régénérations produites par individu est un peu supérieur dans les lots où l'on conserve une seule régénération (Tabl. 6). Si l'on considère globalement les lots où une seule régénération est conservée (B, D et F), ils produisent en moyenne 3,7 régénérations si l'on prend en compte l'individu n'ayant pas régénéré et 3,9 pour ceux qui ont régénéré. De même pour les lots A et C considérés globalement, la moyenne est de 2,8 régénérations par individu en tenant compte de celui qui n'a pas régénéré et de 3,1 si on considère seulement ceux qui ont produit des régénérations.

Par conséquent, les ablations régulières des régénérations qui apparaissent après la première favo-

risent la formation de nouveaux méristèmes, phénomène qui est inhibé par les premières régénérations mises en place dans les lots A et C.

En ce qui concerne la vitesse de croissance des régénérations, il faut tout d'abord noter que la seule régénération conservée dans les lots B, D et F est la première à apparaître. Or, l'examen des vitesses moyennes de croissance des racines régénérées des lots A et C, où elles sont toutes conservées, montre que ce n'est pas toujours la première qui pousse le plus vite lorsqu'elle est soumise à la compétition des autres régénérations. Certaines de ces premières régénérations ont même, dans ces lots A et C, une croissance très lente.

Lorsqu'on examine l'éventail des vitesses moyennes de croissance par régénération, on constate qu'elles vont de $0,5 \text{ mm.j}^{-1}$ à $19,3 \text{ mm.j}^{-1}$. Dans les lots où une seule régénération est conservée, la vitesse de croissance la plus faible est de $6,2 \text{ mm.j}^{-1}$ la plus forte de $19,3 \text{ mm.j}^{-1}$; alors que dans les lots A et C où toutes les régénérations sont conservées, elle va de $0,5 \text{ mm.j}^{-1}$ à $10,6 \text{ mm.j}^{-1}$.

L'histogramme global des fréquences des vitesses (Fig. 9) montre que l'on peut séparer celles qui sont inférieures ou égales à 4 mm.j^{-1} et celles qui sont supérieures à cette valeur.

Lorsque plusieurs régénérations existent sur un pivot amputé (Tabl. 6, A et C), certaines poussent lentement, situation qui n'est jamais observée lorsqu'une seule régénération est conservée (B, D et F).

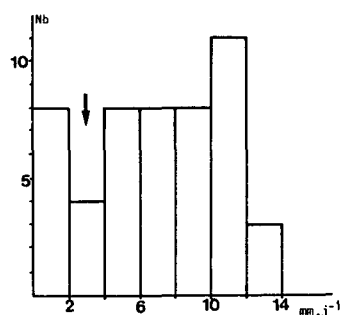


Fig. 9.- Répartition du nombre de régénérations (ordonnée) en fonction des classes de vitesse de croissance (abscisse) chez des individus dont le pivot est amputé à 9 cm des cotylédons alors qu'il mesure en moyenne 30 cm. Chez certains individus, une seule régénération est conservée, alors que chez les autres on les laisse toutes se développer. On voit qu'il existe deux groupes (par rapport à la flèche) de régénérations, celles à croissance lente et celles à croissance rapide. Le graphique concerne 31 individus.

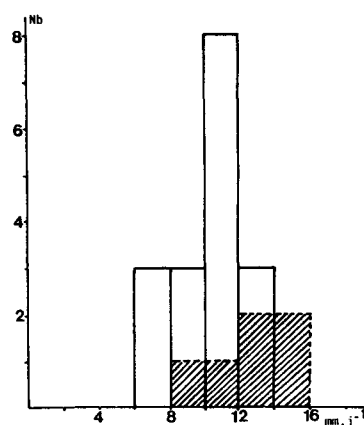


Fig. 10.- Répartition du nombre (ordonnée) de régénérations conservées seules (trait plein) ou de pivots témoins (pointillé, hachuré) en fonction des classes de vitesses de croissance (abscisse). Lorsque les régénérations sont laissées seules sur un individu, leur vitesse de croissance se rapproche de celle des pivots.

Donc, non seulement les premières régénérations apparues s'opposent à la formation d'autres, mais elles exercent aussi une inhibition de croissance les unes sur les autres. Cette inhibition levée (en ne conservant qu'une régénération) permet de constater que ce type de racine peut avoir une vitesse de croissance voisine de celle des pivots témoins bien qu'en moyenne un peu plus faible (Fig. 10). Par conséquent, lorsque plusieurs régénérations se forment à la suite d'une amputation du pivot, elles constituent un système de remplacement moins efficace que ce dernier pour coloniser rapidement le substrat en profondeur.

Notons que, sur les boutures, les premières racines formées s'opposent aussi à la production des suivantes (CHAMPAGNAT, 1961; FAVRE, 1977).

4°) Discussion générale et conclusion.

Cette étude expérimentale de la régénération après blessures du pivot de chêne vert a permis de montrer que ce phénomène est contrôlé par un ensemble de facteurs internes. Certains semblent résulter de propriétés fixées au niveau des tissus où se produit la régénération. Tels paraissent les facteurs qui influent sur l'orientation ou les potentialités de croissance des régénérations en fonction de l'âge et

du niveau de la zone où a lieu l'amputation. La fixation de ces propriétés peut résulter, au moins en partie, du système de corrélations entre les divers organes existant au moment de la mise en place des tissus concernés. Mais le système de corrélations actuel joue aussi un rôle important dans l'expression de ces propriétés fixées. La plupart ont été discutées dans les paragraphes où elles sont mises en évidence. Nous voudrions simplement souligner ici l'importance de la blessure déjà notée par FAVRE (1977) à propos du bouturage. L'effet de la blessure est triple: a) En interrompant la continuité tissulaire, elle permet l'accumulation d'auxine au pôle radical de l'organe et la création à ce niveau d'un centre d'appel pour tous les facteurs nécessaires à la réorganisation tissulaire conduisant à la néoformation radicale. b) La blessure paraît provoquer aussi localement la formation de substances phénoliques qui, en inhibant l'auxine-oxydase, protègent l'auxine (JARVIS, 1986). c) Elle supprime, enfin, l'influence inhibitrice de la rhizogenèse provenant, pour l'essentiel, de l'extrémité du pivot. Cette influence est signalée depuis longtemps à propos de la formation des racines latérales (SIMON, 1904; ZIMMERMAN et HITCHCOCK, 1935; THIMANN, 1936; VAN OVERBEEK, 1939; TORREY, 1950, 1956, 1965; GEISSBÜHLER, 1953; CHAMPAGNAT, 1961; DYANAT-NEJAD et NEVILLE, 1972 a; BOTTGER, 1974; ABADIA-FENOLL et al., 1982). L'intervention d'un inhibiteur spécifique a été évoquée pour la première fois par ZIMMERMAN et HITCHCOCK (1935). Son existence a été confirmée par divers travaux (LIBBERT, 1956 b; TORREY, 1956, 1959). Il pourrait s'agir de la xanthoxine, voire des cytokinines (BOTTGER, 1974) ou de l'acide abscissique (BOTTGER, 1978), ces différents facteurs pouvant agir conjointement. L'éthylène pourrait aussi être impliqué dans cette inhibition (RADIN et LOOMIS, 1969; KONINGS et JACKSON, 1979; FELDMAN, 1984). Quel que soit le moyen par lequel s'exerce l'inhibition constatée, il est vraisemblable qu'elle est relayée par les racines latérales dont la croissance est stimulée par l'amputation du pivot et par les premières régénérations, autrement dit par toute racine en croissance active. Cette inhibition peut aussi résulter d'une compétition, d'un détournement des facteurs indispensables par les primordiums de nouvelles racines latérales en particulier, qui fonctionnent très tôt comme centres d'appel (ROWNTREE et MORRIS, 1979).

Ceci explique que la régénération soit plus limitée lorsque l'amputation a lieu dans la zone de formation des latérales plutôt que dans les parties plus âgées du pivot où les latérales ont achevé leur croissance. La réponse est différente si, au lieu d'une section complète du pivot, on pratique seulement une incision transversale sur la moitié de son épaisseur. Dans ce cas, la régénération la plus faible a lieu dans la zone des racines latérales les plus âgées. Cette différence de comportement tient peut-être à l'évolution des tissus conducteurs. En effet, nous l'avons vu, l'une des conditions de la régénération est qu'une zone du pivot soit isolée de l'influence directe du sommet de ce dernier. Cela suppose entre ces deux territoires un échange de messages dans l'organe non lésé. On sait que, chez le cacaoyer, de tels messages circulent de manière privilégiée par les tissus conducteurs, en particulier les jeunes faisceaux ligneux primaires (DYANAT-NEJAD, 1970; DYANAT-NEJAD et NEVILLE, 1972 a et b, 1973). Il est probable qu'une situation analogue existe chez le chêne vert. Nous avons constaté que, chez cette espèce, le cambium libéro-ligneux s'individualise au voisinage du front d'apparition des premières racines latérales. Par conséquent, dans l'étage III n'existent que les faisceaux conducteurs primaires. Dans l'étage II, les tissus secondaires libéro-ligneux commencent à peine à se différencier. Par contre, dans l'étage I, ces tissus secondaires ont un développement déjà important. Tant que les faisceaux primaires sont les seules voies importantes de circulation pour les messages émanant du sommet du pivot, l'incision interrompt efficacement leur trajet car les échanges horizontaux entre eux semblent limités ou nuls du fait de leur discontinuité. Lorsque les tissus secondaires relaient les tissus primaires, ils forment un cylindre creux continu et les échanges horizontaux en sont sans doute facilités. De ce fait, sans se rétablir complètement, l'influence du sommet du pivot est à nouveau, au moins en partie, perçue par la lèvre proximale de la blessure, ce qui expliquerait à la fois le peu de régénérations produites et leur croissance limitée quand elles le sont.

Si l'on compare les racines formées par les boutures, les régénérations et les racines latérales normales, on constate que, pour l'essentiel, les corrélations qui contrôlent leur formation et leur croissance ne semblent pas fondamentalement différentes.

Enfin, chez le chêne vert, les différences de comportement des régénérations, en fonction du niveau et de l'âge du pivot décapité, peuvent avoir différentes incidences pratiques. En particulier lors d'un transfert de la pépinière à la pleine terre, le pivot subit presque à coup sûr une amputation. Il est important de savoir à quel niveau il est préférable de pratiquer cette opération pour obtenir la meilleure régénération possible. Or, plusieurs régénérations naissent généralement à la suite d'une section du pivot. On a donc intérêt à ce qu'elles soient le plus écartées les unes des autres pour ne pas envoyer leurs racines latérales coloniser une même colonne verticale du sol. Il est aussi nécessaire que ces régénérations aient une croissance rapide pour réimplanter au mieux le végétal en profondeur. Pour ces différentes rai-

sons, il vaudra mieux décapiter près des cotylédons que près du sommet un pivot déjà grand. C'est en effet dans ces conditions que l'on obtiendra l'architecture de remplacement la plus efficace pour coloniser le sol. Il sera cependant souhaitable que les plants ne soient pas trop âgés car les régénérations risquent d'être horizontales ou de ne pas se former (RIEDACKER, 1976 a).

BIBLIOGRAPHIE

- ABADIA-FENOLL F., LLORET P., VIDAL M. et CASERO P., 1982.- Pattern of distribution of lateral root primordia in *Allium cepa* L. *Phyton*, 42 : 175 - 177.
- ALTMAN A. et WARFING P.F., 1975.- The effect of IAA on sugar accumulation and basipetal transport of 14 C-labelled assimilates in relation to root formation in *Phaseolus vulgaris* cuttings. *Physiol. Plant.*, 33 : 32 - 38.
- ANDERSEN A. S., 1986.- Environmental influences on adventitious rooting in cuttings of non-woody species. *Dev. Plant Soil Sci.*, NLD, 20 : 223 - 253.
- BATRA M. W., EDWARDS K.L. et SCOTT T.K., 1975.- Auxin transport in roots : its characteristics and relationship to growth. In : The Development and Function of Roots, J.G. TORREY et CLARKSON D.T. Ed., Acad. Press, London, pp. 299 - 325.
- BATTEN D. J. et MULLINS M.G., 1978.- Ethylene and adventitious root formation in hypocotyl segments of etiolated mung bean (*Vigna radiata* (L.) Wilczek) seedlings. *Planta* 138 : 193 - 197.
- BEISSALAH Y., AMIN T., EL HAJZEIN B. et NEVILLE P., 1987 a.- Développement de l'appareil radical de jeunes plants de chênes verts dont le pivot se développe sans amputation, ni déviation. *Ann. Sci. forest.*
- BEISSALAH Y., AMIN T., EL HAJZEIN B. et NEVILLE P., 1987 b.- Les racines de régénération produites après amputation d'une racine en croissance active. Etude d'un exemple : *Quercus ilex* L. *Bull. Soc. Bot. Fr.* à paraître.
- BOLL W.G., 1954.- Investigations into the function of pyridoxin as a growth factor for excised tomato roots. *Plant Physiol.*, 29 : 325 - 331.
- BÖTTGER M., 1974.- Apical dominance in roots of *Pisum sativum* L. *Planta*, 121 : 253 - 261.
- BÖTTGER M., 1978.- Levels of endogenous indole-3 acetic acid and abscisic acid during the course of the formation of lateral roots. *Z. Pflanzenphysiol., Dtsch.*, 86 : 283 - 286.
- BUTCHER D.N. et STREET H.E., 1960.- The effects of gibberellins on the growth of excised tomato roots. *J. exp. Bot.*, 11 : 206 - 216.
- CARLSON W.C. et LARSON M.M., 1977.- Changes in auxin and cytokinin activity in roots of red oak *Quercus rubra* seedlings during lateral root formation. *Physiol. Plantarum*, Dan., 41 : 162-166.
- CHAMPAGNAT P., 1961.- Differentiation. Formation des racines et des bourgeons. *Encycl. Plant Physiol.*, 14 : 839 - 871.
- DAVIES F. T., Jr., 1984.- Shoot RNA, Cambial activity and indolebutyric acid effectivity in seasonal rooting of juvenile and mature *Ficus pumila* cuttings. *Physiol. Plant.*, DNK, 62 : 571 - 575.
- DE HAAN I. et PETRICK L., 1935.- Polaire Wortelvorming. *Naturwiss. Tijdsch.* 17 : 117 - 127.
- DOORENBOS J., 1965.- Juvenile and adulte phase in woody plants. *Encyclop. Plant Physiol.*, 15 : 1222-1235.
- DYANAT-NEJAD H., 1970.- Contrôle de la plagiotropie des racines latérales chez *Theobroma cacao* L. *Bull. Soc. bot. Fr. Mémoires*, 183 - 192.
- DYANAT-NEJAD H., 1971.- Nombre et tropisme des racines néoformées expérimentalement dans l'appareil souterrain du cacaoyer (*Theobroma cacao* L.). *Bull. Soc. bot. Fr., Mémoires*, 109 - 123.
- DYANAT-NEJAD H. et NEVILLE P., 1972 a.- Etude expérimentale de l'initiation et de la croissance des racines latérales précoces du cacaoyer (*Theobroma cacao* L.). *Ann. Sci. nat. Bot.* 12° S. XIII : 211 - 246.
- DYANAT-NEJAD H. et NEVILLE P., 1972 b.- Etude sur le mode d'action du méristème radical orthotrope dans le contrôle de la plagiotropie des racines latérales chez *Theobroma cacao* L. *Rev. gén. Bot.* 79 : 319 - 340.
- DYANAT-NEJAD H. et NEVILLE P., 1973.- Variation du nombre de faisceaux dans la racine principale de cacaoyer (*Theobroma cacao* L.). *Rev. gén. Bot.* 80 : 41 - 74.
- EL ALAOUÏ H., 1978.- Etude expérimentale de la morphogenèse du système racinaire du semis de chêne-liège (*Quercus suber* L.). *Thèse 3e cycle, Univ. Nancy I*, 51p.
- FARMER R.E., 1975.- Dormancy and root regeneration of northern red oak. *Canadian J. For. Res.*, 5 : 176-185.
- FAVRE J.M., 1970.- Effets d'une température élevée (39°) sur l'enracinement de boutures de vigne cultivées *in vitro*. *C.R.Acad. Sci., Paris*, 778 - 781.
- FAVRE J.M., 1977.- La rhizogenèse. *Ann. Univ. Abidjan ser. C, Sci.* : 1 - 100.
- FELDMAN L.J., 1984.- Regulation of root development. *Ann. Rev. Plant Physiol.*, 35 : 223 - 242.
- FLASKÄMPER P., 1910.- Untersuchungen über die Abhängigkeit der Gefäß - und Sklerenchymbildung von äusseren Faktoren nebst einigen Bemerkungen über die angebliche Heterorhizie bei Dikotylen. *Flora*, 101 : 181 - 219.
- GEISSBÜHLER H., 1953.- Untersuchungen über die korrelative und hormonale Steuerung der Seitenwurzelbildung. *Ber. schweiz. bot. Ges.*, 63 : 27 - 89.

- GREENWOOD M.S. et GOLDSMITH M.H.M., 1970.- Polar transport and accumulation of indole-3-acetic acid during regeneration by *Pinus lambertiana* embryos. *Planta*, 95 : 297 - 313.
- HEMBERG T., 1954.- The relation between the occurrence of auxin and the rooting of hypocotyls in *Phaseolus vulgaris* L. *Physiol. Plant.*, 7 : 323 - 331.
- JARVIS B.C., 1986.- Endogenous control of adventitious rooting in non-woody cuttings. *Dev. Plant Soil Sci.*, 20 : 191 - 222.
- KONINGS H. et JACKSON M.B., 1979.- A relationship between rates of ethylene production by roots and the promoting or inhibiting effects of exogenous ethylene and water on root elongation. *Z. Pflanzenphysiol.*, 92 : 385 - 397.
- KRISHNA MOORTHY H.N., 1972.- Effects of ethrel, auxins and maleic hydrazide on the rooting of mung bean hypocotyl cuttings. *Z. Pflanzenphysiol.*, 66 : 273 - 276.
- LARSON M.M., 1970.- Root regeneration and early growth of red oak seedlings; influence of soil temperature. *For. Sci.*, 16 : 442 - 446.
- MODJEHEDI-BIRANG, 1975.- Stimulation de la rhizogenèse chez de jeunes plants de Pin maritime. *Thèse Docteur-Ingénieur, Bordeaux*, 135 p.
- RADIN J.W. et LOOMIS R.S., 1969.- Ethylene and carbon dioxide in the growth and development of cultured radish roots. *Plant Physiol.*, 44 : 1584 - 1589.
- RAVIV M. et REUVENI O., 1984.- Mode of leaf shedding from avocado cuttings and the effect of its delay on rooting. *HortScience, USA*, 19 : 529 - 531.
- RIEDACKER A., 1974.- Un nouvel outil pour l'étude des racines et de la rhizosphère : le minirhizotron. *Ann. Sci. forest.*, 31 : 129 - 134.
- RIEDACKER A., 1976 a.- Etude des possibilités de modifier la morphogenèse juvénile des systèmes racinaires de quelques espèces forestières; applications pratiques. *Proc. XVI IUFRO World Congrès, Oslo juni 1976, Div. 1*: 376 - 387.
- RIEDACKER A., 1976 b.- Rythmes de croissance et de régénération des racines des végétaux ligneux (Etude bibliographique). *Ann. Sci. forest.* 33 : 109 - 138.
- RIPPEL K., 1937.- Umkehr der Seitenwurzelgenese bei Leguminosen als korrelative Störung. *Ber. dtsh. bot. Ges.*, 55 : 288 - 292.
- ROWNTREE R.A. et MORRIS D.A., 1979.- Accumulation of ¹⁴C from exogenous labelled auxin in lateral root primordia of intact pea seedlings (*Pisum sativum* L.). *Planta*, 144 : 463 - 466.
- SIMON S., 1904.- Untersuchungen über die Regeneration der Wurzelspitze. *Jb. wiss. Bot.*, 40 : 103 - 143.
- SKINNER J.C. et STREET H.E., 1954.- Studies on the growth of excised roots. II. Observations on the growth of excised groundsel roots. *New Phytol.*, 53 : 44 - 67.
- THIMANN K.V., 1936.- Auxin and growth of roots. *Amer. J. Bot.*, 23 : 561 - 569.
- TOIHEN F.G., 1977.- Morphogenèse des systèmes racinaires juvéniles du Pin laricio et du cèdre. *Mémoire de 3ème année de l'Ecole Nationale des Ingénieurs des Travaux des Eaux et Forêts, INRA Nancy, Doc. 77/3*, 81p.
- TORREY J.G., 1950.- The induction of lateral roots by indole acetic acid and root decapitation. *Amer. J. Bot.*, 37 : 257 - 264.
- TORREY J.G., 1956.- Chemical factors limiting lateral root formation in isolated pea roots. *Physiol. Plantarum*, 9 : 370 - 388.
- TORREY J.G., 1959.- A chemical inhibitor of auxin-induced lateral root initiation in roots of *Pisum*. *Physiol. Plantarum*, 12 : 873 - 887.
- TORREY J.G., 1965.- Physiological bases of organization and development in the root. *Encyclop. Plant Physiol.*, 15 : 1256 - 1327.
- TORREY J.G., 1986.- Endogenous and exogenous influences on the regulation of lateral root formation. *Dev. Plant Soil Sci., NLD*, 20 : 31 - 66.
- VAN OVERBEEK J., 1939.- Evidence for auxin production in isolated roots growing *in vitro*. *Bot. Gaz.*, 101 : 450 - 456.
- WILKINS M.B. et SCOTT T.K., 1968.- Auxin transport in roots. *Nature*, 219 : 1388 - 1389.
- YAMAGUCHI T. et STREET H.E., 1977.- Stimulation of growth of excised cultured roots of soya bean by abscisic acid. *Ann. Bot., G. Br.*, 41 : 1129 - 1133.
- ZIMMERMAN P.W. et HITCHCOCK A.E., 1935.- The response of roots to "root-forming" substances. *Contr. Boyce Thompson Inst.*, 7 : 439 - 445.
- ZOBEL R.W., 1975.- The genetics of root development. In : *The Development and Function of Roots*, J.G. TORREY et CLARKSON D.T. Ed., *Academic Press, London*, pp. 261 - 275.

Extinction du rayonnement et modifications du spectre solaire sous différents couverts du taillis de Chêne vert (*Quercus ilex* L.) de la forêt de la Gardiole de Rians (Var - France).

Ch. BALDY★
M. BARBERO★★
H. MADJIDIEH★★

RESUME - Par une campagne de mesures "in natura" les auteurs étudient les propriétés optiques de différentes structures de taillis de chêne vert en Forêt Domaniale de Rians (Var).

Ils appréhendent les problèmes d'intensité et de diffusion de l'énergie solaire dans plusieurs niveaux d'architecture et montrent que tout autant que l'alimentation en eau, les caractéristiques du sol, l'orientation, les rayonnements global, diffus et photosynthétiquement actifs, jouent un rôle déterminant dans la position des feuilles, leur polymorphisme et les stratégies de production de biomasse foliaire de même que dans l'organisation interstrate de l'écosystème.

SUMMARY - Through a series of "in natura" measurements, the authors study the optic properties of different structures of Holly oak (*Quercus ilex*) coppice in the Rians Strate Forest (Var, FRANCE). They treat the problems of intensity and diffusion of solar energy in several architectural layers and show that, as much as the water supply, soil characteristics and exposure, total, diffused and photosynthetically active radiant energy plays a determining role in the position of the leaves, their polymorphism and their biomass production strategies, as well as in the ecosystem's layer organization.

MOTS CLES : Chêne vert, structure architecture, lumière, rayonnements global, diffus, photosynthétiquement actif, polymorphisme foliaire.

KEY WORDS : Holly oak, architecture, structure, light, total, diffused and photosynthetically active radiant energy, leaf polymorphism.

INTRODUCTION

Tant du point de vue qualitatif que quantitatif, on ne possède que peu d'information sur les caractéristiques biométriques et morphométriques, ainsi que sur les propriétés optiques, du feuillage de chêne vert.

MALKINA (1978) avait simplement noté en étudiant la pénétration du rayonnement dans une couronne de chêne vert isolé que l'intensité de lumière décroît rapidement de la périphérie vers l'intérieur, puis se stabilise.

Cette extinction du rayonnement induit des changements dans la structure anatomique des feuilles : leur épaisseur diminue et la hauteur du parenchyme palissodique est réduite. Ces constats ont été faits pour diverses plantes (BERGER, 1973).

Ces conclusions vont dans le sens de celles de PEARMAN (1966) et de PALMER (1977) qui avaient mis en évidence sur des végétaux variés, que les réponses spectrales des feuilles d'ombre étaient différentes de celles des feuilles exposées au soleil.

Par contre les études d'interception du rayonnement solaire dans différents types de végétation "in natura" sont relativement récentes. Elles reviennent à METHY (1974) qui a étudié plusieurs formations végétales du Languedoc.

Le présent travail a pour but, par analyse comparative de plusieurs taillis, de compléter nos connaissances dans ce domaine. Il a été entrepris dans le cadre d'un programme de recherche du PIREN - C.N.R.S., impliquant les chercheurs de l'Université et de l'I.N.R.A. (station de bioclimatolo-

★ Station de bioclimatologie, INRA Montfavet - 84000 AVIGNON

★★ Institut méditerranéen d'écologie et de paléoécologie, Rue H. Poincaré, 13397 MARSEILLE Cedex 13

gie - Avignon, Montfavet).

Une campagne de mesures a pu être conduite sur le terrain, en Mars 1984, pour appréhender les problèmes d'intensité et de diffusion de l'énergie solaire des différentes structures du taillis du chêne vert (organisation horizontale) et dans plusieurs niveaux d'architecture (organisation verticale) en forêt domaniale de la Gardiole de Rians.

I - MATERIEL ET METHODES

Les mesures de Rayonnement global (Rg) et Rayonnement diffus (Rd), ont été effectuées avec des Pyranomètres de Moll. Le rayonnement photosynthétiquement actif (P.A.R.) est étudié avec un capteur T Devices. Les enregistrements sont faits sur des intégrateurs CIMEL. Les mesures du spectre solaire sont relevées en rayonnement diffus en intercalant un cache soleil à l'aide du spectro-radio-mètre "Macam" à transmission par filtres optiques entre 360 et 1000 nm.

Sur les sites, les mesures ont concerné :

- le profil de rayonnement dans les arbres étudiés par rapport au témoin placé en pleine lumière ;
- les spectres à environ 1,50 m au dessus du sol dans quatre positions (N, S, E, W) autour des arbres, sous ceux-ci, et par rapport au témoin extérieur.

II - PRESENTATION DES STATIONS

Les stations ont été choisies en suivant un plan d'échantillonnage stratifié établi dans cette forêt par F. MIGLIORETTI (1983 et 1987) et centré sur deux objectifs :

- détermination de la variabilité spatiale du taillis en fonction des conditions écologiques (topographie, exposition, nature du substrat) ;
- détermination des caractéristiques des peuplements en fonction de l'âge et de la densité des cépées (structure).

Compte-tenu de ces paramètres de stratification, six placettes (carte n° 1), ont été repérées qui donnent une bonne représentativité de la variabilité du taillis et donc de ses caractéristiques en regard du rayonnement.

III - CARACTERISATION DES STATIONS

Le tableau 1 précise les caractères floristico-écologiques des six stations étudiées ; les trois premières placettes se répartissent dans un taillis de versant sud, âgé de trente cinq ans :

I - placette 1 : elle correspond à un individu isolé (cépée de 9 brins) dans une végétation arbustive à *Cistus albidus*, *Phyllirea media* et *Osyris alba* sur substrat affleurant. *Brachypodium ramosum* est de l'espèce herbacée dominante associée à des chaméphytes comme *Euphorbia spinosa* et *Cytisus argenteus*.

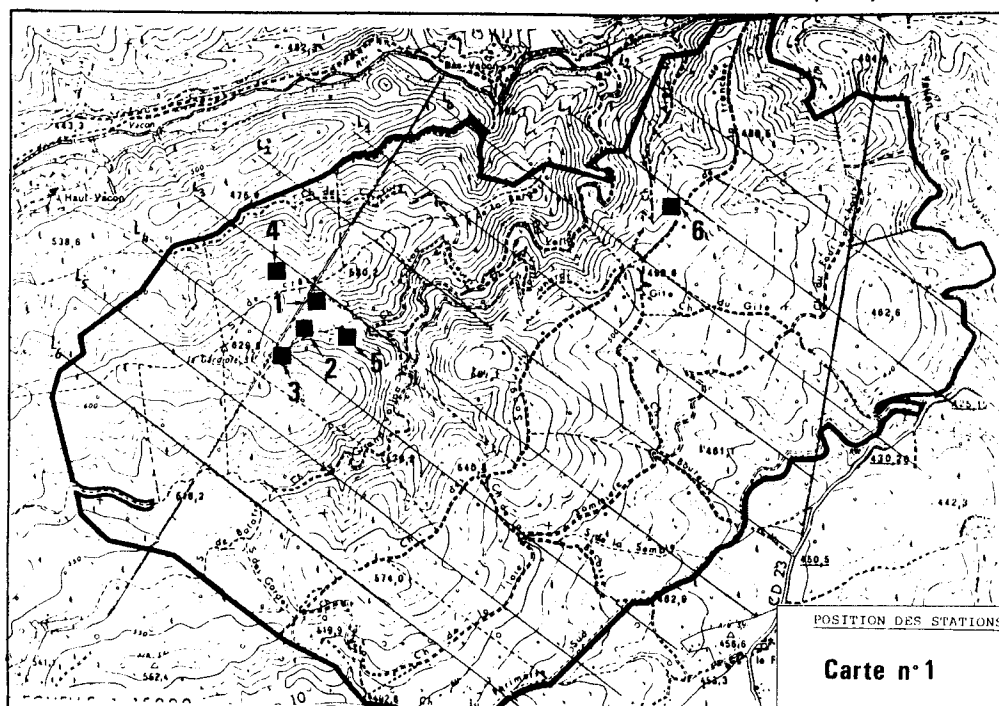
II - placette 2 : elle représente un taillis de chêne vert pur à recouvrement continu (cépée à 5 brins en moyenne) à sous-étage de *Sorbus torminalis* et *Acer monspessulanum* occupant un sol brun rougeâtre.

III - placette 3 : c'est un taillis mélangé à chêne pubescent dominant et chêne vert associé, installé sur un sol brun forestier. Le nombre de brins moyen par cépée de chêne vert est de trois.

IV - placette 4 : dans le même secteur mais en versant Nord, a été positionnée la quatrième placette. Le taillis dense est âgé de 70 ans et il occupe un sol brun rouge méditerranéen. Il est représentatif d'un taillis sclérophylle où le nombre moyen de brins par cépée se situe autour de 3, ce qui traduit une tendance à la conversion vers la futaie.

V - placette 5 : le peuplement occupe un sol brun sur colluvions, en fond du vallon, orienté Est-Ouest (vallon des sangliers) ; les mesures ont été effectuées dans la partie du peuplement, âgé de 35 ans et située en micro-exposition Nord. Le nombre de brins moyen par cépée oscille autour de quatre.

Forêt domaniale de la Gardiole de Rians-Var (83)



Exposition Station Age	Surface inventoriée m ²	Nombre de cépées		Nombre de brins Ø à 2,5cm à 1,30m		Hauteur moyenne m
		Q. ilex	Autres	Q. ilex	Autres	
Sud n°2 35 ans	27	10		32		4,97
	71	23		82		4,90
Sud n°3 35 ans	32	7		13		4,97
	70	17	21	46	22	5,19
Nord n°4 70 ans	40	9		32		4,30
	100	26	31	69	19	4,37
Nord n°5 35 ans	31	7		17		4,95
	62	13		41		5,29
	112	23	16	69	24	5,25
Sud-Ouest n°6 55 ans	19	17		33		2,16
	37	29	13	76	0	2,34

TABEAU 2 - Caractéristiques structurales et architecturales des placettes étudiées

VI - placette 6 : elle représente un taillis colonisant la partie Nord-Ouest de la forêt domaniale sur un versant orienté Sud-Ouest. Le taillis, âgé de 55 ans est installé sur calcaire compact. Le sol est une rendzine rougeâtre.

Du point de vue des structures phytoécologiques, le premier relevé (placette 1), traduit un peuplement dégradé de type préforestier s'intégrant aux *Pistacio-Rhamnetalia*. Le recouvrement du chêne qui se développe en individus isolés et épars est très faible.

Par contre les relevés des placettes 2,3,4 et 5 s'apparentent du point de vue floristique aux *Quercetalia ilicis*. Il s'agit toujours de chênaies vertes pures ou chênaies mélangées (R.3), dans lesquelles un sous-étage peut s'individualiser. Celui-ci est constitué par :

- des caducifoliés : *Sorbus aria*, *Acer monspessulanum*, *Quercus pubescens* (R.2, R.4) ;
- ou des sclérophylles comme *Phyllirea media* (R.5).

La sixième placette représente un taillis exposé au mistral et poussant sur un sol superficiel où les espèces forestières caractéristiques, mis à part le chêne vert, font défaut. Sa structure s'intègre aux *Pistacio-Rhamnetalia* et compte-tenu des conditions d'évapotranspiration et de xéricité, elle présente le développement d'une strate chamaephytique importante à *Genista hispanica*, *Cistus albidus* et *Cytisus argenteus* (ETTEHAD, R. 1971).

Du point de vue des structures de densité les différentes placettes ont été inventoriées par BARBERO et MIGLIORETTI (1984) à l'exception de la station 1 ; leurs caractéristiques ont été synthétisées dans le tableau n° 2.

Il faut noter que la hauteur moyenne des brins de la cèpée (architecture) ne traduit pas exactement les variations individuelles des brins qui peuvent être plus élevées (jusqu'à 8, parfois 9 m) comme on le verra pour plusieurs stations où l'extinction débute dès 7 m de hauteur ou plus.

Dans le cadre de cette même campagne de mesures, deux placettes plus commodément, par leur accès et leur structure ont été choisies pour étudier l'extinction du rayonnement dans quatre situations d'orientation différentes (Est-Ouest-Nord-Sud) sur les brins sélectionnés.

A - La placette 1 correspond à la cèpée isolée ; les brins en nombre élevé reçoivent le rayonnement direct et diffus d'une manière uniforme ; ramifiés sur leur majeure partie ils portent une biomasse foliaire importante induite par la puissance du rayonnement qui facilite l'activité photosynthétique.

B - Dans le taillis déjà évolué (placette 4), la compétition entre brins est pratiquement accomplie. Chacun d'eux subit un élagage dans ses parties inférieures, et la ramification caractérise surtout le houppier, où se condense la biomasse foliaire.

Dans toutes les placettes une étude de la pénétration verticale du rayonnement a été faite entre 0 et 7 m de hauteur.

IV - RESULTATS

1 - Résultats de l'extinction du rayonnement dans quatre situations d'orientations différentes sur un même arbre isolé ou dans un peuplement

Les expériences réalisées visent à étudier l'efficacité de la conversion de l'énergie solaire par le couvert végétal (VARLET-GRANCHET, 1982).

Les résultats des mesures sont présentés sur différents schémas où les longueurs d'ondes sont en abscisses et les pourcentages de l'énergie reçue au niveau considéré, par rapport au témoin extérieur, en ordonnées.

On remarque que les valeurs en pourcentage dépassent souvent l'unité dans l'infra-rouge. On verra pourquoi dans chaque cas étudié ci-après.

A - Cas de la placette 1 (arbre isolé)

On a indiqué sur la figure 1 la limite du rayonnement visible entre 400 et 700 nm et du proche infra-rouge entre 700 et 1000 nm. Sous l'arbre isolé on observe une très grande différence entre les orientations ; on a en moyenne 70 % du rayonnement visible diffus en face sud, environ 50 % en face ouest et 20 à 25 % seulement en faces nord et est à l'heure d'observation (14 H 30).

Dans le proche infra-rouge, on notera le très fort enrichissement du rayonnement diffus en face sud. Il est lié à des réflexions venant du milieu extérieur.

Sur les trois autres faces on note, un enrichissement normal qui est dû à la faible ab-

sorption de l'infra-rouge par des feuilles.

En résumé, le sous-bois de l'arbre isolé reste très lumineux. Ainsi s'explique sous celui-ci le développement d'une strate herbacée encore importante à *Brachypodium ramosum* (cf. R.1) tout à fait compatible encore avec la forte ramification des rameaux.

B - Cas de la placette 4 (figure 2)

Dans ce taillis dense il n'y a pas de différence dans l'énergie visible entre les quatre orientations. L'énergie résiduelle est très faible, (inférieure à 10 %) ; elle augmente normalement dans l'infra-rouge avec un enrichissement plus grand cependant sur le côté sud.

Peu d'énergie arrive du sol ce qui explique la rareté de la strate arbustive et herbacée dans ce type de peuplement à l'exception de quelques espèces comme *Viola scotophylla* et *Chrysanthemum corymbosum*.

C - Etudes comparatives des situations précédentes par rapport à un capteur de référence

Une station de référence "R" située en zone de crête et à toutes les expositions a été choisie hors surface écran de végétation pour étudier les rayonnements directs et diffus en vue d'une analyse comparative des situations sous couvert végétal, en cécée isolée (placette 1) et en taillis (placette 4).

En rayonnement global, le % transmis est le même dans les deux cas, dans le visible et l'infra-rouge mais le niveau d'énergie est deux fois plus important sous l'arbre isolé.

On a un rapport voisin de 1 à 3 entre les deux situations dans le visible ; ce rapport se réduit à 1 et à 2 dans l'infra-rouge.

En rayonnement diffus, on observe un enrichissement important dans l'infra-rouge pour les deux cas, mais le niveau d'énergie sous le taillis dense (3) est seulement le tiers de celui relevé sous l'arbre isolé (4) en visible.

En conclusion, l'ensemble des feuilles dans la parcelle IV au niveau des mesures se trouve au voisinage du "point de compensation lumineux", car les valeurs absolues d'énergie mesurées en témoin hors de la parcelle sont considérablement réduites à la base des arbres.

La figure 4 présente les valeurs absolues obtenues en rayonnement direct et diffus sous la placette 4.

2 - Résultats de l'extinction verticale du rayonnement dans le peuplement

Elle a été mesurée en plaçant une série de pyranomètres en (Rg). Dans la quatrième placette (3 et 4), la densité foliaire au niveau des brins, en liaison avec leur ramification est importante entre 4 et 5 m et ce jusqu'à la pointe du houppier. C'est dans cette zone que s'individualise encore une strate arborescente mineure à *Quercus pubescens*, *Sorbus aria*, *Sorbus torminalis* et *Acer monspessulanum*.

Par contre au dessous de 4 m la quantité d'énergie est tout à fait insuffisante, ce qui explique l'absence de strate arbustive et le très faible recouvrement de la strate herbacée.

Il s'agit du niveau où l'énergie lumineuse est trop faible en moyenne pour assurer la photosynthèse active des feuilles.

Le houppier des brins de chêne vert se développe entre 4 et 7 m en moyenne.

Trois niveaux de stratification sont discernables :

- un premier entre 4 et 5 m correspond à la zone de forte densité foliaire où le P.A.R. devient insuffisant pour le chêne vert ;

- une deuxième entre 5 et 6 m, zone de transition très rapide ;

- un troisième entre 6 et 7 m où restent quelques rameaux et feuilles isolés.

Sur l'arbre isolé (1 et 2) l'absorption progressive du rayonnement est liée à un enrichissement relatif en infra-rouge.

La strate inférieure est peu épaisse et on a un éclaircissement d'environ 10 % du rayonnement global. Le houppier se situe entre 3 et 4 m et se caractérise par une modification très rapide des conditions d'éclaircissement.

L'énergie mesurée à la base du couvert permet donc encore le développement d'une végétation herbacée, favorisée par l'ouverture périphérique, qui autorise la pénétration du rayonnement solaire matin et soir.

Autres cas de taillis de *Quercus ilex* (fig. 6 et 7) :

a) Dans le fond du vallon (placette 2) on a une très forte extinction du rayonnement global entre 0 et 3 m ; il est probablement un peu enrichi en infra-rouge, par l'effet de lisière, la station est proche d'une tranchée pare-feu.

Le houppier est réparti entre 4 et 6,50 m.

De 4 à 6 m on observe une extinction progressive, assez lente, traduisant une densité de feuillage médiocre. La mesure du rayonnement global n'a pas été faite exactement au même endroit, que la mesure P.A.R., ce qui explique la différence d'extinction qui est beaucoup plus rapide et se situe entre 5 et 6 m, mais sous une frondaison dépassant 7 m.

b) Dans la chênaie mélangée (placette 3), on note la très forte extinction de 0 à 5 m et la faible épaisseur du houppier (2,50 m environ) mais aussi une frondaison épaisse qui est traduite par le très fort coefficient d'extinction. La strate herbacée est nulle sous le chêne vert alors qu'elle est importante sous le chêne pubescent (structure en mosaïque).

c) Dans le vallon des sangliers (placette 5) on a une forte pénétration latérale du rayonnement (particulièrement dans l'infra-rouge) entre 0 et 2 m.

En rayonnement visible, 10 % de l'énergie incidente est encore disponible entre 0 et 2 m ..

On observe deux paliers successifs à 3, puis à 5 m, traduisant probablement une discontinuité dans le développement du couvert ce qui permet le développement d'une sous-strate arborescente à *Phyllirea media*, compte-tenu d'un rayonnement global important.

L'extinction verticale du rayonnement dans les peuplements a été étudiée durant une autre période (27 mars 1984). Les mêmes réponses sont obtenues et elles n'ont pas été reportées ici pour alléger le texte.

d) Dans la placette 6, les valeurs absolues d'énergie sous le chêne vert dans la zone où la configuration foliaire permet de rapporter les individus du taillis au type *Quercus rotundifolia*, sont encore assez élevées à 1 m 50 du sol. La figure 8 montre bien l'extinction très progressive sous ce couvert, de 4 m au sol où 10 % des rayonnement globaux et P.A.R. sont encore disponibles. Ceci explique le développement d'une strate chamaephytique importante qui est celle des milieux xériques ouverts.

V - CONCLUSION

En comparant les différentes mesures de l'extinction du rayonnement, dans plusieurs peuplements de chêne vert, on comprend bien les nombreuses variations de port, de dimensions observées dans les différentes stations étudiées. L'utilisation de l'énergie lumineuse oriente d'une manière très nette la stratification au sein d'une même placette et permet d'expliquer les caractéristiques de la végétation compagne notamment celle des strates arbustives et herbacées en fonction de l'extinction du rayonnement lumineux.

L'alimentation en eau de l'arbre, les caractéristiques du bilan hydrique et trophique du sol (MILLER, 1982), mais aussi l'orientation et donc la répartition de l'énergie lumineuse contribuent également à modifier l'organisation des taillis de chêne, année par année, et font aboutir à des structures et à des types foliaires très différents "in natura" et souvent à peu de distance (MADJIDIEH, 1987, DIAKITE, 1983, PARCEVAUX, 1972).

Ces faits rendent compte du polymorphisme foliaire (*Quercus ilex* L. et *Quercus rotundifolia* Lamk) observé à des hauteurs différentes de la canopée sur un même individu et entre les peuplements étudiés sur des parcelles en situations écologiques contrastées.

LEGENDES ET FIGURES

Figure 1 - Arbre isolé (placette n° 1) ; on remarque la très forte luminosité dans le sous-bois. Longueur d'ondes en abscisses, en ordonnées pourcentage de l'énergie diffuse reçue à 1 m 50 du sol à la base de houppier, par rapport à l'énergie diffuse à l'extérieur.

Figure 2 - Placette n° 4 en exposition nord ; l'énergie résiduelle est très limitée. Mêmes abscisses et ordonnées que figure 1.

1 - Moyenne des mesures de placette 4 par rapport au témoin en rayonnement global.

- 2 - Moyenne pour l'arbre isolé par rapport au témoin en rayonnement global.
- 3 - Moyenne des mesures de placette 4 par rapport au témoin en rayonnement diffus.
- 4 - Moyenne pour l'arbre isolé par rapport au témoin en rayonnement diffus.

Figure 3 - Comparaison des mesures en rayonnement global et diffus sur la placette n° 4 ; mêmes abscisses et ordonnées que figure 1.

Figure 4 - Valeurs absolues de l'énergie (mesurées en rayonnement global et diffus) sous la placette n° 6, comparées au témoin mesuré en plein soleil. En abscisses : longueur d'ondes étudiées ; en ordonnées : énergie (E) en $10^{-7} \text{ m}^2/10 \text{ nm}$.

- 1 - Rayonnement global.
- 2 - Rayonnement diffus.
- 3 - Rayonnement résiduel à la base de la cèpée.

Figure 5 - Comparaison des extinctions sous l'arbre isolé (placette 1) et le taillis de la face nord (placette 4) en rayonnement global et en P.A.R. En abscisses, les fractions de l'énergie reçue en fonction de la hauteur et en ordonnées les hauteurs en unités.

- 1 - Rayonnement global, arbre isolé.
- 2 - P.A.R. arbre isolé.
- 3 - Rayonnement global, placette 4.
- 4 - P.A.R. placette 4.

Figure 6 - Comparaison des extinctions en P.A.R. sous les placettes 2, 3 et 5.

- 1 - P.A.R. placette 3.
- 2 - P.A.R. placette 2.
- 3 - P.A.R. placette 5.

Mêmes abscisses et ordonnées que figure 5.

Figure 7 - Comparaison des extinctions en rayonnement global sous les placettes 2, 3 et 5.

- 1 - R.G. placette 3.
- 2 - R.G. placette 2.
- 3 - R.G. placette 5.

Mêmes abscisses et ordonnées que figures 5 et 6.

Figure 8 - Comparaison des rayonnements global et P.A.R. sous la placette 6. En abscisses les transmissions en % et en ordonnées les hauteurs en unités.

- 1 - R.G.
- 2 - P.A.R.

BIBLIOGRAPHIE

- BARBERO M., MIGLIORETTI F. (1984). Etude comparée de la densité des peuplements de chêne vert en relation avec leur composition floristique : application à la forêt domaniale de la Gardiole de Rians (Var). *Ecologia Mediterranea*, 5, 175-210.
- BERGER A. (1973). Réponse des plantes aux facteurs climatiques. Colloque d'Uppsala. 1970, Paris, Unesco, *Ecologie et Conservation*, 5, 201-211.
- DIAKITE S. (1983). Contribution à l'étude de quelques caractéristiques biophysiques des feuilles de Chêne vert. Mémoire de D.E.A. Université Aix-Marseille III, 1-39.
- ETTEHAD R. (1971). Recherche sur la dynamique et le bilan de l'eau des sols de deux écosystèmes méditerranéens à Chêne vert. Thèse Université Languedoc, Montpellier.
- MADJIDIEH H. (1987). Caractéristiques biométriques et optiques du Chêne vert (*Quercus ilex* L. (s.l.) dans différentes situations écologiques du sud-est méditerranéen français (Var). Thèse Doct. Sc. Univ. Aix-Marseille III, 1-196, plus annexe.
- METHY M. (1974). Interception du rayonnement solaire par différents types de végétation dans la région méditerranéenne. Thèse de Doctorat d'Université, Montpellier, 1-51.
- MIGLIORETTI F. (1983). Phytoécologie des peuplements à *Quercus ilex* L. et *Quercus pubescens* Willd en Gardiole de Rians (Var). Approche méthodologique pour évaluer la phytomasse des taillis. Thèse de spécialité, Marseille (1-74) + annexes.
- MIGLIORETTI F. (1987). Ecologie et dendrométrie des peuplements purs et mélangés de Chêne vert (*Quercus ilex* L.) et Chêne pubescent (*Quercus pubescens* Willd) en Provence. Thèse Doct. Et. Sciences, Aix-Marseille III, 1-292.
- MILLER P.C. (1982). Some bioclimatic and pedologic influences of the vegetation in the mediterranean type region of South Africa. *Ecol. Medit.*, VIII (1-2), 143-152.
- PALMER J.W. (1977). Light transmittance by apple leaves and canopies. *J. Appl. Ecol.*, 14, 505-513.
- PARCEVAUX S. (de) (1972). Aspects biophysiques des échanges entre les feuilles et le milieu environnant *Oecol. Plant*, 7 (4), 371-401.
- PEARMAN G.I. (1966). The reflection of visible radiation from leaves of some western Australian species. *Austr. Biol. Sci.*, 19, 97-103.
- VARLET-GRANCHET C. et all. (1982). Efficience de la conversion de l'énergie solaire par un couvert végétal. Thèse Doct. Univ. Paris Sud Orsay, 1-144.

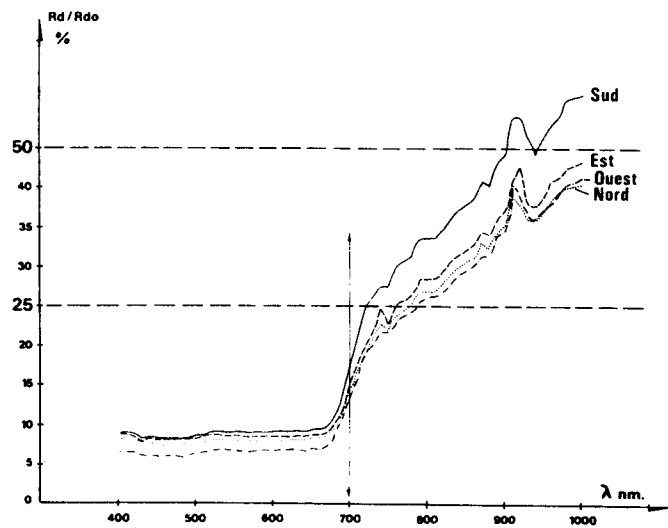


FIGURE 2

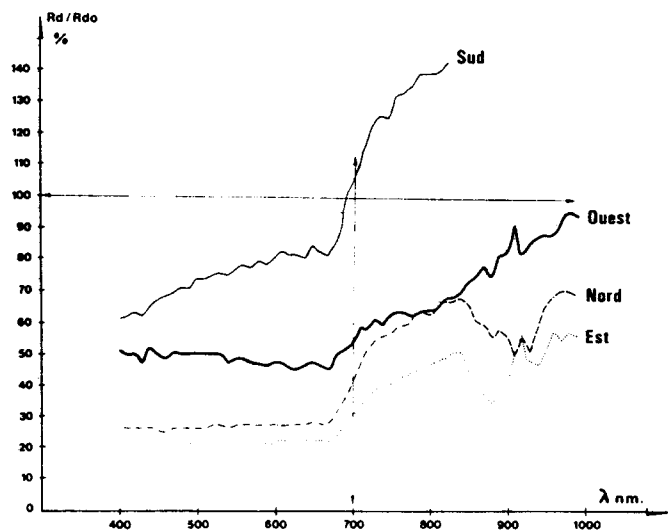


FIGURE 1

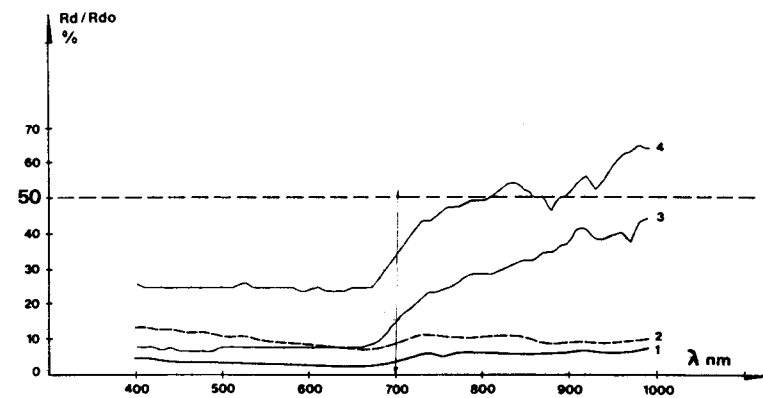


FIGURE 3

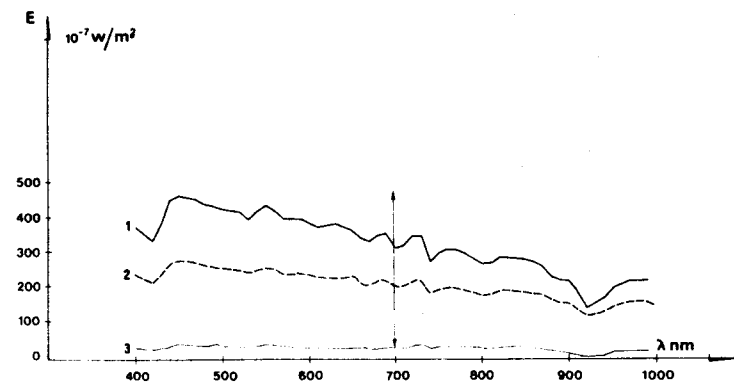


FIGURE 4

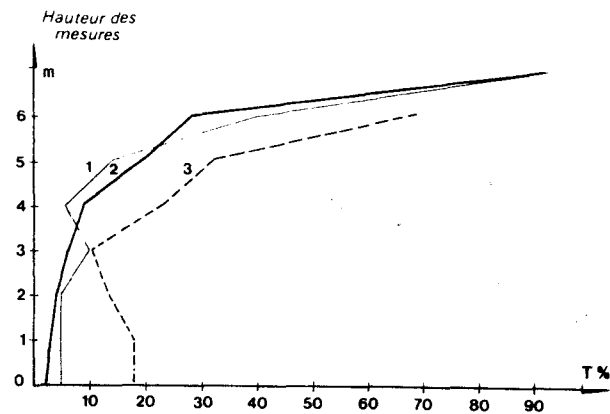


FIGURE 6

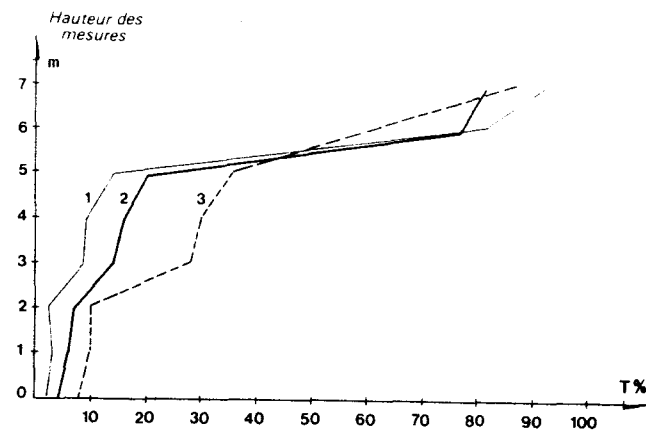


FIGURE 7

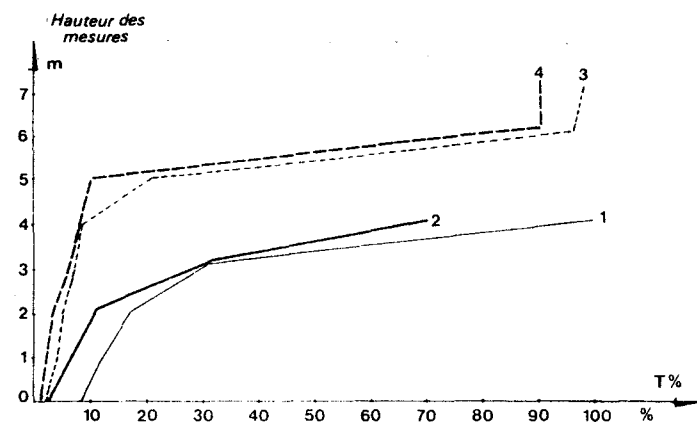


FIGURE 5

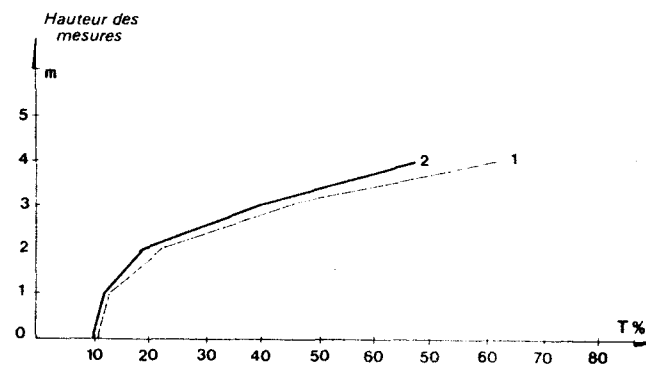


FIGURE 8

Bruciatura e presenza di sulla nei pascoli seminati con questa specie.*

A. BOSCAGLI **

RIASSUNTO - Gli effetti della bruciatura sulla presenza di sulla (*Hedysarum coronarium* L.), espressa come densità, biomassa e contributo al prodotto totale, sono stati esaminati durante tre anni e in quattro differenti aspetti di pascoli originariamente seminati con questa specie. Il fuoco ha aumentato la presenza di sulla in tutti gli aspetti esaminati meno che in quello con suolo umido per lunghi periodi e ha mostrato una maggiore efficacia nelle esposizioni meridionali che in quelle settentrionali. In queste i differenti aspetti esaminati hanno mostrato la stessa risposta.

SUMMARY - Effects of burning on sulla (*Hedysarum coronarium* L.) occurrence in pastures sown with this species. Effects of burning on sulla (*Hedysarum coronarium* L.) density, biomass and contribution to total yield were examined over a three-year period on four different aspects of pastures originally sown with this species. Fire increased sulla's occurrence on all aspects examined except in the aspect with wet soil for long time, and showed a greater effectiveness on southern slopes than on northern ones. In the latter differences among the examined aspects did not occur.

KEY WORDS : Fire, Pasture, *Hedysarum coronarium* L., Central Italy.

INTRODUZIONE

La sulla (*Hedysarum coronarium* L.) è una leguminosa mediterranea che cresce spontanea nei suoli argilloso-calcarei dell'Italia insulare e peninsulare, dove è pure raccomandata come specie da pascolo (BONCIARELLI, 1979). Interessante è la sua produzione di semi duri (fino al 40 % secondo SARNO e STRINGI, 1981) poiché conduce alla formazione di una riserva di semi vitale per diversi anni. Quindi, dove la sulla è stata abbondante in un passato ragionevolmente vicino, come nei pascoli non troppo vecchi e impiantati con la sua semina, una tale riserva dovrebbe esistere e potrebbe essere usata per aumentare o ripristinare la presenza della specie. Un mezzo efficace per raggiungere questo scopo dovrebbe essere il passaggio del fuoco. E' noto, infatti, che esso stimola la germinazione di semi duri di altre leguminose quali *Acacia melanoxylon* R. Br. (VILLERS, 1972), *A. longifolia* (Andr.) Willd. (PIETERSE e CAIRNS, 1986), *Rhus ovata* Wats. (STONE e JUHREN, 1951), *R. typhina* L. (MARKS, 1979) e *Ulex europaeus* L. (ROLSTON; in ROLSTON, 1978); che il calore aumenta la germinabilità dei semi duri di sulla (CAVAZZA, 1950) e che da tempo in Sicilia e in Calabria si usa favorire la germinazione della sulla, quando è usata con il lomento, bruciando le stoppie dopo averle seminate con questa specie.

Valutare l'attesa efficacia del fuoco rispetto alla presenza di sulla in pascoli impiantati con la sua semina è stato lo scopo di questo lavoro.

MATERIALI E METODI

L'esperimento è stato effettuato durante gli anni 1982-1984 nella parte settentrionale della regione delle Crete senesi (Toscana meridionale; Italia centrale), a un'altitudine di circa 250 m.

*Lavoro effettuato con il contributo del Ministero della Pubblica Istruzione (60 %).

**Dipartimento di Biologia Ambientale (Sez. Botanica), Via P.A. Mattioli 4, 53100 Siena, Italia.

Il suolo è argilloso pliocenico e il clima mediterraneo sub-umido secondo LE HOUEROU (1973), con precipitazioni annuali di circa 800mm, con autunno piovoso (1/3 delle precipitazioni totali) e con estate secca, in particolare nel mese di luglio. Durante i tre anni la stagione dei mesi interessati all'esperimento è stata caratterizzata da un febbraio-marzo 1982 più freddi della media, da un aprile dello stesso anno relativamente secco (25,8 mm di pioggia contro una media poliennale di 67 mm) e da una primavera 1984 fresca e piovosa. (Tab. 1).

Mesi	Precipitazioni (mm)				Temperature (°C)			
	1982	1983	1984	1951-84	1982	1983	1984	1951-84
Gennaio	37.2	10.0	47.6	62.1	4.3	5.6	5.5	5.7
Febbraio	32.2	129.6	65.2	61.7	2.8	2.5	4.6	6.4
Marzo	63.8	85.6	84.4	65.3	4.7	8.1	5.9	8.6
Aprile	25.8	65.8	85.2	67.3	9.0	11.0	10.2	12.0
Maggio	46.4	57.0	117.2	60.3	16.7	15.4	12.9	16.4
Giugno	82.8	52.0	47.4	48.3	21.4	19.6	18.0	20.2

Tab.1 — Stazionetermopluviometrica di Taverne d'Arbia (circa 4 Km dalle aree sperimentali). Precipitazioni e temperature medie mensili dei mesi e degli anni interessati all'esperimento e loro confronto con le medie del periodo 1951-1984.

La bruciature sono state effettuate nelle ore immediatamente postmeridiane e nei giorni 4 febbraio 1982, 23 gennaio 1983 e 17 febbraio 1984. Il fuoco è stato fatto avanzare secondo la direzione del vento (headfire) e le condizioni ambientali di ogni volta sono state quelle riassunte in Tab. 2.

Ogni anno, e in pascoli dell'età di dieci anni, sono stati selezionati e bruciati quattro tipi stazionali rappresentativi delle condizioni più comuni e caratterizzati come segue :

- Tipo A : vegetazione dominata da *Dactylis glomerata* L. ssp. *hispanica* (Roth) Nyman (1) e *Phleum pratense* L. ssp. *bertolonii* (DC.) Bornm. (40-50 % e 20-25 % di copertura rispettivamente), bassa presenza di sulla, scarsa lettiera ed esposizione meridionale;
- Tipo B : vegetazione dominata da *Phalaris aquatica* L. (60-70 % di copertura), bassissima presenza di sulla, abbondante lettiera ed esposizione settentrionale;
- Tipo C : vegetazione dominata da *Brachypodium pinnatum* (L.) Beauv. ed *Elymus pungens* (Pers.) Melderis (50-60 % e 20-30 % di copertura rispettivamente), bassissima presenza di sulla, lettiera abbondante ed esposizione settentrionale;
- Tipo D : vegetazione dominata da *Agrostis stolonifera* L. (100 % di copertura), assenza di sulla, lettiera abbondante, impluvio pianeggiante e molto umido per periodi piuttosto lunghi in autunno e in primavera.

In ogni tipo stazionale sono fatte 6 repliche di 5x8 m sia per la bruciatura sia per la non bruciatura. In ciascuna di esse sono state effettuate le seguenti determinazioni : quantità e umidità della lettiera al momento della bruciatura; densità delle plantule e delle piante di sulla; produzione della sulla e produzione totale. Le plantule sono state contate all'inizio d'aprile e le piante alla fioritura; quando è stato raccolto anche il prodotto tagliando i campioni a circa 3 cm dal suolo. In ogni replicazione sono stati usati dieci campioni casuali di 25x25 cm per la lettiera e venti per le altre determinazioni. La quantità e l'umidità della lettiera sono state misurate dopo essicca-

(1) La nomenclatura delle specie è in accordo con TUTIN et al. (1964-1980).

Fattori ambientali	1982	1983	1984
Temperatura (°C)	11.5	12.0	4.5
Umidità atmosferica (%)	48	58	52
Vento: direzione	NE	N - NW	N - NW
velocità (m/sec)	0.87 - 1.23	0.69 - 1.05	0.81 - 1.14
Ultima pioggia (giorno; mm)	28.1; 13.0	20.1; 2.5	9.2; 5.0
Precipitazioni ultimo mese (mm)	29.0	9.0	67.0
Direzione vento ultimi 15 gg.:			
da SE a W (gg.)	—	7	3
da NW a E (gg.)	6	6	12
Umidità della lettiera (%):			
tipo stazionale A	11 ± 3	8 ± 3	7 ± 2
" " B	14 ± 4	16 ± 5	18 ± 6
" " C	17 ± 5	15 ± 2	13 ± 3
" " D	21 ± 4	19 ± 3	19 ± 6
Quantità della lettiera (g/m ²):			
tipo stazionale A	230 ± 57a	223 ± 45a	198 ± 23a
" " B	345 ± 43b	320 ± 27b	301 ± 49b
" " C	320 ± 65b	307 ± 40b	315 ± 38b
" " D	380 ± 52b	363 ± 67b	341 ± 56b

Tab.2 — Condizioni ambientali di ogni anno al momento della bruciatura o immediatamente precedenti. I dati pluviometrici provengono dalla relativa stazione di Taverne d'Arbia distante circa 4 Km. In ogni anno le quantità di lettiera seguite dalla stessa lettera non differiscono al livello di probabilità del 5.0 %.

zione a 65 °C e a 105 °C rispettivamente. Il prodotto è stato espresso come peso secco a 65 °C. Le differenze tra i tipi stazionali, tra bruciato e non bruciato e tra gli anni sono state sottoposte all'analisi della varianza. Quando esse sono risultate significative è stato applicato il test di Duncan al livello di probabilità del 5 %.

RESULTATI E DISCUSSIONE

In tutti i tipi stazionali la lettiera è stata immediatamente consumata al passaggio del fuoco, ma non in tutti c'è stato un effetto positivo sulla presenza della sulla (Tab. 3). Infatti, dove *Agrostis stolonifera* dominava la sulla non è stata presente né prima né dopo il passaggio del fuoco. Verosimilmente ciò è dovuto al fatto che la specie non sopporta i ristagni d'acqua (vedi SARNO e STRINGI, 1981) e che, quindi, la sua presenza nel tipo stazionale D sia stata difficile fin dall'inizio. Tuttavia, la conclusione: assenza di riposta alla bruciatura = assenza di semi vitali non è supportata dal disegno sperimentale adottato.

Quando la sulla era presente e aumentava con la bruciatura, i risultati hanno mostrato differenze significative di densità tra le esposizioni meridionali (tipo stazionale A) e quelle settentrionali (tipi stazionali B e C). Nelle prime la densità delle plantule e delle piante è risultata più alta che nelle seconde e ciò senz'altro anche per il comportamento termofilo della specie (BALDONI et al., 1974), che ha contribuito a differenziare la precedente presenza di sulla nelle due esposizioni. Assai modesta, invece, è stata l'influenza del cambiamento del pascolo effettuato ogni anno allo scopo di mantenere costante l'età. Infatti, il confronto tra gli anni entro ogni tipo stazionale e tra i tipi stazionali entro ogni anno ha mostrato solo qualche differenza (tre tra gli anni e due tra i tipi stazionali). Pressoché equivalenti sono risultati i tipi stazionali B e C delle esposizioni settentrionali.

Similmente alla densità anche il prodotto della sulla e il suo peso nella composizione del pascolo sono stati più alti dopo la bruciatura (Tab. 4). In questo caso, però, le differenze tra le esposizioni meridionali e quelle settentrionali sono state meno nette. Tuttavia la tendenza a dare riposte maggiori nelle esposizioni meridionali può essere colta. In esse, infatti, risposte sensibilmente e significativamente più alte che nelle esposizioni settentrionali sono possibili come mostrato

Tipo Stazionale	Anno	P l a n t u l e		P i a n t e	
		Bruciato	Non bruciato	Bruciato	Non bruciato
A	1982	13.21 $\pm$ 3.43a	1.91 $\pm$ 0.37c	8.12 $\pm$ 2.05a	4.17 $\pm$ 1.19b
	1983	25.10 $\pm$ 4.61b	3.50 $\pm$ 1.38c	26.85 $\pm$ 5.80c	7.07 $\pm$ 2.15b
	1984	9.35 $\pm$ 1.78a	2.86 $\pm$ 0.61c	11.78 $\pm$ 2.15a	5.05 $\pm$ 1.81b
B	1982	6.24 $\pm$ 2.48c	0.43 $\pm$ 0.11b	3.27 $\pm$ 0.83b	0.96 $\pm$ 0.77c
	1983	3.27 $\pm$ 0.44c	0.67 $\pm$ 0.19b	4.87 $\pm$ 1.64b	1.17 $\pm$ 0.23c
	1984	4.15 $\pm$ 1.88c	0.74 $\pm$ 0.27b	4.20 $\pm$ 1.87b	1.51 $\pm$ 0.48c
C	1982	2.37 $\pm$ 0.46d	0.21 $\pm$ 0.14b	4.20 $\pm$ 1.56b	1.25 $\pm$ 0.42c
	1983	2.95 $\pm$ 0.93cd	0.63 $\pm$ 0.15b	3.95 $\pm$ 1.07b	0.94 $\pm$ 0.27c
	1984	5.61 $\pm$ 1.85c	0.50 $\pm$ 0.26b	6.21 $\pm$ 1.78b	1.75 $\pm$ 0.50c
D	1982	assenti	assenti	assenti	assenti
	1983	"	"	"	"
	1984	"	"	"	"

Tab. 3 — Densità delle plantule e delle piante di sulla ($n./m^2 \pm SD$). I confronti sono stati effettuati entro ogni riga per i trattamenti; entro ogni tipo stazionale per gli anni; entro ogni anno per i tipi stazionali. Quelli non significativi per $p < 0.05$ sono stati contrassegnati con la stessa lettera.

al secondo anno nel tipo stazionale A; allorché la bruciatura ha fatto diventare la sulla una componente abbondante del pascolo. Anche per il prodotto della sulla e per il suo contributo a quello totale i tipi stazionali B e C sono risultati equivalenti.

Tipo Stazionale	Anno	P r o d o t t o (q/ha)		Contributo al prodotto totale (%)	
		Bruciato	Non bruciato	Bruciato	Non bruciato
A	1982	5.95 $\pm$ 2.37a	1.33 $\pm$ 0.40c	16.53 $\pm$ 6.58ac	5.32 $\pm$ 1.60b
	1983	15.09 $\pm$ 4.11b	2.07 $\pm$ 0.89c	39.71 $\pm$ 10.82d	9.27 $\pm$ 3.98b
	1984	7.13 $\pm$ 2.64a	2.51 $\pm$ 1.13c	15.84 $\pm$ 4.00ac	6.27 $\pm$ 2.82b
B	1982	2.27 $\pm$ 0.86ac	0.42 $\pm$ 0.21b	4.67 $\pm$ 2.47b	1.06 $\pm$ 0.53a
	1983	2.51 $\pm$ 1.06c	0.38 $\pm$ 0.14b	5.84 $\pm$ 2.46b	1.38 $\pm$ 0.51a
	1984	2.74 $\pm$ 1.28c	0.35 $\pm$ 0.28b	5.29 $\pm$ 2.47b	0.95 $\pm$ 0.76a
C	1982	2.58 $\pm$ 1.14ac	0.49 $\pm$ 0.35b	8.60 $\pm$ 3.80bc	2.41 $\pm$ 1.72a
	1983	2.27 $\pm$ 1.16c	0.21 $\pm$ 0.12b	7.32 $\pm$ 3.75b	0.95 $\pm$ 0.43a
	1984	3.19 $\pm$ 1.56ac	0.53 $\pm$ 0.27b	9.11 $\pm$ 4.46bc	1.71 $\pm$ 0.87a

Tab. 4 — Prodotto della sulla e suo contributo al prodotto totale ($\bar{X} \pm SD$). Per il resto come in Tab.3.

CONCLUSIONI

Dai risultati dell'esperimento si possono trarre le seguenti conclusioni :

- a) Tutti gli aspetti più comuni del tipo di pascolo esaminato, ad eccezione di quelli caratterizzati dalla dominanza di *Agrostis stolonifera*, possono essere utilizzati per incrementare la presenza di sulla mediante la bruciatura;
- b) l'esposizione è un fattore importante per l'entità di tale incremento, soprattutto per la densità;
- c) le diversità di vegetazione delle esposizioni settentrionali sono ininfluenti sulla risposta alla bruciatura.

BIBLIOGRAFIA

- BALDONI R., KÖKÉNY B., LOVATO A. (1974). Le piante foraggere. pp. 292, REDA, Roma.
- BONCIARELLI F. (1979). La coltivazione dei terreni argillosi. In : L'utilizzazione dei terreni argillosi dell'Appennino, Mancini F., Landi R., Bonciarelli F., Bagnaresi U., Manfredi A. (ed. i). pp. 69-92. Edagricole, Bologna.
- CAVAZZA L. (1950). Il trattamento termico dei semi duri di sulla. *Ann. Fac. Agr. Univ. Bari*, 7, 59-85.
- LE HOUEROU H.N. (1977). Plant sociology and ecology applied to grazing land research, survey and management in Mediterranean basin. In : Handbook of vegetation science. 13. Application to grassland husbandry, Krause W. (ed.). pp. 211-274. Dr. Junk, The Hague.
- MARKS P. L. (1979). Apparent fire stimulated germination of *Rhus typhina* seeds. *Bull. Torrey Bot. Club*, 106, 41-42.
- PIETERSE P. J., CAIRNS A. L. P. (1986). The effect of fire on an *Acacia longifolia* seed bank in the south-western cape. *S. Afr. J. Bot.*, 52, 233-236.
- ROLSTON M. P. (1978). Water impermeable seed dormiency. *Bot. Rev.*, 44, 365-396.
- SARNO R., STRINGI L. (1981). Sulla (*Hedysarum coronarium* L.). In : Coltivazioni erbacee, Baldoni R., Giardini L. (ed. i). pp. 198-907. Patron editore, Bologna.
- STONE E. C., JUHREN G. (1951). The effect of fire on the germination of the seed of *Rhus ovata* Wats. *Am. J. Bot.*, 38, 368-372.
- VILLERS T. A. (1972). Seed dormiency. In : Seed Biology, Vol. 2, Kozłowski T. T. (ed.). pp. 226-227. Academic press, New York.

Données sur la végétation littorale de la Crète (Grèce)

J.M. GEHU*
M. COSTA**
E. BIONDI***
J. FRANCK****
N. ARNOLD*****

RESUME - Les auteurs apportent des informations inédites sur la végétation littorale de Crète analysée par les méthodes de la phytosociologie actuelle. Insistant plus particulièrement sur la végétation des cordons sableux ils décrivent plusieurs syntaxons nouveaux du rang association (3) et sous-association (9) dont 6 sont des syndémiques sud-égéens crétois.

SUMMARY - The authors bring new information on the coastal vegetation of Crete which is analyzed with the help of the methods of modern phytosociology. Insisting more specifically upon the vegetation of sandy bars they describe several new syntaxons (plant-communities) of the level of association and sub-association, six of them being Cretan south-Aegean syndemics.

Alors que la Flore de la Crète, célèbre par sa richesse et son originalité a fait l'objet de nombreuses publications (voir notamment les listes bibliographiques de GREUTER, 1975 et de ZAFFRAN 1976). Les premiers travaux modernes d'importance sur la végétation de l'île sont récents, peu nombreux (BARBERO et QUEZEL 1980, ZAFFRAN 1982) et consacrés essentiellement aux formations végétales de l'intérieur des terres : forêts, maquis, garrigues, pelouses écorchées, éboulis, fissures des rochers...

Au-delà d'observations éparées ou d'optique phytogéographique (GREUTER 1975, ZOHARY et ORSHAN 1966) aucune étude phytosociologique approfondie de la végétation du littoral crétois n'a encore été publiée à notre connaissance.

Le but de ce travail est donc de combler en partie cette lacune et d'apporter selon les techniques de la phytosociologie moderne des informations actuelles sur les groupements végétaux des côtes de Crète, tout spécialement sur ceux des sables maritimes.

Cette étude s'inscrit parmi un ensemble d'autres dans le cadre du programme littoral périméditerranéen réunissant sous l'égide de la Station Internationale de Phytosociologie de Bailleul les laboratoires de Botanique des Universités de Camerino (N. ARNOLD chargée de cours), de l'Aquila (Pr. E. BIONDI) de Valencia (Pr. M. COSTA), de Lille II (Pr. J. FRANCK), et de Paris V (Pr. J.-M. GEHU).

*Université René Descartes, Paris V, Faculté des Sciences Pharmaceutiques et Biologiques de Paris-Luxembourg, Département de Botanique Phytocoenologie et Biologie Végétale, 4, Avenue de l'Observatoire, F-75270 PARIS CEDEX 05.

**Universidad de Valencia - Facultad de Farmacia - Departamento de Botanica, Avda. Blasco Ibañez, 13 E-46010 VALENCIA - ESPAGNE.

***Università Degli Studi dell'Aquila - Dipartimento di Scienze ambientali settore Botanico, Piazza dell'Annunziata, 1, I-67100 L'AQUILA - ITALIE.

****Université de Lille II, U.E.R. de Pharmacie, rue Laguesse, F-59045 LILLE CEDEX.

*****Istituto di Botanica Università di Camerino via Pontoni, 5, I-62032 CAMERINO - ITALIE.

On trouvera dans les travaux de ZOHARY et ORSHAN (1966), de GREUTER (1975), de BARBERO et QUEZEL (1980), de ZAFFRAN (1982) suffisamment de données mésologiques générales sur la Crête pour qu'il soit besoin d'insister. ZAFFRAN (1982) attire l'attention sur la dyssymétrie Nord-Sud du littoral de la Crête, les côtes septentrionales montrant une succession répétitive de grands promontoires et de larges baies, alors que les rivages méridionaux sont plus rectilignes. Selon BARBERO et QUEZEL (1980) le littoral Sud et le Nord-Est de l'île est soumis à un climat méditerranéen semi-aride à aride tandis que la côte nord-occidentale possède un bioclimat subhumide, au sens d'EMBERGER (1930). C'est-à-dire, de façon plus précise et selon l'échelle climatique actuelle de RIVAS-MARTINEZ (1985) que les conditions bioclimatiques du littoral crétois oscillent entre le thermo-méditerranéen subhumide à sec au Nord-Ouest et l'infra-méditerranéen sec à subaride au Sud et à l'Est.

Le trait côtier qui s'étend sur plus de mille kilomètres est formé principalement de terrasses quaternaires et de falaises ou rochers en place. Les cordons dunaires sont dans l'ensemble fort étroits et ponctuels, sauf dans le Nord-Ouest de l'île. Les vases salées sont quasi inexistantes et très altérées.

En raison de l'extension rapide des aménagements touristiques affectant en priorité les littoraux sableux notre effort a porté prioritairement sur la végétation psammophile.

I - LA VEGETATION DES SABLES LITTORAUX

Les différentes communautés constitutives sont étudiées de la plage vers l'intérieur.

1 - La végétation thérophytique halonitrophile des hauts de plage

Association à *Salsola kali* et *Cakile aegyptiaca*

Nom : *Salsolo-Cakiletum aegyptiacae* Costa et Manzanet 1981

Tableau n° 1 (17 relevés)

Tableau n°1 - *SALSOLO-CAKILETUM AEGYPTIACAE* Costa et Manzanet 1981

Numéro des relevés	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17			
Surface (m ²)	30			10	10	10	10		10	10	10	10		10	10		5			
Recouvrement (%)	30			30	10	5	10		10	30	5	10		2	60		60			
Nbre sp. moyen																				
Nbre d'espèces	5	5	4	4	4	7	6	3	6	5	5	3	5	3	3	2	4	4,4		
<i>Cakile maritima</i>	23	33	11	22	+	2	+	11	21	12	22	+	12	+	2	11	12	+	44	V
ssp. <i>aegyptiaca</i>																				
<i>Salsola kali</i>	+2	11		22	22	21	21	11	11	11	+	21	11	11	44	+	33			V
<i>Matthiola tricuspidata</i>						+2	+	(+)		+		+2		+				12		III
<i>Polygonum maritimum</i>			+			+	22	+	+											II
<i>Euphorbia peplis</i>	+2	+	21	21																II
<i>Xanthium spinosum</i>			+							+	+	+								II
<i>Medicago marina</i>	11		12			+	+								+	+		+		III
<i>Eryngium maritimum</i>						+				11	11	+	11	+						II
<i>Elymus farctus</i>	+		+				+			+	+									II
<i>Sonchus asper</i>					+															+
<i>Cutandia maritima</i>						+														+
<i>Euphorbia paralias</i>														+						+

Cette association thérophytique halonitrophile est présente sur tous les hauts de plage de Crête, comme elle l'est sur l'ensemble du pourtour méditerranéen.

Par rapport au littoral de Grèce continentale et même du Péloponèse, il existe ici une légère différence de composition floristique, en l'occurrence l'apparition dans un relevé sur deux de *Matthiola tricuspidata* qui introduit dans l'association une nuance phytogéographique sud-égéenne.

En effet, en Grèce continentale *Matthiola tricuspidata* qui participe par ailleurs beaucoup plus massivement à divers groupements littoraux particuliers et notamment sur substrats grossiers, ne pénètre l'association à *Salsola kali* et *Cakile aegyptiaca* qu'au niveau des plages graveleuses (sous-association à *Beta maritima* et *Matthiola tricuspidata*, in Géhu et al. 1986) et non ici dans les formes sur sable du *Salsolo-Cakiletum*. Ajoutons encore que *Xanthium spinosum* est trop peu fréquent et trop peu abondant pour justifier ici la distinction de la sous-association plus nitrophile, *xanthietosum*, si courante ailleurs (Grèce du Nord-Est, Italie adriatique, etc...). Ce qui semblerait indiquer une moindre eutrophisation jusqu'à présent, des plages de Crète.

2 - La végétation vivace des dunes embryonnaires

Association à *Eryngium maritimum* et *Elymus farctus*

Nom : *Eryngio maritimi-Elymetum farcti* Géhu 1987

Tableau n° 2 (40 relevés)

Variations :

sporobolietosum pungentis sub. ass. nov. Géhu 1987

(rel. 1 à 3)

holosyntytype : relevé n° 2, tab. n° 2

typicum sub. ass. nov. Géhu 1987

(rel. 4 à 8)

holosyntytype : relevé n° 6, tab. n° 2

medicaginetosum marinae sub. ass. nov. Géhu 1987

(rel. 9 à 21)

holosyntytype : relevé n° 13, tab. n° 2

otanthetosum maritimi sub. ass. nov. Géhu 1987

(rel. 22 à 31)

holosyntytype : relevé n° 26, tab. n° 2

ononidetosum ramosissimae sub. ass. nov. Géhu 1987

(rel. 32 et 33)

holosyntytype : relevé n° 32, tab. n° 2

centaureetosum aegialophilae sub. ass. nov. Géhu 1987

(rel. 34 à 36)

holosyntytype : relevé n° 34, tab. n° 2

stachyetosum spinosae sub. ass. nov. Géhu 1987

(rel. 37 à 40)

holosyntytype : relevé n° 37, tab. n° 2

Cette association occupe en Crète, comme ses homologues des littoraux du Nord-Ouest et du Sud-Est méditerranéens, les premiers bourrelets de sable des hauts de plage et représente souvent la seule végétation psammophile vivace semi-stable des cordons sableux étroits. Elle peut aussi réapparaître à l'intérieur des systèmes dunaires altérés ou en reprise éolienne. Comme le *Salsolo-Cakiletum*, l'agropyraie des sables existe en Crète partout où existe un littoral sablonneux avec au moins une ébauche de cordon littoral.

Le tableau n° 2 témoigne de la très riche variation de l'association en Crète puisqu'il permet d'y distinguer au moins sept sous-associations différentes dont quatre ou cinq largement répandues dans l'aire de l'association et une ou deux synendémiques sud égéennes-crétoises.

La sous-association à *Sporobolus pungens* correspond aux formes pionnières de l'association sur sable fin ou limoneux, souvent encroûté de sel en surface en période sèche.

La sous-association typique apparaît au contraire en pionnier sur sable resté meuble.

La sous-association à *Medicago marina* correspond déjà à un certain vieillissement de l'association et apparaît en retrait des précédentes.

La sous-association à *Otanthus maritimus* est liée ici, comme pour toutes les agropyraies des sables méditerranéennes, à des zones de dunes embryonnaires stabilisées mais susceptibles d'être sporadiquement balayées par un flot marin.

La sous-association à *Ononis ramosissima* assez rare, se développe dans les premières lettres.

La sous-association à *Centaurea aegialophila* vit sur des bancs sablo-graveleux assez solides et peut être considérée comme synendémique de la Crête orientale et de Chypre.

La sous-association à *Stachys spinosa* se développe dans les lettres sèches des systèmes dunaires plats. Les grosses boules argentées que forment les *Stachys*, confèrent à cette végétation un aspect réellement spectaculaire, l'un des plus marquants des arrière-dunes méditerranéennes. C'est une sous-association sud égéenne, principalement crétoise, qui est malheureusement menacée par les aménagements littoraux en cours. Elle mérite une attention conservatoire urgente.

Du point de vue syntaxonomique l'*Eryngio maritimi-Elymetum farcti* appartient au groupe d'association des *Sporobolo-Elymeta farcti* méditerranéens, récemment distingué par l'un de nous (GEHU 1987) à l'intérieur de l'ancien concept, trop complexe, de l'*Agropyretum* méditerranéen Br.-Bl. (1931)1933. En dehors des agropyraies méditerranéo-atlantiques du Sud-Ouest ibérique et à la lumière des données actuelles les *Agropyreta juncei* strictement méditerranéens doivent en effet se répartir, sur des bases floristiques et bioclimatiques comme suit :

- *Sileno succulentae-Elymetum farcti*, dans le Sud-Est de la Méditerranée, de la Tunisie centrale au Sud d'Israël, sous bioclimat à dominante (thermo-)infra)méditerranéen subaride à aride ;
- *Echninophoro spinosae-Elymetum farcti*, dans le Nord-Ouest méditerranéen, Adriatique incluse, de l'Est de l'Espagne à l'Ouest du Péloponèse, sous bioclimat principalement méso-(thermo-) méditerranéen subhumide à sec ;
- *Eryngio maritimi-Elymetum farcti*, dans la zone médiane du Bassin entre les deux précédentes associations, sous bioclimat à dominante thermo-méditerranéenne sèche.

3 - La végétation vivace des dunes meubles

Association à *Eryngium maritimum* et *Ammophila arundinacea*

Nom : *Eryngio maritimi-Ammophiletum arundinaceae* Géhu 1987

Synonyme non valide : *Medicagini-Ammophiletum* (Oberdorf. 1952) Géhu et al. 1984

Tableau n° 3 (9 relevés)

Tableau n°3 -ERYNGIO MARITIMI-AMMOPHILETUM ARUNDINACEAE Géhu 1987

Numéro des relevés	1	2	3	4	5	6	7	8	9	
Surface (m ²)	1		10	10		12			6	
Recouvrement (%)	80		70	90	80		90		90	
Chiffre sp. moyen										6,6
Nbre d'espèces	6	6	7	7	5	5	6	6	11	
<i>Ammophila arundinacea</i>	44	54	44	14	54	55	54	55	54	V
<i>Elymus farctus</i>	11	+2	12						+	III
<i>Scabiosa atropurpurea</i>								+2	22	II
<i>Eryngium maritimum</i>	12	22	11	12	12	+	11	+2	11	V
<i>Medicago marina</i>	12	22	22	12	+2	+2	23	+2	+2	V
<i>Euphorbia paralias</i>		+2	+2	(+2)	+2	22		22		IV
<i>Pancratium maritimum</i>			12		+	22		+		III
<i>Cyperus kalli</i>	12									I
<i>Otanthus maritimus</i>				22						I
<i>Silene colorata</i>						+	+	+	+	III
<i>Pseudorhiza pumila</i>	+	+		+						II
<i>Tragopogon</i>						+		+		II
Accidentelles :			1	1					3	

Tableau n°4 - MATTHIOLO TRICUSPIDATAE-CUTANDIETUM MARITIMAE
ass. nov. Géhu 1987

Numéro des relevés	1	2	3	4	5	6	7	8	
Surface (m ²)	10	10	4	2	10	10	10	5	
Recouvrement (%)	40	45	60	50	50	40	40	60	
Nbre d'espèces	7	10	8	8	7	10	10	7	
Chiffre spécifique moyen									18,4
<i>Cutandia maritima</i>	21	+2	33	22	12	22	11	33	V
<i>Pseudorhiza pumila</i>	33	22	22		32	22	+2	34	V
<i>Silene colorata</i>		22	21		11	+	22	11	IV
<i>Matthiola tricuspidata</i>	+	22		+		+2		+	IV
<i>Medicago littoralis</i>			12	22	+	22	23		IV
<i>Phleum graecum</i>		+	12						II
<i>Vulpia membranacea</i>	+2							+	II
<i>Silene littorea</i>				11					I
<i>Reichardia picroides</i>		21		+	+	+	12	+	IV
<i>Cakile aegyptiaca</i>		+	+		+	+	+2		IV
<i>Medicago marina</i>	+	+		+		+			III
<i>Rumex bucephalophorus</i>				+	11		+		III
<i>Helipopsis cretica</i>	+						+	+	III
<i>Eryngium maritimum</i>	+					+			II
<i>Lotus creticus</i>		+	+2						II
<i>Parapholis incurva</i>				+2			+		II
<i>Elymus farctus</i>	+		+						II
<i>Euphorbia paralias</i>						+			I
<i>Lagurus ovatus</i>							+2		I

Tableau n°4 bis

Numéro des relevés	1	2
Surface (m ²)	10	10
Recouvrement (%)	60	50
Nombre d'espèces	13	12
<i>Rumex bucephalophorus</i>	44	33
<i>Pseudorhiza pumila</i>	+	22
<i>Matthiola tricuspidata</i>	+2	+
<i>Silene colorata</i>	23	11
<i>Medicago littoralis</i>	+	22
<i>Vulpia membranacea</i>	+	12
<i>Lagurus ovatus</i>		+
<i>Helipopsis cretica</i>	12	+
<i>Plantago lagopus</i>	+	22
<i>Cyperus kalli</i>	+2	
<i>Elymus farctus</i>	+	
<i>Anagallis arvensis</i>	+	
<i>Beta maritima</i>	+2	
<i>Anthemis cretica</i>	+	
<i>Lotus creticus</i>		+
<i>Stachys spinoza</i>		+
<i>Reichardia picroides</i>		+

TABLEAU 3 :

en outre,

Rel. 3 : *Oetheorhiza bulbosa* + 2

Rel. 4 : *Lotus creticus* +

Rel. 9 : *Imperata cylindrica* +

Pitrichia viscosa + 2 ,

Thymaeflea hirsuta +

Les dunes à Oyat qui nécessitent pour vivre des systèmes sableux relativement importants et surtout un réel mouvement de sable, sont en Crête, comme d'ailleurs dans l'ensemble méditerranéen, beaucoup moins répandues et développées que les précédentes. Leur variation interne est faible : forme pionnière à *Elymus farctus*, forme typique, et forme âgée à *Scabiosa atropurpurea*.

Du point de vue syntaxonomique et synchorologique l'*Eryngio-Ammophiletum arundinaceae* égéen s'insère, de façon comparable à ce qui vient d'être dit pour les *Elymeta farcti*, dans une suite géosynvicariante d'associations de dunes meubles à Oyat, à savoir :

- *Otantho maritimi-Ammophiletum arundinaceae*, méditerranéo-atlantique, lusitano-marocain ;
- *Echinophoro spinosae-Ammophiletum arundinaceae*, nord occidental-méditerranéen, tyrrhénéo-adriatique ;
- *Sileno succulentae-Ammophiletum arundinaceae*, sud oriental méditerranéen, tuniso-égyptien ;
- *Eryngio maritimi-Ammophiletum arundinaceae*, médio méditerranéen, égéen ;
- *Ammophilo arundinaceae-Elymetum gigantei* pontique, turco-roumain.

4 - La végétation annuelle des interdunes sèches sur sable meuble

Association à *Matthiola tricuspidata* et *Cutandia maritima*

Nom : *Matthiolo tricuspidatae-Cutandietum maritimae* ass. nov. Géhu 1987

Holosytype : relevé n° 6, tableau n° 4

Tableau n° 4 (8 relevés)

Cette association de thérophytes psammophiles prend place sur le revers des premiers cordons dunaires, sur sable sec resté meuble mais avec saupoudrage atténué. Différenciée en Crête par *Matthiola tricuspidata*, élément spécialement abondant dans le Sud égéen mais dont l'optimum se situe cependant sur des hauts d'estrans graveleux, cette association occupe ici des stations comparables à celles de tout un ensemble de groupements thérophytiques dunaires, récemment décrits et qui en sont dans l'ordre des *Malcolmietalia* les géosynvicariants. Tels sont entre autres les :

- *Phleo graeci-Maresietum nanae* (Géhu et al. 1986) de Macédoine ;
- *Maresio nanae-Ononidetum variegatae* (Géhu et al. 1986) de l'Adriatique italien ;
- *Sileno nicaeensis-Ononidetum variegatae* (Géhu et al. 1986) de Corse orientale ;
- *Sileno coloratae-Ononidetum variegatae* (Géhu et Franck 1986) de Tunisie septentrionale ;
- *Sileno succulentae-Cutandietum maritimae* (Géhu et Franck 1986) de Tunisie méridionale.

Dans les situations perturbées et plus nitrophiles, ou sur sables mêlés de limons, existe un groupement différent riche en *Rumex bucephalophorus* (tableau n° 4 bis).

5 - La végétation chamaephytique des arrière-dunes stabilisées

Association à *Medicago marina* et *Stachys spinosa*

Nom : *Medicagini marinae-Stachyetum spinosae* ass. nov. Géhu 1987

Holosytype : relevé n° 6, tableau n° 5

Tableau n° 5 (8 relevés)

Variations :

eryngietosum maritimae sub. ass. nov. Géhu 1987

(rel. 1 à 4)

holosytype : relevé n° 4, tableau n° 5

thymetosum capitati sub. ass. nov. Géhu 1987

(rel. 5 à 8)

holosytype : relevé n° 6, tableau n° 5

Tableau n°5 - MEDICAGINI MARINAE-STACHYETUM SPINOSAE ass. nov.

Numéro des relevés	1	2	3	4	5	6	7	8	
Surface (m ²)	10	5	10	10	10	10	20	25	
Recouvrement (%)	70	80	75	80	75	80	80	60	
Nbre d'espèces	18	9	18	8	8	10	15	9	
Chiffre spécifique moyen									11,9
<i>Stachys spinosa</i>	34	44	44	44	22	44	44	33	V
<i>Eryngium maritimum</i>	23	+	12	12					III
<i>Ammophila arundinacea</i>	+2	12	+2	12					III
<i>Otantizus maritimus</i>	+			+2					II
<i>Thymus capitatus</i>			+2		44	+2	23	23	IV
<i>Orobancha</i> sp.					+	+		+	III
<i>Elymus farctus</i>	22	+	22	12	22	23	+2	22	V
<i>Medicago marina</i>	+2	+2		12	12	23	+2	12	V
<i>Panicum maritimum</i>	22		12	+2	+	+		21	IV
<i>Euphorbia paralias</i>	12						12		II
<i>Reichardia picroides</i>	+		+		+	+		+	IV
<i>Echium</i> cf. <i>arenarium</i>	+2	+2	+2				+		III
<i>Silene colorata</i>			+			+	+	+	III
<i>Lagurus ovatus</i>	+		+				+		III
<i>Plantago lagopus</i>	+					+	+		III
<i>Hedysyris cretica</i>	+	+							II
<i>Scabiosa atropurpurea</i>	+2		12						II
<i>Equisetum ramosissimum</i>		+2	+						II
<i>Vulpia membranacea</i>					+	+			II
Accidentelles :	4	1	6	1	0	0	6	1	

En outre : rel. n°1 : *Phagnalon creticum* +2, *Ballota candida* +2, *Matthiola tricuspidata* +, *Pseudorhiza pumila* +. Rel. n°2 : *Imperata cylindrica* +2. Rel. n°3 : *Lotus creticus* +, *Helichrysum graveolens* 12, *Verbascum sinuatum* +, *Asparagus aphyllus* +, *Pistacia lentiscus* +2, *Thymelaea hirsuta* +2. Rel. n°4 : *Cyperus halii* +. Rel. n°7 : *Carlina* sp. +2, *Cichorium spinosum* +2, *Hyparrhenia hirta* +2, *Glaucium flavum* +, *Eryngium campestre* +2, *Cuscuta* sp. +2. Rel. n°8 : *Culandia maritima* +.

Cette association d'arrière-dunes, réellement spectaculaire par la physionomie en grosses boules argentées que lui confère le *Stachys* qui peut y atteindre des dimensions importantes (plus de 0,5 mètre de hauteur et plusieurs mètres de diamètres confluents) occupe la place du *Crucianellion maritimae* de la Méditerranée occidentale, sans pour autant relever de cette unité synsystématique.

Elle présente deux sous-associations ; l'une des arrière-dunes à proprement parler et des dépressions interdunaires différenciée par plusieurs espèces de l'*Ammophilion arundinaceae*, l'autre des étendues plates, sablo-graveleuses, plus ou moins éloignée de la plage et que distingue *Thymus capitatus*.

Il s'agit d'une association synendémique Sud égéenne, peut-être même crétoise. *Stachys spinosa* est également citée de Karpathos, mais comme il peut aussi vivre selon ZAFFRAN 1976, dans les garrigues intérieures il n'est pas sûr que ce groupement d'arrière-dunes y existe. L'association à *Medicago marina* et *Stachys spinosa* apparaît par places sur la côte Nord de l'île de Crète où elle est menacée par les extensions touristiques. Elle mériterait la plus grande attention conservatoire urgente.

6 - La végétation des dépressions fraîches ou humides des dunes

Le tableau n° 6 regroupe trois groupements correspondant à des végétations significatives de ce milieu peu développé en Crète.

A - Groupement à *Imperata cylindrica* (rel. 1 et 2, tab. n° 6)

Il existe dans les dunes sous climat thermo-méditerranéen plusieurs catégories de groupements à *Imperata cylindrica*, grande graminée à centre de gravité plutôt saharo-sindien que réellement méditerranéen.

Tableau n°6 - DEPRESSIONS INTERDUNAIRES FRAICHES A HUMIDES

Numéro des relevés	1	2	3	4	5	6	7
Surface (m ²)	10	10	10	10	10	10	20
Recouvrement (%)	70	70	60	60	70	80	80
Nbre d'espèces	10	9	11	13	17	19	18
<i>Imperata cylindrica</i>	43	44					
<i>Cyperus kalli</i>	11	+2					
<i>Elymus farctus</i>	23	12		+ 23			
<i>Eryngium maritimum</i>	22		+ 11	21			
<i>Reichardia picroides</i>	+2	+2	11	11			
<i>Medicago marina</i>	22	+2	+2				
<i>Panoratiun maritimum</i>	+2	+2					
<i>Pseudorhiza pumila</i>	+2	+2					
<i>Euphorbia paralias</i>			11		+		
<i>Silene colorata</i>					+ 11		
<i>Holoschoenus romanus</i>			44	33	32	+2	
<i>Schoenus nigricans</i>							
<i>Sonchus maritimus</i>					12	54	54
<i>Serapias parviflora</i>						+ 23	+2
<i>Chlora perfoliata</i>					22	12	
<i>Lythrum junceum</i>					11		
<i>Orchis laxiflora</i>							
<i>Oenanthe lachenali</i>							
<i>Orchis fragrans</i>							
<i>Inula crithmoides</i>							
<i>Scabiosa atropurpurea</i>							
<i>Phragmites communis</i>							
<i>Linum sp.</i>							
<i>Urginea maritima</i>							
<i>Inula viscosa</i>							
<i>Juncus acutus</i>							
<i>Centaurium maritimum</i>							
<i>Centaurium pulchellum</i>							
<i>Anagallis sp.</i>							
<i>Asphodelus microcarpus</i>							
<i>Daucus sp.</i>							
Accidentelles	1	1	1	0	3	4	2

En outre : rel. n°1 : *Ammophila arundinacea* +2. Rel. n°2 : *Echium granarium* +. Rel. n°3 : *Thymalea hirsuta* +2. Rel. n°5 : *Lolium rigidum* +, *Trifolium campestre* +, *Briza minor* +. Rel. n°6 : *Verbascum sinuatum* +, *Mentha arvensis* +, *Vicia cracca* +, *Geranium purpureum* +. Rel. n°7 : *Hy-pochoeris radicata* +, *Rubus* sp.

L'une de ces catégories relève indéniablement par la combinaison de ses espèces de l'ordre des *Ammophiletalia*, voire de l'alliance de l'*Ammophilion arundinaceae*. C'est le cas du groupement crétois dont l'apparition traduit la présence d'humidité profonde sub-halophile.

B - Groupement à *Holoschoenus romanus* (rel. 3 et 4, tab. n° 6)

Cette cypéracée participe aussi en zone méditerranéenne ou méditerranéo-atlantique à diverses combinaisons floristiques situées en milieu dunaire ou non. L'une d'entre elles garde, dans des situations de contacts dunaires un peu plus humides que précédemment, une orientation nette vers les *Ammophiletalia*. C'est le cas en Crète pour les relevés 3 et 4 du tableau 6.

C- Groupement à *Schoenus nigricans* (rel. 5 à 8, tab. n° 6)

Les trois derniers relevés du tableau, effectués en milieu plus humide, régulièrement imprégnés d'eau douce par des glissements phréatiques en provenance d'une falaise sur laquelle s'appuie un système de dunes plates, correspondent à un groupement du type *Schoenetum*.

Plusieurs associations géosynvicariantes de cette nature existent en Méditerranée comme à l'Atlantique. Il nous semble trop tôt pour en tenter une synthèse synsystématique et synchorologique.

II - LA VEGETATION DES ROCHERS LITTORAUX

Les observations que nous avons pu réaliser sur les biotopes littoraux des falaises et des rochers n'étaient pas au coeur des préoccupations de notre mission. Elles restent donc très fragmentaires et appelleront des recherches ultérieures plus soutenues en relation notamment avec des îles voisines et le Sud-Est de la Grèce.

1 - La végétation aérohaline chasmophytique

Quelques relevés effectués dans cette ceinture surtout développée au niveau des dalles inclinées de promontoires s'avancant en mer permettent la distinction de deux associations.

A - Association à *Crithmum maritimum* et *Limonium sieberi* (= *Limonium graecum* ssp. *graecum*)

Nom : *Crithmo-Limonietum sieberi* ass. nov. Géhu 1987

Holosynotype : relevé n° 2, tableau n° 7

Tableau n° 7 (3 relevés)

Cette association a été observée sur quelques dalles rocheuses volcaniques plates mais érodées à la façon de coraux, de la côte Sud-Est de la Crète.

A la limite de l'influence du flot, au niveau d'interstices colmatés de graviers et de sables, la combinaison floristique du groupement se modifie ; *Crithmum maritimum* disparaît tandis que se développent avec le *Limonium* des plantes des sables et graviers littoraux comme *Elymus roehringeri*, *Medicago marina* et *Pancreas maritimum* (tableau 7 bis, 2 relevés).

Tableau n°7 - CRITHMO-LIMONIETUM SIEBERI ass. nov.

Numéro des relevés	1	2	3
Surface (m ²)	10	10	10
Recouvrement (%)	30	40	40
Nbre d'espèces	6	5	6
<i>Limonium sieberi</i>	22	32	22
<i>Crithmum maritimum</i>	12	22	12
<i>Lotus creticus</i>	+	+	
<i>Cichorium spinosum</i>			11
<i>Elymus roehringeri</i>	12	+	+2
<i>Reichardia picroides</i>	+	+	11
<i>Silene</i> sp.	+		+

Tableau n°7 bis - GROUPEMENT A *MEDICAGO MARINA* ET *LIMONIUM SIEBERI*

Numéro des relevés	1	2
Surface (m ²) :	30	50
Recouvrement (%)	35	40
Nbre d'espèces	7	7
<i>Limonium sieberi</i>	12	32
<i>Medicago marina</i>	32	23
<i>Panoratiun maritimum</i>	+2	+
<i>Lotus creticus</i>		+2
<i>Elymus rechingeri</i>	22	
<i>Echium arenarium</i>	+	11
<i>Plantago lagopus</i>	11	
<i>Cakile aegyptiaca</i>	+	
<i>Lolium rigidum</i>		+2
<i>Scorzonera cretica</i>		+

B - Association à *Limonium virgatum* et *Cichorium spinosum*Nom : *Limonio virgati-Cichorietum spinosi* Gêhu et al. 1984

Tableau n° 8 (4 relevés)

Tableau n°8 - LIMONIO VIRGATI-CICHORIETUM SPINOSI

Numéro des relevés	1	2	3	4
Surface (m ²)	2	5	6	10
Recouvrement (%)	60	20	40	80
Nbre d'espèces	9	9	10	13
<i>Cichorium spinosum</i>	44	23	33	22
<i>Limonium virgatum</i>	+	22	+2	22
<i>Crithmum maritimum</i>	12	+		
<i>Thymalea hirsuta</i>		+2		
<i>Teucrium resupinatum</i>			+2	12
<i>Dactylis hispanica</i>			22	12
<i>Scorzonera cretica</i>			11	+
<i>Thymus capitatus</i>	12	22	+2	44
<i>Helichrysum graecum</i>		+2	+2	+2
<i>Eragnalis graecum</i>				+2
<i>Reichardia picroides</i>	11	+	11	11
<i>Lotus creticus</i>	12	+	11	
Accidentelles	3	1	1	4

En outre : Rel. n°1 : *Panoratiun maritimum* +, *Eryngium maritimum* +, *Silene* sp. +. Rel. n°2 : *Juniperus maritima* +, *Artemisia* sp. +. Rel. n°3 : *Trifolium scabrum* +2. Rel. n°4 : *Carlina* sp. +2, *Urginea maritima* +, *Arisaema* sp. +, *Cuscuta* sp. +2.

En Crète comme à Chypre *Cichorium spinosum* participe à deux associations différentes. Caractéristique d'une association des *Crithmo-Limonietea*, le *Limonio-Cichorietum*, il peut aussi différencier une sous-association de garrigue littorale primaire.

L'association à *Limonium virgatum* et *Cichorium spinosum* se développe en Crète, sur des pointes rocheuses arrosées d'embruns.

Le tableau n° 8 permet la distinction de deux sous-associations, l'une pionnière plus halophile, à *Crithmum maritimum* (rel. 1 et 2), et l'autre plus interne, de transition avec les garrigues primaires à *Teucrium resupinatum* (rel. 3 et 4) auxquelles succède le *Prasio-Ceratonietum siliquosae* ou ses groupements de substitution (garrigues et maquis secondaires).

III - LA VÉGÉTATION DES VASES SALEES

Très peu développée et souvent altérée la végétation halophile crétoise se réduit actuellement à quelques rares fragments d'associations.

Le *Salicornietum patulae* a été observé en un seul endroit du littoral Sud.

Les deux relevés du tableau n° 9 proviennent de la région de Kokinos Pírgos.

Tableau n°9 - SALICORNIETUM PATULAE

Numéro des relevés	1	2
Surface (m ²)	2	2
Recouvrement (%)	80	80
Nbre d'espèces	1	2
<i>Salicornia patula</i>	55	54
<i>Aeluropus littoralis</i>		12

Ils correspondent à des cuvettes attenantes à des vestiges d'*Arthrocnemum fruticosi* détruits pour faire place à des grandes étendues de cultures sous serres. Le *Salicornietum patulae* y était bordé de taches d'*Aeluropetum littoralis* (tableau n° 10).

Au contact de bourrelets dunaires voisins quelques touffes de *Suaeda vera* subsistaient sur les limites d'une ancienne sansouire.

Tableau n°10 - AELUROPETUM LITTORALIS

Numéro des relevés	1	2
Surface (m ²)	2	2
Recouvrement (%)	80	80
Nbre d'espèces	3	2
<i>Aeluropus littoralis</i>	54	55
<i>Spergularia marina</i>	+2	
<i>Aster tripolium</i>		+2
<i>Polypogon maritimum</i>	22	

Dans la même zone, ainsi qu'à l'Ouest d'IRAKLION quelques petits marais saumâtres à *Juncus maritimus* peuvent encore s'observer, notamment dans les transitions avec le *Schoenetum* (tableau n° 11).

Tableau n°11

Numéros des relevés	1	1
Surface (m ²)	10	10
Recouvrement (%)	100	100
Nbre d'espèces	2	6
<i>Juncus maritimus</i>	55	54
<i>Carex extensa</i>	22	22
<i>Sporobolus pungens</i>		12
<i>Schoenus nigricans</i>		22
<i>Sonchus arvensis</i>		12
<i>Limonium virgatum</i>		+2

Si la classe des *Arthrocnemetea fruticosi* paraît donc à peu près éteinte en Crète, par contre sur les terrasses graveleuses arrosées d'embruns celle des *Saginetæa maritimæ* reste assez fréquente mais nous n'en possédons que le relevé suivant provenant de la côte Nord occidentale.

Surface : 2 m²

Recouvrement : 60 %

Parapholis incurva 33, *Spergularia marina* 22, *Hordeum marinum* 12, *Thymelaea hirsuta* (plantules) 12, *Polypogon maritimum* 12, *Sagina maritima* +, *Catapodium maritimum* +, *Salicornia patula* +.

BIBLIOGRAPHIE

- BARBERO M., QUEZEL P. (1980). La végétation forestière de Crète. *Ecologia Mediterranea*, 5, 175-210. Marseille.
- GEHU J.-M., COSTA M., BIONDI E., PERIS J.B., ARNOLD N. (1984). Données sur la végétation maritime des côtes méridionales de l'île de Chypre. *Doc. Phytosoc.*, N.S. 8, 343-364. Camerino.
- GEHU J.-M., COSTA M., SCOPPOLA A., BIONDI P., MARCHIORI S., PERIS J.-B., FRANCK J., CANIGLIA G., VERI L. (1984). Essai synsystématique et synchronologique sur les végétations littorales italiennes dans un but conservatoire : I - Dunes et vases salées. *Doc. Phytosoc.*, N.S. 8, 393-474. Camerino.
- GEHU J.-M., BIONDI E., GEHU-FRANCK J., ARNOLD N. (1986). Données synsystématiques et synchronologiques sur la végétation du littoral sédimentaire de la Grèce continentale. *Doc. Phytosoc.*, Xa, Camerino. (sous presse)
- GEHU J.-M., GEHU-FRANCK J. (1986). Données synsystématiques et synchronologiques sur la végétation du littoral tunisien de Bizerte à Gabès. *Doc. Phytosoc.*, N.S. Xb. Camerino. (sous presse)
- GEHU J.-M. (1987). Qu'est-ce que l'*Agropyretum* méditerranéenne Br.-Bl. (1931) 1933 ? *Lazaroa*. Madrid. (sous presse).
- GEHU J.-M., BIONDI E., GEHU-FRANCK J., TAFFETANI F. (1987). Données sur la végétation maritime du littoral oriental de la Corse. *Vème Jornadas de fitosociología Tenerife - La Laguna*. (sous presse).
- GREUTER W. (1975). Die insel Kréta eine geobotanische skizze. *Veröff. Geobot. Inst. E.T.H.*, 55, 141-197. Zürich.
- RIVAS-MARTINEZ S. (1985). Biogeografía y vegetación. *Real Acad. cienc. Madrid*. Discusso ingreso : 9-86. Madrid.
- ZAFFRAN J. (1976). Contribution à la Flore et à la végétation de la Crète. I - Floristique. 1 vol., 223 p. Marseille.
- ZAFFRAN J. (1982). Contribution à la Flore et à la végétation de la Crète. II - Végétation. 1 vol., 147 p. et 30 tab. Marseille.
- ZOHARY M., ORSHAN G. (1966). An outline of the geobotany of Crète. *Israel Journ. Bot.*, 14, 49 p.

Contribution à l'étude des groupements forestiers et pré-forestiers du Haut Atlas Oriental (Maroc).

P. QUEZEL*
M. BARBERO*
A. BENABID**

RESUME - Les auteurs définissent diverses structures phytosociologiques liées à *Cedrus atlantica*, *Quercus rotundifolia* et *Pinus halepensis*, sur le revers nord du Haut Atlas entre Midelt et la vallée de l'Ahansal. Elles correspondent en particulier au BALANSAEO GLABERRIMAE-CEDRETUM ATLANTICAE et au PIPTATHERO PARADOXI-CEDRETUM ATLANTICAE pour *Cedrus*, au SILENO MELLIFERAE-QUERCETUM ROTUNDIFOLIAE pour *Quercus* et au LEUZEON CONIFERAE-PINETUM HALEPENSIS pour *Pinus*. La signification altitudinale bioclimatique et dynamique de ces associations est discutée.

SUMMARY - The authors define various phytosociological structures related to *Cedrus atlantica*, *Quercus rotundifolia* and *Pinus halepensis*, on the northern slope of Haut Atlas between Midelt and the Ahansal valley. These structures specially correspond to the BALANSAEO GLABERRIMAE-CEDRETUM ATLANTICAE and to the PIPTATHERO PARADOXI-CEDRETUM ATLANTICAE for *Cedrus*, to the SILENO MELLIFERAE-QUERCETUM ROTUNDIFOLIAE for *Quercus* and to the LEUZEON CONIFERAE-PINETUM HALEPENSIS for *Pinus*. Their altitudinal bioclimatic and dynamic significance is discussed.

MOTS CLES : Maroc, Grand Atlas Oriental, Forêts, *Quercus ilex*, *Cedrus*, *Pinus halepensis*, Végétation.

La végétation forestière du revers septentrional du Haut Atlas oriental restait pour l'instant à peu près inconnue, malgré quelques indications fournies par EMBERGER (1939). Au cours de l'été 1979 nous avons eu l'occasion d'y réaliser un certain nombre de relevés pour l'instant inexploités et qu'il nous a paru utile de publier, d'autant que leur interprétation phytosociologique était rendue possible à la suite de travaux récents et notamment ceux de BARBERO, QUEZEL et RIVAS-MARTINEZ 1981, ACHHAL 1986, QUEZEL et BARBERO 1987. Même si nos investigations restent fragmentaires, il nous a semblé intéressant de fournir une première interprétation des formations à *Pinus halepensis*, *Quercus rotundifolia* et *Cedrus atlantica* de cette région, qui posent par ailleurs nombre de problèmes particuliers au plan écologique et biogéographique.

En effet, cette partie du Haut Atlas se situe essentiellement en bioclimat semi-aride et localement sub-humide froid et très froid et en ambiance plus continentale que les autres portions de la chaîne, ce qui en exclue beaucoup d'essences exigeantes telles que *Tetraclinis articulata*, *Quercus suber*, *Quercus canariensis* alors que *Cedrus atlantica* y constitue des peuplements encore importants. *Quercus rotundifolia* y domine, mais à des altitudes relativement élevées, et un peu plus à l'ouest, dans la vallée de l'Ahansal, *Pinus halepensis* constitue de très beaux peuplements. Le rôle du substrat n'est pas ici déterminant pour rendre compte de ces répartitions, puisque les roches mères sont partout calcaires ou calcaréo-marneuses, du moins sur le Haut Atlas oriental proprement dit.

D'autre part, ces groupements ont subi un impact humain très élevé depuis de longues années, impact qui a contribué à appauvrir considérablement le cortège significatif, et à étendre actuellement le recouvrement des thérophytes, phénomène maintenant général dans d'autres parties des montagnes marocaines, en particulier à la suite des années de sécheresse qu'à récemment subi le pays. Ce phénomène a déjà été signalé d'ailleurs par QARRO (1985) dans la région d'Aïn Leuh sur le Moyen Atlas mais aussi par ACHHAL (1986) sur le revers septentrional du Haut Atlas central.

*Faculté des Sciences et Techniques de Saint-Jérôme, Botanique et Ecologie méditerranéenne, Marseille, FRANCE.

**Ecole Nationale Forestière d'Ingénieurs, B.P. 511, Salé, MAROC.

LES FORMATIONS A *CEDRUS ATLANTICA* (Tableau n° 1)

Nous avons pu étudier ces formations en particulier dans la région de Targhist du Jbel Sloul et d'Idikel où elles prennent le plus souvent en altitude, le relais de formations présteppeiques à *Quercus rotundifolia*, *Juniperus thurifera*, *Buxus balearica*, *Fraxinus dimorpha*, déjà étudiées (QUEZEL et BARBERO 1981) et constituées dans la région par le *BUXO BALEARICAE-QUERCETUM ROTUNDIFOLIAE*, le *BERBERIDO HISPANICAE-FRAXINETUM DIMORPHAE*, le *LONICERO ARBOREAE-CEDRETUM ATLANTICAE* et l'*ORMENIDO SCARIOSAE-QUERCETUM ROTUNDIFOLIAE*.

Ces cédraies sont généralement en fort mauvais état et de vastes cimetières de cèdres morts apparaissent souvent aux hautes altitudes, où ils ont été envahis par les xérophytes épineux en coussinet. Localement certains peuplements sont encore relativement bien conservés notamment dans la région du Jbel Sloul au niveau de vallées protégées et plus humides. Le cortège floristique significatif n'est jamais abondant et l'interprétation phytosociologique de ces forêts pose bien des problèmes. Si le Cèdre est partout dominant, il est toujours associé à *Quercus rotundifolia*. Deux ensembles très nets apparaissent dans nos relevés.

Le premier représente des cédraies assez denses et à recouvrement herbacé élevé mais à peu près exclusivement constitué par des thérophytes. Parmi les espèces significatives, les espèces des *QUERCO-CEDRETALIA ATLANTICAE* sont rares et éparées : *Agropyron marginatum*, *Geranium malviflorum*, *Bunium atlanticum* et *Trifolium ochroleucum* sont néanmoins présents, ainsi qu'à Targhist *Aethionema cordatum* découvert au Maroc par VEILEX (1969).

Les espèces des *QUERCETALIA ILICIS*, outre *Quercus rotundifolia*, ne sont guère représentées que par *Balansaea glaberrima* et *Festuca triflora* qui présentent un haut degré de présence mais aussi par *Moehringia trinervia*. *Cistus laurifolius* a été observé une fois. Les espèces présteppeiques du *JUNIPERO THURIFERAE-QUERCION* sont pratiquement absentes. Le restant du cortège, mis à part quelques hémicryptophytes et nano-chaméphytes tels que *Dactylis glomerata*, *Hieracium pseudo-pilosella*, *Arhenthatherum elatius*, *Festuca yvesiana*, *Cerastium gibraltarium*, est constitué par des annuelles qui, outre *Galium aparinella* et *Moehringia pentandra* sont surtout représentées par *Cynosurus elegans*, *Veronica maura*, *Arabis parvula*, *Myosotis gracillima*, etc .. Il est évident que l'interprétation phytosociologique de ce groupement est délicate. Si on peut le définir comme un *BALANSAEO GLABERRIMAE-CEDRETUM ATLANTICAE*, son intégration à des unités supérieures n'est pas aisée. Il est en particulier impossible de le rattacher aux *QUERCO-CEDRETALIA ATLANTICAE* dont les caractéristiques sont tout à peine présentes. L'abondance de *Balansaea*, *Festuca triflora*, *Quercus rotundifolia* et la présence de *Moehringia pentandra*, *Cistus laurifolius*, justifient plutôt son intégration aux *QUERCETALIA ILICIS* malgré l'altitude élevée (2100-2300 m) et au *BALANSAEO-QUERCION*. C'est la solution que nous adoptons ici même si elle n'est guère satisfaisante (cf. infra).

La valeur altitudinale et bioclimatique de cette association mérite d'être discutée. Il n'est pas douteux qu'elle appartienne à l'étage montagnard méditerranéen, mais en l'absence de données, il est bien difficile de préciser sa signification bioclimatique. Si les stations voisines de piémont se situent en bioclimat aride : Midelt, Agoudim, Imilchil, à plus haute altitude les renseignements sont rares et apparemment contradictoires, surtout sur la partie interne de la chaîne où Agoudim, d'après des observations fragmentaires (DESTREMAU 1974) reçoit 454 mm de précipitations. De plus, les données publiées sur les diverses cartes de précipitation au Maroc, correspondent souvent à des extrapolations basées sur la végétation. Il semble toutefois que les "étages" bioclimatiques retenus sur l'Atlas du Maroc pour le Haut Atlas oriental soient nettement optimistes et que le sub-humide et surtout l'humide soient nettement surévalués. Les cédraies de la région de Targhist (Jbel Ahaym) sont sans doute les plus méridionales du Maroc et ne sont pas sans rappeler celles de l'Aurès méridional, Jbel Sgag en particulier, qu'ABDESSEMED (1981) a rangé en bioclimat semi-aride très froid et celles du Jbel Idikel entrent directement en contact avec les steppes de la haute Moulouya.

Un autre problème est l'absence quasi-totale des espèces sous-frutescentes ou arborées caractéristiques du *JUNIPERO THURIFERAE-QUERCION* normalement présentes au montagnard méditerranéen semi-aride et sub-humide, et en particulier dans les autres cédraies du Haut Atlas oriental et aucune explication logique ne peut pour l'instant être proposée. Des recherches ultérieures restent donc nécessaires pour préciser d'une part les caractéristiques climatiques de ces formations, mais aussi pour

préciser le rôle de l'impact humain à leur niveau.

Les caractéristiques choisies sont *Cedrus atlantica*, *Balansaea glaberrima*, *Festuca triflora* et *Aethionema cordatum*. Il convient de souligner d'ailleurs la position particulière qu'offre *Balansaea* et à moindre titre *Festuca triflora*, dans toute la région. Ces espèces se localisent électivement en effet au méditerranéen supérieur voire comme ici au montagnard méditerranéen et sont à peine présentes au méso-méditerranéen. Cette situation ne correspond pas à ce que l'on observe généralement au Maroc, mais se retrouve sur certaines montagnes algériennes. Peut-être l'augmentation de la continentalité et aussi la diminution des précipitations entraîne-t-elle pour elles une élévation de leurs limites altitudinales, dans des zones plus froides et plus souvent atteintes par la couche nuageuse. D'ailleurs comme nous l'avons proposé dans une interprétation schématique des structures climaciques au Maroc (QUEZEL et BARBERO 1987), il paraît difficile de retenir au montagnard méditerranéen semi-aride et même sub-humide comme climaciques des structures de végétation se rapportant aux *QUERCETALIA ILICIS* et au *BALANSAEO-QUERCION*. Ce rôle est joué au semi-aride par des groupements pré-steppiques du *JUNIPERO THURIFERAE-QUERCION* et au sub-humide par des forêts des *QUERCO-CEDRETALIA ATLANTICAE*. Peut-être *Balansaea* et *Festuca triflora* ont-elles ici une signification particulière qu'il n'est malheureusement pas possible de préciser à partir des documents dont nous disposons.

Le second groupement a été observé sur le Jbel Sloul et dans les gorges du Masker ; nous l'avions également rencontré en 1954 sur le revers septentrional de l'Ayachi dans la région de Mitkane et de Jaffar. Ici encore il s'agit de cédraies-chênaies à haut recouvrement arboré, du moins dans les zones les mieux conservées, mais dont le cortège floristique est totalement différent de celui du groupement précédent. Le cortège des *QUERCO-CEDRETALIA* est bien représenté et il est possible d'y discerner un certain nombre de caractéristiques et en particulier des endémiques régionales telles que *Laserpitium emilianum* et *Digitalis lutea* subsp. *cedretorum* généralement très localisées, mais aussi *Piptatherum paradoxum*, très abondant, *Geranium malviflorum*, *Scilla hispanica* var. *algeriensis*, *Geum silvaticum* subsp. *atlanticum*, *Viola maroccana*, *Geum heterocarpum*, *Ilex aquifolium*, *Daphne laureola*, *Alliaria officinalis* en particulier. Les espèces des *QUERCETALIA ILICIS* sont toutefois encore présentes notamment *Quercus rotundifolia*, *Balansaea glaberrima*, *Festuca triflora*, mais aussi *Acer monspessulanum*. Un autre point remarquable est le développement important ici des espèces que nous avons retenues comme caractéristiques des *JUNIPERO THURIFERAE-QUERCION* (QUEZEL et BARBERO 1981), toutes largement développées dans les associations présteppiques évoquées ci-dessous, et qui constituent sous la strate arborée, un véritable manteau arbustif à recouvrement élevé. Ce sont en particulier à côté de *Juniperus thurifera* épars, *Lonicera arborea*, *Fraxinus dimorpha*, *Berberis hispanica*, *Crataegus laciniata*, *Ribes atlanticum*, *Cotoneaster nummularia* et même *Rosa micrantha*.

Par ailleurs, mais à un degré moindre que dans l'association précédente, les thérophytes sont largement présents ; il s'agit d'ailleurs des mêmes espèces.

L'interprétation phytosociologique de ce groupement est relativement aisée, et il est évident qu'il s'inscrit encore dans les *QUERCO-CEDRETALIA* avec cependant une représentation notable des espèces des *QUERCETALIA ILICIS*. Nous proposons de définir cette association sous le vocable de *PIPTATHERO PARADOXI-CEDRETUM ATLANTICAE* et de retenir comme caractéristiques : *Cedrus atlantica*, *Piptatherum paradoxum*, *Ilex aquifolium*, *Acer monspessulanum*, *Geum heterocarpum*, *Laserpitium emilianum* et *Digitalis lutea* subsp. *cedretorum*. L'abondance des espèces ou manteau forestier traduit en fait que les affinités de ce groupement avec les formations préforestières voisines correspondant au *LONICERO ARBOREAE-CEDRETUM ATLANTICAE* (BARBERO, QUEZEL et RIVAS-MARTINEZ 1981) sont étroites.

Le *PIPTATHERO-CEDRETUM* représente dans le Haut Atlas oriental, les structures de cédraies les plus évoluées et les plus complexes du point de vue floristique ; elles s'intègrent à l'étage montagnard méditerranéen sub-humide et sans doute localement humide. Elles ne représentent malheureusement que des vestiges très épars dans une région profondément perturbée par l'action humaine : coupes, pâturages, et il est évident qu'il est nécessaire de choisir avec soin l'emplacement des relevés significatifs.

Reste posé le problème des relations unissant les deux associations précédentes, dont le cortège floristique est fondamentalement différent. Le rôle de l'altitude doit sans doute jouer, puisque nos relevés correspondant au *BALANSAEO-CEDRETUM* proviennent tous de plus de 2100 m et ceux du *PIPTATHERO-CEDRETUM* de la zone comprise entre 1800 et 2100 m. Du point de vue des précipitations, le

second groupement est certainement plus arrosé et son cortège floristique permet de le situer en bioclimat sub-humide, voire humide, même s'il ne s'agit souvent alors que d'enclaves résiduelles plutôt liées au mésoclimat. Le pâturage enfin est beaucoup plus intense dans le premier groupement, mais ceci ne permet guère d'expliquer l'absence quasi-totale d'espèces arbustives présteppiques très résistantes à la dent des troupeaux dans le *BALANSAEO-CEDRETUM*.

LES FORMATIONS A *QUERCUS ROTUNDIFOLIA* (Tableau n° 2)

Nous disposons également d'une douzaine de relevés effectués sous *Quercus rotundifolia*, en diverses localités éparses entre le Masker et la vallée de l'Ahansal. Leur analyse se révèle assez décevante du point de vue phytosociologique. Avec quelques variantes, ils constituent un ensemble très homogène malgré l'étendue du territoire envisagé. Il s'agit de Chênaies vertes d'assez médiocre venue, presque toujours avec *Juniperus oxycedrus*, où *Cedrus atlantica* apparaît faiblement dans les relevés de la région du Masker, et dont la hauteur atteint rarement 10 m même si le recouvrement est élevé et souvent fermé. Les traces d'un pâturage intensif sont partout présentes, l'altitude est toujours élevée et comprise entre 1500 et 2100 m.

Le cortège floristique significatif est généralement peu important et inégalement réparti entre les relevés. Les *QUERCETEA ILICIS* sensu lato, sont représentés, outre *Quercus rotundifolia* et *Juniperus oxycedrus*, par *Rubia peregrina*, *Lonicera etrusca*, *Jasminum fruticans*, *Daphne gnidium*, *Mohringia pentandra*, *Ptilostemon dyris*, *Balansaea glaberrima*, *Colutea arborescens*, *Geranium purpureum*, *Bupleurum montanum*, *Cistus laurifolius*, *Festuca triflora*. Les *QUERCETEA PUBESCENTIS* montrent *Helleborine latifolia*, *Poa nemoralis*, *Cephalanthera rubra*, *Clinopodium vulgare*, *Vicia tenuifolia*, *Silene mellifera*, *Acer monspessulanum*, *Galium tunetanum* et les *QUERCO-CEDRETALIA*, *Cedrus*, *Bunium atlanticum*, *Agropyron marginatum*, *Scilla hispanica* var. *algeriensis*, mais toutes ces espèces sont extrêmement éparses.

A côté des espèces significatives apparaissent d'assez nombreux représentants des matorrals, *ONONIDO-ROSMARINETEA* surtout, voire très localement des *ERINACETALIA*, mais aussi comme dans les groupements précédents de nombreuses annuelles liées au surpâturage.

L'interprétation du tableau n'est pas aisée, même si celui-ci correspond bien à une réalité de terrain, car il ne nous a pas été possible de réaliser dans toute cette région de relevés plus significatifs malgré nos recherches. Il s'agit de toute évidence d'un milieu très perturbé par les actions humaines et le pâturage en particulier, ce qui en explique l'appauvrissement, correspondant à des formations de type plutôt préforestier que forestier, et se rattachant à l'étage méditerranéen supérieur sub-humide. D'ailleurs en raison de l'altitude les formations forestières méso-méditerranéennes font totalement défaut dans la région, sauf toutefois sur le versant océanique.

Partout dans le haut bassin de la Moulouya la steppe ou les groupements présteppiques entrent en rapport avec les structures décrites ici. Il n'en est pas de même dans la vallée de l'Oued el Abid, où des précipitations plus élevées et des altitudes plus faibles permettent l'apparition du méso-méditerranéen typique.

Comme nous l'avons fait ailleurs au Maroc (BARBERO, QUEZEL et RIVAS-MARTINES 1982) il paraît malgré tout possible de ranger ce groupement dans les *QUERCETEA ILICIS*, comme les associations du méditerranéen supérieur. Il ne correspond par ailleurs à aucun autre des groupements déjà définis dans ce pays. Malgré sa pauvreté relative, il représente indiscutablement dans la région étudiée de véritables forêts potentielles, et pour cela nous l'intégrons au *BALANSAEO-QUERCION ROTUNDIFOLIAE*, dont il possède quelques caractéristiques : *Festuca triflora*, *Ptilostemon dyris*, *Balansaea glaberrima*, *Bupleurum montanum* ; mais le choix des caractéristiques d'association est difficile en raison de la banalité globale du cortège floristique. La solution la plus rationnelle aurait été de définir cette association comme un *JUNIPERO OXYCEDRI-QUERCETUM ROTUNDIFOLIAE*. Toutefois, ce binome a déjà été utilisé par RIVAS-MARTINEZ (1964) pour nommer une association centro-ibérique se rattachant à l'alliance *QUERCION FAGINEO-SUBERIS* (Br. Bl., SILVA et ROZEIRA 1956), RIVAS-MARTINEZ 1974, qui ne peut en aucune façon, à la fois par sa composition floristique et ses exigences écologiques, être assimilé au groupement défini ici. La solution la moins mauvaise dans ces conditions, est de la définir comme un *SILENO MELLIFERAE-QUERCETUM ROTUNDIFOLIAE* dont les caractéristiques et différentielles sont précisément *Juniperus oxycedrus* dans sa subsp. *rufescens* (Link 1845 ut. sp.) Deb, = subsp. *badia* (H. Gay)

Debeaux (*J. oxycedrus* L. var. *badia* H. Gay 1889), *Silene mellifera*, *Helleborine latifolia* et *Cephalanthera rubra*. Cette interprétation rend compte à la fois du rôle des espèces des *QUERCETEA PUBESCENTIS* et de la dégradation locale du groupement dont certains relevés correspondent plutôt à des structures préforestières (rel. 4-6-9) alors que d'autres (rel. 10 à 13) correspondent à de vraies structures forestières. Il est possible de distinguer deux sous-associations, l'une sur le versant méditerranéen, le plus souvent, de loin la plus pauvre en caractéristiques significatives, qui peut toutefois être différenciée par *Astragalus mairei* (sous ass. *ASTRAGALETOSUM MAIREI*) et l'autre dans l'Ahsanal et sur la charnière orientale de l'Atlas de Ksiba, nettement plus riche. Cette sous-association est caractérisée par *Balansaea glaberrima*, *Scrofularia laevigata* subsp. *hispida*, *Piptatherum paradoxum*, *Scilla hispanica* var. *algeriensis*. C'est également à son niveau seulement que nous avons rencontré en particulier *Carex distachya*, *Asplenium onopteris*, *Viburnum tinus* et *Asparagus acutifolius*. Cette sous-association *BALANSAETOSUM* correspond à un milieu moins continental.

Le *SILENO MELLIFERAET-QUERCETUM ROTUNDIFOLIAE* paraît s'intégrer entièrement au méditerranéen supérieur quoique certains relevés de l'Ahsanal (rel. 9-12-13) se situent sans doute à la charnière du méso-méditerranéen. Dans cette région d'ailleurs, mais surtout plus au nord, sur l'Atlas de Ksiba, apparaissent des chênaies vertes méso-méditerranéennes typiques, dont il n'est pas inutile de décrire la constitution au moins à titre de comparaison.

L'examen du tableau n° 3, montre nettement qu'il ne diffère pas sensiblement de celui réalisé par ACHHAL (1986) à propos de son *VIBURNO TINI-QUERCETUM ROTUNDIFOLIAE*, réalisé au méso-méditerranéen sub-humide du Haut Atlas central. Parmi les caractéristiques se retrouvent en effet *Arbutus unedo*, *Cytisus arboreus* ici dans sa subsp. *catalaunicus*, *Cytisus triflorus*. Sur substrats calcaires, il s'agit de la sous-association *PHILLYREETOSUM*, ACHHAL 1986, avec *Pistacia lentiscus*, *Jasminum fruticans*, *Aristolochia longa* ainsi que *Phillyrea media* et *Asparagus acutifolius* dominants, où se localise également *Cytisus arboreus*. Sur les substrats siliceux malgré l'absence de *Quercus suber*, nos relevés se rapportent également à la sous-association *SUBERETOSUM*, ACHHAL 1986, avec comme différentielles *Cytisus triflorus*, *Achillea ligustica*, *Moehringia pentandra*.

Ces chênaies vertes méso-méditerranéennes sub-humides cèdent la place sur l'Atlas de Ksiba, dans les zones les plus arrosées, et en altitude entre 1550 et 1700 m à des chênaies caducifoliées à *Quercus canariensis* appartenant au *PAEONIO MAROCANAE-QUERCETUM CANARIENSIS*, BARBERO, QUEZEL et RIVAS-MARTINEZ 1981, dont nous avons déjà publié 2 relevés (in BARBERO, BENABID, PEYRE et QUEZEL, 1981). C'est là en effet qu'apparaît de façon très résiduelle et en position sub-rupicole *Laurus azorica*. Ce groupement de type supra-méditerranéen sub-humide s'intègre aux *QUERCO-CEDRETALIA ATLANTICAE*.

LES FORMATIONS A *PINUS HALEPENSIS* (Tableau n° 4)

Le Pin d'Alep apparaît en quelques rares localités du Haut Atlas oriental (DESTREMEAU 1974) à l'état d'individus isolés, notamment à Mitkane et sur le revers nord Jbel Aberdouz, mais c'est essentiellement dans la vallée de l'Ahsanal, dans la région de Tamga, qu'il forme des peuplements importants. Ces forêts de fort belle venue ont été étudiées par BELGHAZI 1983, du point de vue de leur valeur forestière, mais aucune tentative d'interprétation phytosociologique n'a été tentée. Ailleurs sur le Haut Atlas, nous avons pu étudier les peuplements situés sur le revers nord du Tizi n'Tichka, où nous les avons interprétés comme constituant une sous-association *PINETOSUM* du *POLYGALO BALANSAE-TETRACLINETUM* (BARBERO, QUEZEL et RIVAS-MARTINEZ 1982). Plus récemment ACHHAL (1986) a défini dans la région d'Amizmiz, deux associations à Pin d'Alep : le *CYTISO FONTANESII-PINETUM HALEPENSIS* et l'*ARGYROLOBIO LINNEANI-PINETUM HALEPENSIS* qu'il est possible de ranger (QUEZEL et BARBERO 1987) dans l'ordre des *PISTACIO-RHAMNETALIA*, l'alliance *TETRACLINI-PISTACION ATLANTICAE*, RIVAS-MARTINEZ, COSTA et ITZCO 1986 et plus spécialement la sous-alliance *TETRACLINI-JUNIPERENION PHOENICEAE* de cette unité. Tous ces peuplements, et sans doute les autres encore non étudiés sur le revers nord de la chaîne, colonisent surtout l'étage thermo-méditerranéen semi-aride tempéré et pénètrent localement au méso-méditerranéen. Par contre, les forêts de la région de Tamga, sans doute les plus importantes du massif, posent des problèmes particuliers. Elles s'étendent en effet entre 1100 et 1700 m en peuplements importants, certaines colonies pouvant même atteindre 2300 m. L'examen des relevés montre par ailleurs que ces forêts occupent à la fois l'étage thermo-méditerranéen méso-méditerranéen et méditerranéen supérieur.

Ces formations ne sont jamais pures ; *Quercus rotundifolia* est constant et localement dominant, ainsi que *Juniperus oxycedrus* et *Juniperus phoenicea*. *Tetraclinis* apparaît uniquement dans la zone d'ouverture des vallées et en position directement exposées aux influences océaniques. Les critères écologiques expliquant la répartition respective de *Pinus halepensis* et *Tetraclinis articulata* sur le Haut Atlas (BARBERO, QUEZEL et RIVAS-MARTINEZ 1982) et confirmés par ACHHAL (1986) et peuvent également s'appliquer ici.

Les relevés provenant de l'étage thermo-méditerranéen ne diffèrent pas sensiblement de ceux que nous avons publiés en 1982, et doivent donc se rapporter au POLYGALO-BALANSAE-TETRACLINETUM PINETOSUM bien qu'ils soient nettement enrichis en caractéristiques des unités supérieures. Par contre ceux des étages méso-méditerranéen et méditerranéen supérieur, doivent être considérés comme individualisant un groupement particulier qui ne correspond à aucun de ceux déjà définis au Maroc. Ils permettent de définir l'association LEUZEON CONIFERAE-PINETUM HALEPENSIS dont les caractéristiques et différentielles sont *Pinus halepensis*, *Leuzea conifera*, *Astragalus incanus*, *Onobrychis saxatilis*.

Ces espèces qui ne sont en fait que des différentielles, apparaissent de façon assez inégale, et sont surtout fréquentes sur les affleurements calcaire-marneux largement dominants dans la région. Elles constituent des transgressives des ONONIDO-ROSMARINETEA (*sensu lato*) qui sont largement représentées dans nos relevés.

Cette association qui se rattache aux PISTACIO-RHAMNETALIA peut être intégrée au JUNIPERON OXYCEDRI-RHAMNION ATLANTICAE, QUEZEL et BARBERO 1987, récemment définie pour regrouper les structures préforestières au mésoméditerranéen et au méditerranéen supérieur sub-humide, et caractérisée rappelons le par *Juniperus oxycedrus*, *Rhamnus oleoides* subsp. *atlantica*, *Juniperus phoenicea*, *Cistus laurifolius*, *Chamaerops humilis* var. *argentea*, et aussi *Selaginella rupestris* absente ici.

Cette interprétation définissant le LEUZEON-PINETUM comme un groupement pré-forestier, ce qui est pleinement justifié par sa structure floristique, pose le problème du véritable climax local. Il s'agit au moins partiellement au méditerranéen supérieur du JUNIPERO OXYCEDRI-QUERCETUM ROTUNDIFOLIE, dont quelques relevés (n° 9,11,12) publiés dans le tableau n° 2 proviennent précisément de cette région où la sous-association SCROFULARIETOSUM est très localement présente. Il convient encore de rappeler que le BUXO-BALEARICAE-QUERCETUM ROTUNDIFOLIAE, constituée également dans la vallée de l'Ahanasal des groupements potentiels au méditerranéen supérieur semi-aride, et qu'il entre fréquemment en contact avec les associations précédentes, ce qui peut expliquer la présence de *Buxus balearica*, *Fraxinus dimorpha* dans quelques uns de nos relevés (QUEZEL et BARBERO 1981).

LOCALISATION DES RELEVÉS :

Tableau n° 1 - 1-2 : Cédraie culminale du Jbel Hayn près de Targhist ; 3-4-5 : Cédraie d'Idikel revers nord et est ; 6-7 : revers nord du Jbel Sloul, Akka n'Outad ; 8-9-10 : revers nord du Jbel Tirhordine ; 11-12 : revers nord du Jbel Ayachi, cirque de Jaffar.

Tableau n° 2 - 1 : versant est du Jbel Hayn près de Targhist ; 2-3 : Tounfite piste de Sidi Yahya ; 4-5 : entre Sidi Yahya et Bouadil ; 6-7 : environs d'Arhbala ; 8 : Tizi n'Itar ; 9 : vallée de l'Ahanasal, 10 km en amont de Tamga ; 10 : Atlas de Ksiba, revers sud du Tizi n'Ait Ouira ; 11-12 : vallée de l'Ahanasal à 10 et 13 km au sud de Tamga.

Tableau n° 3 - route de Ksiba à Naour : 1-4 : versant occidental ; 5-6 : zone médiane ; 7-8 : versant méridional.

Tableau n° 4 - vallée de l'Ahanasal : 1-2 : environs de Tamga ; 3-4-5-6 : diverses localités le long de la piste au sud de Tamga ; 7-8-9-10 : partie moyenne de la piste ; 11-12 : partie supérieure de la piste en aval de la Zaouia Ahanasal.

BIBLIOGRAPHIE

- ABDESSEMED K. (1981). Le Cèdre de l'Atlas dans les massifs de l'Aurès et du Belezma, étude phytosociologique, problèmes de conservation et d'aménagement.
Thèse Doct. Fac. St-Jérôme, Marseille, 198 p.

- ACHHAL A. (1986). Etude phytosociologique et dendrométrique des écosystèmes forestiers du bassin-versant du N'Fis (Haut Atlas central).
Thèse Doct. ès-Sc., St-Jérôme, Marseille, 204 p + annexes.
- BARBERO M., BENABID A., PEYRE C. et QUEZEL P. (1981). Sur la présence au Maroc de *Laurus azorica* (Seub.) Franco.
Anal. Jard. Bot. Madrid, 37 (2), 467-472.
- BARBERO M., QUEZEL P. et RIVAS-MARTINEZ S. (1981). Contribution à l'étude des groupements forestiers et pré-forestiers du Maroc.
Phytocoenologia, 9 (3), 311-412.
- BELGHAZI B. (1983). Contribution à l'étude de l'écologie et de la productivité du Pin d'Alep dans le versant nord du Haut Atlas (Forêt de Tamga).
Thèse Doct. Ind. U.S.T.L., Montpellier, 151 p. + annexes.
- DESTREMAU D.X. (1974). Précisions sur les aires naturelles des principaux conifères marocains en vue de l'individualisation de provenances.
Ann. Rech. For. Maroc, 14, 3-90, Rabat.
- EMBERGER L. (1939). Aperçu général sur la végétation du Maroc.
Veröff. Geobot. Inst. Rübel, Zürich 14, 40-157.
- QARRO M. (1985). Etude de la productivité du tapis herbacé des parcours de la zone d'Aïn Leuh au Maroc.
Thèse Doct. Etat, Fac. Sc. Marseille, St-Jérôme, 258 p. + annexes.
- QUEZEL P. et BARBERO M. (1981). Contribution à l'étude des formations pré-steppiques à Genévriers au Maroc.
Bol. Soc. Broteriana, ser. 2, 1137-1160.
- QUEZEL P. et BARBERO M. (1987). Aperçu syntaxinomique sur la connaissance actuelle de la classe des *QUERCETEA ILICIS* au Maroc.
Ecologia Mediterranea,
- RIVAS-MARTINEZ S., COSTA M. et ITZCO J. (1984). Sintaxinomia de la clase *QUERCETEA ILICIS* en el mediterraneo occidental.
Not. Soc. Italiana Fitosociologia, 19 (II), 71-96.
- VEILEX J. (1969). Découverte au Maroc d'*Aethionema cordatum* (Desf.) Boiss. crucifère nouvelle pour le sud-ouest du bassin méditerranéen.
Bull. Soc. Sc. Nat. Vaucluse, 37-39, 111-118.

Numéro des relevés :	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	
Surfaces :	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	
Exposition :	N	NE	E	NE	N	NE	N	N	NE	E	N	N	
Inclinaison :	45	30	45	40	25	45	40	30	20	30	40	35	
Recouvrement :	80	80	90	90	80	90	90	90	95	90	90	95	
Altitude x 10 :	223	220	210	220	220	195	190	190	200	200	200	195	
Substrat :	Ca	Ca	Ma	Ma	Ma	Ca	Ca	Ca	Ca	Ca	Ca	Ca	
Espèces caractéristiques :													
<i>Cedrus atlantica</i>	4.4	4.4	4.4	4.5	4.5	3.4	4.5	3.2	4.4	4.4	4.4	4.4	12
<i>Aethionema cordatum</i>	2.1	1.1	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	2
<i>Acer monspessulanum</i>	.	.	.	.	.	1.3	1.2	+	1.2	1.2	.	+	6
<i>Pitatherum paradoxum</i>	.	.	.	.	.	1.3	1.3	2.2	1.2	.	1.2	+	6
<i>Ilex aquifolium</i>	.	.	.	.	.	1.3	+	1.3	.	.	1.2	+	5
<i>Geum heterocarpum</i>	.	.	.	.	.	.	+	.	1.2	.	+	.	3
<i>Laserpitium emilianum</i>	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	1.2	+	2
<i>Digitalis lutea</i> subsp. <i>cedretorum</i>	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	1.2	1
Espèces des QUERCO-CEDRETALIA et des QUERCETEA PUBESCENTIS :													
<i>Agropyron marginatum</i>	+	2.1	.	.	1.3	.	1.2	.	.	+	.	.	5
<i>Scilla hispanica</i> var. <i>algeriensis</i>	.	.	.	.	.	2.1	1.2	+	.	.	1.1	.	5
<i>Geum silvaticum</i> subsp. <i>atlanticum</i>	.	.	.	.	.	1.2	1.3	+	.	.	+	.	4
<i>Geranium malviflorum</i>	.	.	.	1.3	1.1	.	+	.	.	.	+	.	4
<i>Bunium alpinum</i> var. <i>atlanticum</i>	.	.	1.3	2.1	.	.	.	.	.	.	.	+	3
<i>Viola maroccana</i>	.	.	.	.	.	1.1	+	1.2	.	.	.	.	3
<i>Silene mellifera</i>	.	.	.	1.3	.	.	.	.	+	.	1.2	.	3
<i>Alliaria officinalis</i>	.	.	.	.	.	+	.	+	.	.	.	+	3
<i>Poa nemoralis</i>	.	.	.	.	.	.	.	.	+	+	+	.	3
<i>Vicia tenuifolia</i>	1.2	1.3	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	2
<i>Daphne lauricola</i>	.	.	.	.	.	1.3	.	.	.	.	.	1.2	2
<i>Cynoglossum montanum</i> var. <i>maroccanum</i>	.	.	.	.	.	1.1	.	.	+	.	.	.	2
<i>Clinopodium vulgare</i>	.	.	.	.	.	+	.	+	.	.	.	.	2
<i>Trifolium ochroleuchum</i>	.	.	.	.	+	.	.	.	.	.	.	.	1
<i>Cephalanthera rubra</i>	.	.	.	.	.	1.2	.	.	.	.	.	.	1
<i>Hebeborine latifolia</i>	.	.	.	.	.	.	+	.	.	.	.	.	1
Espèces du JUNIPERO THURIFERAE-QUERCION :													
<i>Fraxinus dimorpha</i>	.	.	.	.	.	1.2	2.3	2.2	1.2	1.2	1.2	1.2	7
<i>Berberis hispanica</i>	.	.	.	.	.	2.3	1.2	3.3	1.2	1.2	+	1.1	7
<i>Rosa micrantha</i>	.	.	.	+	.	1.3	+	+	+	.	.	.	6
<i>Juniperus thurifera</i>	.	.	.	.	.	1.3	.	.	2.3	1.2	1.1	+	5
<i>Crataegus laciniata</i>	.	.	.	.	.	1.3	1.3	.	+	+	+	.	5
<i>Ribes atlanticum</i>	.	.	.	.	+	1.2	1.2	.	.	.	.	1.2	4
<i>Lonicera arborea</i>	.	.	.	.	.	1.3	1.2	+	.	.	+	.	4
<i>Columister nummularia</i>	.	.	.	.	.	1.3	1.2	.	.	.	+	.	3
Espèces des QUERCETALA (EA) ILICIS :													
<i>Balanus glaberrima</i>	1.2	2.1	3.4	2.3	4.4	1.1	2.1	+	2.2	2.2	1.2	1.1	13
<i>Quercus rotundifolia</i>	2.2	2.3	1.2	+	+	2.3	2.3	2.2	2.2	2.2	1.2	1.1	13
<i>Festuca triflora</i>	1.3	+	1.1	3.3	1.1	1.3	2.2	.	1.2	1.2	.	1.2	10
<i>Cistus laurifolius</i>	1.3	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	1
<i>Muehringia pentandra</i>	.	.	.	+	.	.	.	.	.	.	.	.	1
Autres espèces :													
<i>Cymosurus elegans</i>	2.3	2.2	2.3	2.1	2.2	1.2	1.2	1.1	2.1	1.2	1.2	1.2	12
<i>Calamintha granatensis</i>	1.2	1.2	+	.	+	.	.	+	+	+	+	+	9
<i>Galium aparinetella</i>	1.3	.	1.3	2.2	1.3	+	.	2.1	2.1	2.1	.	1.2	9
<i>Festuca gvesiana</i>	.	.	2.3	1.2	2.3	+	1.3	2.1	+	1.3	.	.	9
<i>Erysimum bocconei</i>	.	.	.	2.1	1.2	1.3	+	2.1	1.1	+	1.1	.	8
<i>Cerastium gibraltarium</i>	+	+	2.1	.	1.3	1.3	.	.	.	1.3	1.2	.	7
<i>Silene inflata</i>	1.2	1.2	.	.	.	+	.	1.1	+	+	.	.	7
<i>Dactylis glomerata</i>	1.3	.	.	1.2	1.2	.	.	.	1.2	1.2	.	+	6
<i>Arabis parvula</i>	.	+	+	+	.	.	.	.	.	+	.	.	6
<i>Polygarrum tetraphyllum</i>	.	.	.	+	+	.	.	1.3	+	+	.	.	2
<i>Hieracium pseudo-pilosella</i>	1.2	2.2	.	.	.	.	.	.	1.2	1.2	.	.	4
<i>Veronica maura</i>	.	1.1	2.2	1.3	2.1	.	.	.	.	.	.	.	4
<i>Linaria heterophylla</i>	+	.	1.1	+	1.1	.	.	.	.	.	.	.	4
<i>Pimpinella tragium</i>	.	.	.	+	.	.	+	.	.	+	+	.	4
<i>Sedum tenuifolium</i>	1.1	.	1.1	.	.	.	.	.	+	.	.	.	4
<i>Medicago suffruticosa</i>	.	.	1.1	1.2	2.2	.	.	.	.	.	.	1.2	4
<i>Arrhenatherum elatius</i>	.	1.3	+	.	1.3	.	.	.	.	.	.	.	3
<i>Pteris magnoli</i>	.	.	.	.	.	.	1.1	.	1.1	1.1	.	.	3
<i>Veronica rosea</i>	.	.	.	.	.	.	.	.	+	+	.	.	3
<i>Anthemis pedunculata</i>	1.3	+	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	2
<i>Arabis auriculata</i>	1.2	.	.	+	.	.	.	.	.	.	.	.	2
<i>Arabis pubescens</i>	.	1.1	.	.	.	.	.	.	.	.	+	.	2
<i>Ononis aragonensis</i>	.	.	.	.	.	+	.	+	.	.	.	.	2
<i>Galium mollugo</i>	.	.	.	.	.	.	.	2.1	+	.	.	.	2
<i>Helianthemum cinereum</i>	.	.	.	.	.	.	.	.	+	+	.	.	2
<i>Teucrium chamaedrys</i>	.	.	.	.	.	.	.	+	.	.	.	+	2

TABLEAU n° 1

Numéros des relevés :	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	
Surfaces :	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	
Exposition :	NE	E	NE	E	E	E	SE	W	N	N	NE	W	
Inclinaison :	15	15	20	25	30	25	20	25	30	50	30	25	
Recouvrement :	80	90	80	80	80	80	80	80	90	90	80	90	
Altitude x 10 :	210	203	200	208	210	200	190	180	150	165	150	160	
Substrat :	Gab	Ma	Ma	Gr	Ma	Ma	Ca	Ca	Ca	All	Ca	Ca	
Espèces caractéristiques et différentielles :													
<i>Quercus rotundifolia</i>	4.5	4.5	4.5	4.5	4.4	4.4	4.4	4.5	5.5	4.5	4.5	4.5	12
<i>Juniperus oxycedrus subsp. rufescens</i>	.	1.3	+	2.2	1.3	1.3	2.1	1.2	1.3	1.2	+	1.1	11
<i>Silene mellifera</i>	.	.	.	.	1.3	1.2	.	1.2	2.2	1.1	.	1.2	6
<i>Cephalanthera rubra</i>	+	1.2	+	.	.	+	.	.	.	.	+	+	5
<i>Helleborine latifolia</i>	+	+	.	.	.	.	.	.	+	.	+	.	4
<i>Astragalus mairei</i>	.	1.2	+	.	1.2	1.1	1.1	.	+	.	.	.	6
<i>Balansaea glaberrima</i>	.	.	.	.	.	.	.	.	.	1.1	2.2	1.2	3
<i>Scrofularia laevigata subsp. hispida</i>	.	.	.	.	.	.	.	.	.	+	1.2	+	3
<i>Piptatherum paradoxum</i>	.	.	.	.	.	.	.	.	.	2.1	.	1.1	2
<i>Scilla hispanica subsp. algeriensis</i>	.	.	.	.	.	.	.	.	.	2.1	.	1.2	2
Caractéristiques des QUERCETALIA (EA) ILICIS :													
<i>Festuca triflora</i>	.	.	2.2	1.2	.	.	+	.	+	.	1.3	1.2	6
<i>Rubia peregrina</i>	+	1.2	+	.	.	.	.	.	.	1.2	.	+	5
<i>Jasminum fruticosum</i>	.	+	.	.	.	1.2	.	1.1	.	1.2	.	1.1	5
<i>Ptilostemon dyris</i>	.	.	.	.	.	.	.	.	2.2	+	1.2	+	4
<i>Bupleurum montanum</i>	.	.	.	.	1.1	1.2	.	.	1.2	.	.	.	3
<i>Geranium purpureum</i>	.	.	.	.	.	1.2	.	.	.	1.1	.	+	3
<i>Moehringia pentandra</i>	.	.	.	.	.	.	+	1.3	.	.	1.1	.	3
<i>Colutea arborescens</i>	+	.	.	+	.	.	.	.	.	.	.	.	2
<i>Carex distachya</i>	.	.	.	.	.	.	.	.	.	1.2	+	.	2
<i>Asplenium onopteris</i>	.	.	.	.	.	.	.	.	.	1.1	.	+	2
<i>Buxus balearica</i>	.	.	.	.	.	.	.	.	.	3.4	.	+	2
<i>Lonicera etrusca</i>	+	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	1
<i>Daphne gnidium</i>	.	.	.	.	.	.	+	.	.	.	.	.	1
<i>Cistus laurifolius</i>	.	.	.	+	.	.	.	.	.	.	.	.	1
<i>Asparagus acutifolius</i>	.	.	.	.	.	.	.	.	.	1.1	.	.	1
<i>Fraxinus dimorpha</i>	.	.	.	.	.	.	.	.	.	1.2	.	.	1
<i>Viburnum tinus</i>	.	.	.	.	.	.	.	.	.	+	.	.	1
Espèces des QUERCETEA PUBESCENTIS :													
<i>Viola tenuifolia</i>	1.2	.	.	1.3	.	.	3.3	.	.	1.2	1.2	.	5
<i>Cedrus atlantica</i>	+	+	+	.	.	.	.	.	.	.	.	.	3
<i>Galium tunetanum</i>	.	.	+	.	.	1.2	.	.	2.1	.	.	.	3
<i>Poa nemoralis</i>	1.2	.	.	+	.	.	.	.	.	.	.	.	2
<i>Bunium atlanticum</i>	.	.	.	1.2	.	+	.	.	.	.	.	.	2
<i>Acer monspessulanum</i>	.	.	.	.	.	.	.	+	+	.	.	.	2
<i>Clinopodium vulgare</i>	.	.	.	.	.	.	.	.	.	+	+	.	2
<i>Agropyron marginatum</i>	.	.	1.2	.	.	.	.	.	.	.	.	.	1
Espèces des ONONIDO-ROSMARINETEA :													
<i>Galium mollugo</i>	1.1	.	.	.	1.3	.	.	.	1.3	.	.	1.2	4
<i>Helianthemum croceum</i>	.	.	.	+	.	+	.	.	.	+	.	.	3
<i>Scutellaria dematensis</i>	.	.	.	.	1.3	+	.	.	.	.	2.3	.	3
<i>Coronilla minima</i>	.	.	.	.	.	1.2	.	2.2	1.2	.	.	.	3
<i>Thymus zygis</i>	.	.	1.2	1.1	.	1.3	.	.	.	.	.	.	3
<i>Euphorbia nicaeensis</i>	.	+	.	1.1	.	.	.	.	.	.	.	.	2
<i>Ononis aragonensis</i>	.	.	.	+	.	.	.	.	.	.	.	.	2
<i>Asperula cynanchica</i>	.	.	.	.	.	.	.	1.1	1.2	.	.	.	2
<i>Genista pseudo-pilosa</i>	.	.	.	.	.	.	.	.	1.3	1.2	.	.	2
<i>Hedysarum humile</i>	.	.	.	.	1.3	.	.	.	.	.	.	.	1
Autres espèces :													
<i>Dactylis glomerata</i>	1.2	1.1	.	2.3	1.2	1.1	1.2	1.1	1.3	+	.	1.2	10
<i>Polycarpon polycarpoides</i>	1.2	+	.	+	.	+	+	.	+	+	+	1.2	10
<i>Galium aparinella</i>	1.1	.	.	2.3	.	.	1.1	1.2	+	1.1	1.2	2.1	8
<i>Astragalus schizopterus</i>	.	1.2	+	.	1.2	1.1	.	1.1	+	.	.	.	6
<i>Festuca rubra</i>	.	.	1.1	.	.	.	2.3	1.3	2.2	2.3	.	2.3	6
<i>Linaria heterophylla</i>	.	.	1.1	+	+	1.1	.	.	1.1	.	.	.	5
<i>Calamintha granatensis</i>	1.2	.	1.1	1.2	.	1.1	.	1.2	.	.	.	.	5
<i>Cynosurus elegans</i>	1.1	.	.	.	.	.	+	1.2	.	+	.	.	4
<i>Thlaspi perfoliatum</i>	.	.	+	.	.	.	1.2	.	+	1.2	.	.	4
<i>Petroselinum hortense</i>	.	.	1.1	1.2	.	1.2	.	+	.	.	.	.	4
<i>Verbascum granatense</i>	+	.	1.1	.	.	1.1	.	.	.	.	.	.	3
<i>Rosa micrantha</i>	.	1.2	.	.	.	+	.	+	.	.	.	.	3
<i>Erysimum bocconei</i>	.	.	.	.	.	.	1.2	.	.	.	1.2	1.3	3
<i>Bromus tectorum</i>	1.1	.	.	.	.	1.1	.	.	1.2	.	.	.	3
<i>Myosotis gracillima</i>	.	.	.	.	.	.	+	1.2	.	+	.	.	3
<i>Silene inflata</i>	.	.	.	.	.	.	1.1	.	1.3	1.1	.	.	3
<i>Astragalus incanus</i>	.	.	2.3	.	.	.	.	.	.	.	+	.	2
<i>Arabis parvula</i>	.	.	+	.	.	1.3	.	.	.	.	.	.	2
<i>Sedum forsterianum</i>	+	.	.	.	.	.	.	.	.	.	1.2	.	2
<i>Brachypodium pinnatum</i>	.	.	.	.	3.4	.	.	.	.	.	1.2	.	2
<i>Mantisalca salmantica</i>	.	.	.	.	.	1.2	.	.	.	+	.	.	2
<i>Legousia castellana</i>	.	.	.	.	.	.	.	+	.	.	.	.	2
<i>Cerastium dichotomum</i>	.	.	.	.	1.2	+	.	.	.	.	.	.	2

TABLEAU n° 2

Numéro des relevés :	1	2	3	4	5	6	7	8	
Surfaces :	100	100	100	100	100	100	100	100	
Exposition :	W	NW	SE	S	NE	N	NW	W	
Inclinaison :	40	40	35	40	45	40	60	55	
Recouvrement :	90	90	80	90	90	90	90	90	
Altitude x 10 :	118	120	128	130	147	150	140	145	
Substrat :	Do	Do	Do	Do	Do	Do	Ma	Ma	
Caractéristiques de l'association et des sous-associations :									
<i>Viburnum tinus</i>	1.2	1.2	1.3	2.1	3.3	2.1	.	+	7
<i>Sarcothamnus arboreus</i> subsp. <i>catalaunicus</i> ..	1.1	1.1	+	+	+	.	.	.	5
<i>Arbutus unedo</i>	.	+1	+	3.2	3.3	3.2	.	.	5
<i>Phillyrea media</i>	3.3	3.4	2.3	2.2	.	2.1	1.2	.	6
<i>Asparagus acutifolius</i>	+	1.1	.	1.1	+	+	.	+	6
<i>Pistacia lentiscus</i>	1.2	+1	1.2	+	.	.	.	.	4
<i>Aristolochia longa</i>	1.2	+	.	.	.	.	.	.	2
<i>Cytisus triflorus</i>	.	.	.	.	.	.	2.2	2.3	2
<i>Achillea ligustica</i>	.	.	.	.	.	.	1.2	1.2	2
Caractéristiques de l'alliance :									
<i>Eryngium tricuspdatum</i>	2.1	+	2.3	.	1.2	1.1	.	+	6
<i>Anarrhinum pedatum</i>	+	+	+	.	.	.	1.1	+	5
<i>Festuca triflora</i>	1.2	.	.	.	.	1.1	1.2	1.2	4
<i>Psilostemon dyrricola</i>	.	.	.	2.3	.	+	1.2	2.1	4
<i>Bupleurum montanum</i>	.	.	.	.	1.1	1.3	1.2	.	3
<i>Balanacea glaberrima</i>	.	.	.	.	.	.	1.2	.	1
<i>Festuca coerulea</i>	.	.	.	.	.	.	.	1.2	1
Caractéristiques de l'ordre :									
<i>Quercus rotundifolia</i>	5.5	4.4	3.4	3.4	4.5	3.3	4.5	4.4	8
<i>Carex distachya</i>	1.2	+	2.3	.	1.2	1.1	.	+	6
<i>Quercus canariensis</i>	.	+	.	.	.	.	+	+	3
<i>Ruscus aculeatus</i>	+	.	.	.	.	.	+	.	2
<i>Bupleurum rigidum</i>	+	.	+	.	.	.	.	.	2
<i>Moehringia pentandra</i>	.	.	.	.	.	.	.	+	1
Caractéristiques de la classe :									
<i>Smilax aspera</i>	2.3	2.1	2.3	3.3	1.3	2.1	+	1.1	8
<i>Juniperus oxycedrus</i>	1.2	2.2	1.2	+	.	1.1	+	1.2	7
<i>Lonicera implexa</i>	2.3	+	1.2	2.2	2.1	2.1	+	.	7
<i>Rubia perigrina</i>	2.2	1.1	1.2	2.1	1.2	1.1	1.2	.	7
<i>Daphne gnidium</i>	2.2	.	1.2	+	1.2	1.1	1.2	.	6
<i>Jasminum fruticosum</i>	1.2	2.1	1.2	1.3	.	.	.	.	4
<i>Tetralix articulata</i>	+	+1	2.3	1.2	.	.	.	.	4
<i>Geranium purpureum</i>	.	1.1	.	.	.	.	+	1.1	3
<i>Phillyrea angustifolia</i>	2.3	.	1.2	.	.	.	.	.	2
<i>Lonicera etrusca</i>	.	1.2	.	.	.	.	.	+	2
<i>Chamaerops humilis</i>	.	+	.	.	+	.	.	.	2
<i>Olea europea</i> subsp. <i>silvestris</i>	+	+	.	.	.	.	.	.	2
<i>Rosa sempervirens</i>	+	.	+	.	.	.	.	.	2
<i>Euphorbia characias</i>	1.2	.	+	.	.	.	.	.	2
<i>Coronilla viminalis</i>	.	.	.	+	.	1.1	.	.	2
<i>Clematis cirrhosa</i>	.	+	.	.	.	.	.	.	1
<i>Rhamnus oleoides</i>	.	.	.	+	.	.	.	.	1
<i>Osyris alba</i>	.	.	.	.	1.2	.	.	.	1
Caractéristiques des QUERCETEA PUBESCENTIS :									
<i>Tamus communis</i>	+	.	.	+	.	.	+	+	4
<i>Silene mellifera</i>	.	.	.	.	1.2	.	.	1.2	2
<i>Hypericum montanum</i>	.	.	.	+	.	.	+	.	2
<i>Galium tinetianum</i>	.	.	.	.	.	+	.	1.1	2
<i>Cephalanthera rubra</i>	.	.	.	.	.	.	+	+	2
<i>Cynoglossum laciniata</i>	.	.	.	.	+	.	.	.	1
<i>Geum urbanum</i>	.	.	.	.	+	.	.	.	1
<i>Lonicera arborea</i>	.	.	.	.	+	.	.	.	1
<i>Piptatherum paradoxum</i>	.	.	.	.	.	.	+	.	1
<i>Clinopodium vulgare</i>	.	.	.	.	.	.	.	2.2	1
Caractéristiques des ONONIDO-ROSMARINETEA :									
<i>Cistus villosus</i>	+	2.1	2.2	+	1.1	+	+	+	8
<i>Aphyllantes monspelliensis</i>	+	+	+	.	+	1.1	.	.	5
<i>Cistus salvifolius</i>	2.3	1.2	.	1.1	.	.	.	.	3
<i>Asperula cynanchica</i>	.	+	.	.	+	1.1	.	.	3
<i>Adenocarpus anagyriifolius</i>	.	.	.	+	.	+	.	.	3
<i>Stachytarax dubia</i>	.	1.2	.	+	.	.	.	.	2
<i>Astragalus lusitanicus</i>	.	.	1.2	2.1	.	.	.	.	2
<i>Aristella bromoides</i>	.	+	.	.	.	.	.	1.1	2
<i>Anthyllis polycephala</i>	.	.	.	.	1.2	+	.	.	2
<i>Thymus</i> sp.	.	.	1.2	.	.	.	.	.	1
<i>Globularia alypum</i>	.	.	.	+	.	.	.	.	1
<i>Phagnalon rupestre</i>	.	.	.	+	.	.	.	.	1
<i>Coronilla glauca</i>	.	.	.	.	1.2	.	.	.	1
<i>Coronilla minima</i>	.	.	.	.	.	1.1	.	.	1
<i>Catananche coerulea</i>	.	.	.	.	.	.	+	.	1
<i>Delphinium balansae</i>	.	.	.	.	.	.	.	.	1
<i>Hippocrepis scabra</i>	.	.	.	.	.	1.1	.	.	1
<i>Helianthemum</i> sp.	.	.	.	.	.	+	.	.	1
Autres espèces :									
<i>Erigeron annuus</i>	+	.	.	.	+	.	.	+	3
<i>Aphodius cerasifer</i>	.	+	.	.	.	1.1	.	+	3
<i>Carex halleriana</i>	.	1.2	+	2.2	.	.	.	.	3
<i>Satureja pinnatifida</i>	.	+	.	.	1.1	+	.	.	3
<i>Campanula elegans</i>	1.1	.	.	.	.	.	.	+	2
<i>Elaeoselinum meoides</i>	.	.	.	.	1.1	+	.	.	2
<i>Ononis pubescens</i>	.	.	.	.	.	.	+	1.1	2
<i>Ononis natrix</i>	.	.	.	.	.	.	1.2	2.1	2

TABLEAU n° 3

Número des relevés :	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
Surfaces :	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100
Exposition :	S	SW	W	NW	N	W	SW	N	NE	W	NW	NW
Inclinaison :	30	25	40	35	25	15	25	40	35	10	15	20
Recouvrement :	60	60	70	70	80	80	70	70	80	70	75	80
Altitude x 10 :	125	130	130	134	135	135	140	141	145	165	160	165
Substrat :	Ma	Ma	Ma	Ma	Ma	Gs	Gs	Ma	Ma	Ma	Ma	Ma
Espèces caractéristiques :												
<i>Pinus halepensis</i>	3.3	2.3	3.4	1.2	4.2	4.4	2.3	3.4	4.4	4.4	4.4	3.4
<i>Leusea conifera</i>	.	.	1.2	1.3	+	+	.	.	+	.	+	+
<i>Astragalus incanus</i>	.	.	1.2	+	.	.	.	1.2	+	.	.	+
<i>Onobrychis saxatilis</i> var. <i>atlantica</i>	.	.	+	1.2	.	.	.	1.3	2.3	.	.	.
<i>Hedysarum humile</i> var. <i>brivesii</i>	.	.	.	.	.	+	1.1	.	.	1.1	1.2	.
Caractéristiques du JUNIPERO OXYCEDRI-RHAMNION ATLANTICAE :												
<i>Juniperus oxycedrus</i> subsp. <i>rufescens</i>	+	.	.	1.3	1.1	1.2	1.1	1.2	+	2.3	1.1	1.2
<i>Juniperus phoenicea</i>	+	+	.	.	+	+	3.3	.	.	1.1	+	1.2
<i>Rhamnus oleoides</i> subsp. <i>atlantica</i>	+	.	.	.	.	+	.	.	.	.	.	1.2
<i>Chamaerops humilis</i> var. <i>argentea</i>	.	.	.	.	.	1.3	.	.	.	+	.	+
<i>Cistus laurifolius</i>	.	.	.	.	.	+	.	.	.	+	.	.
Caractéristiques des PISTACIO-RHAMNETALIA et des QUERCETEA ILICIS :												
<i>Quercus rotundifolia</i>	1.3	.	3.4	.	2.1	1.3	1.1	2.3	2.3	1.3	2.2	1.2
<i>Phillyrea media</i>	1.3	1.2	.	1.2	+	1.2	2.1	.	.	+	1.2	1.2
<i>Pistacia lentiscus</i>	3.3	4.3	.	1.3	4.4	1.3	3.2	.	.	.	.	.
<i>Arbutus unedo</i>	.	.	.	.	.	1.3	.	+	1.1	.	1.2	+
<i>Rubia peregrina</i>	.	1.2	.	.	1.1	+	.	.	.	.	.	.
<i>Buxus balearica</i>	.	+	.	+	.	1.3	1.3	.	.	.	.	.
<i>Bupleurum rigidum</i>	.	.	.	.	.	.	.	1.2	+	.	.	1.3
<i>Asparagus acutifolius</i>	1.2	1.2	.	.	+	.	.	.	.	.	.	.
<i>Piptatherum coerulescens</i>	1.2	1.1	.	.	.	.	1.1	.	.	.	.	.
<i>Clematis flammula</i>	.	.	+	.	.	.	+	.	.	.	.	.
<i>Anarrhinum pedatum</i>	.	.	.	.	.	.	.	.	.	1.2	1.1	.
<i>Asparagus acutifolius</i>	1.2	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
<i>Jasminum fruticosum</i>	.	.	.	1.3	.	.	.	.	.	.	.	.
<i>Colutea arboreascens</i>	.	.	.	1.1	.	.	.	.	.	.	.	.
<i>Pistacia terebinthus</i>	.	.	.	1.3	.	.	.	.	.	.	.	.
<i>Fraxinus dimorpha</i>	.	.	.	+	.	.	.	.	.	.	.	.
Caractéristiques des ONONIDO ROSMARINETEA :												
<i>Cistus villosus</i>	2.2	.	1.2	.	+	1.2	4.4	4.4	3.3	2.3	2.2	1.2
<i>Thymus satureioides</i>	3.3	2.3	.	.	2.1	4.4	.	2.3	1.2	1.3	2.2	.
<i>Ebenus pinnata</i>	+	2.1	.	.	1.1	+	1.1	.	.	.	.	.
<i>Fumana thymifolia</i>	.	1.2	.	.	2.1	1.2	.	.	1.2	.	.	+
<i>Fumana spachii</i>	+	+	.	.	.	1.2	+	.	.	.	.	.
<i>Globularia alypum</i>	.	+	1.2	.	+	.	.	.	.	1.2	.	.
<i>Lotus maroccanus</i>	1.2	.	.	.	1.1	1.2	2.2	.	.	.	.	.
<i>Coronilla minima</i>	.	.	.	.	.	1.2	.	1.2	1.1	.	2.1	.
<i>Cistus salvifolius</i>	.	.	.	1.3	.	1.1	.	.	.	.	.	+
<i>Euphorbia nicaensis</i>	+	.	1.2	.	.	.	.	.	.	.	.	+
<i>Phagnalon saxatile</i>	1.2	1.1	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
<i>Polycnemum fontanesii</i>	+	1.1	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
<i>Teucrium fruticosum</i>	+	+	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
<i>Teucrium chamaedrys</i>	.	.	1.1	1.1	.	.	.	.	.	.	.	.
<i>Cytisus balansae</i>	.	.	.	.	.	.	.	2.3	2.1	.	.	.
<i>Thymus pallidus</i>	.	.	.	.	.	.	.	1.3	.	.	1.3	.
<i>Scutellaria orientalis</i>	.	.	.	.	.	.	.	.	+	+	.	.
<i>Helianthemum virgatum</i>	.	+	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
<i>Argyrolobium linneanum</i>	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	+
<i>Stachys dubia</i>	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	1.3	.
Autres espèces :												
<i>Dactylis glomerata</i>	+	.	1.3	.	.	1.1	1.1	+	.	1.2	1.1	.
<i>Carex halleriana</i>	.	.	1.2	1.2	.	.	.	.	.	1.2	1.1	1.3
<i>Carlina macrophylla</i>	.	.	1.2	.	1.1	+	.	1.2	.	.	.	.
<i>Cynosurus elegans</i>	.	.	1.1	1.2	.	.	.	.	.	.	+	1.2
<i>Globularia nainii</i>	.	+	+	1.3	+	.	.	.	.	.	.	.
<i>Alyssum granatense</i>	.	.	+	.	.	1.1	+	.	+	.	.	.
<i>Ruta chalepensis</i>	.	.	.	1.2	1.2	.	+	.	.	.	.	.
<i>Brachypodium distachyum</i>	.	.	.	.	1.1	.	+	.	.	.	+	.
<i>Poterium magnolii</i>	.	+	1.1	.	.	.	.	.	.	.	.	.
<i>Paronychia kapela</i>	.	.	1.1	.	+	.	.	.	.	.	.	.
<i>Stipa parviflora</i>	.	.	+	.	.	.	+	.	.	.	.	.
<i>Anthyllis tetraphylla</i>	.	.	.	.	1.2	.	.	.	.	.	1.1	.
<i>Ononis pusilla</i>	.	.	.	.	+	.	.	.	.	.	+	.
<i>Atractylis cancellata</i>	.	.	.	.	+	.	+	.	.	.	.	.
<i>Micropus bombycinus</i>	.	.	.	.	+	.	.	.	1.1	.	.	.

TABLEAU n° 4

La végétation des hauts sommets de l'Ilgaz Dağ.

Y. AKMAN*
P. QUEZEL**
E. YURDAKULOL*
O. KETENOGLU*
M. DEMIRORS*

RESUME - La végétation orophile des zones asylvatiques de l'Ilgaz dağ est analysée pour la première fois. A ce niveau les auteurs ont distingués les unités phytosociologiques nouvelles suivantes : l'ordre des *Hyperico-Thymetalia skorpilii*, les alliances *Sileno-Astragalion densiflorae* et *Pedicularo-Asterion alpinii*. Cinq associations se rattachant à ces unités sont décrites. Par leur composition floristique elles sont très différentes des formations homologues du Taurus et aussi de l'Ulu dağ.

SUMMARY - The orophilous vegetation of the asylvatic zone of Ilgaz mountains was analysed for the first time by the authors. Among these orophilous vegetation, the authors distinguished the following new phytosociological units :
- *Hyperico-Thymetalia skorpilii* order,
- *Sileno-Astragalion densiflorae* and *Pedicularo-Asterion alpinii* alliances.
Five new associations belonged to these units were described. Their floristic affinities are quite different from the Taurus and Uludag formations.

MOTS CLES : Végétation - Chaîne pontique - Ilgaz dag - Biogéographie.

INTRODUCTION

Au cours des années 1981-1982, nous avons eu l'occasion d'effectuer une étude phytosociologique grâce au projet n° 523 du Centre National de la Recherche Scientifique Turque, sur les montagnes d'Ilgaz dans la région de Kastamonu au nord d'Ankara. Ces recherches étaient essentiellement consacrées à l'étude de la végétation sylvatique et asylvatique de la chaîne d'Ilgaz.

A l'heure actuelle, en dehors des travaux de P. QUEZEL, effectués sur le Taurus et l'Uludag, les recherches sur la végétation orophile en zone prépontique sont pratiquement inexistantes.

APERÇU GEOGRAPHIQUE, GEOLOGIQUE ET CLIMATOLOGIQUE

Le massif d'Ilgaz est bien connu en raison de son altitude relativement élevée en région prépontique. Située près de Kastamonu, cette chaîne s'étend sur une longueur de 80 à 90 km. Elle est formée par une série de chaînons orientés grossièrement Ouest-Est. Ce massif présente deux sommets principaux : le petit Hacet qui atteint une altitude de 2527 m et le grand Hacet qui culmine à 2587 m. Ce massif est totalement couvert de forêts de conifères et en particulier de très belles forêts de sapins de bornmueller jusqu'à 1900-2000 m. A partir de 2000 m les landes et les prairies remplacent la forêt. Les landes à *Juniperus communis* subsp. *nana* se développent jusqu'à 2200-2300 m. A partir de 2300 m environ, *Thymus praecox* subsp. *skorpilii* et *Hypericum linarioides* forment des pelouses qui atteignent le sommet. Du point de vue géologique, à partir de 1900 et 200 m se développe une callotte de calcaire compact qui constitue les plus hauts sommets de la chaîne.

De très belles forêts de sapins de bornmueller se développent sur les revers septentrionaux du massif entre 1200-1900 et 2000 m. Les versants sud, plus ou moins dégradés montrent encore

*University of Ankara, Science Faculty, Biology department, TURKEY.

**Faculté des Sciences et Techniques de Saint-Jérôme, Botanique et Ecologie méditerranéenne, Marseille, FRANCE.

quelques peuplements de belle venue à *Pinus nigra* subsp. *pallasiana* et à *Pinus sylvestris*.

Le climat de la zone culminale du massif est difficile à préciser en raison du manque des stations météo logiques à l'étage montagnard. Il faut toutefois souligner que la chaîne d'Ilgaz se situe dans une zone de transition. Le revers méridional est caractérisé par un climat méditerranéen de type semi-aride et subhumide très froid ; le revers septentrional au contraire est placé sous climat océanique et ne possède pratiquement pas de saison sèche.

D'après les calculs approximatifs d'extrapolation, les précipitations annuelles sont de 900 mm vers 1500 m d'altitude et 1150 mm vers 2000 m en versant sud. En versant septentrional au contraire, les précipitations annuelles atteindraient 1023 mm vers 1500 m et 1293 mm vers 2000 m. Le revers septentrional de ce massif est donc nettement plus arrosé que le revers méridional.

Du point de vue thermique et sans entrer dans le détail, les températures moyennes du mois le plus froid se situent aux environs de - 6,4 °C vers 1500 m et - 11 °C vers 2000 m. La température moyenne du mois le plus chaud est 16,6 °C vers 1500 m.

Les valeurs de la moyenne des minima absolus du mois le plus froid, sont de - 10,6 °C vers 1000 m et - 15,3 °C vers 1500 m, et ceci sur les deux versants. Quant aux moyennes des maxima absolus du mois le plus chaud, pour les mêmes altitudes, elles se situent aux environs de 21 °C et de 23 °C. L'enneigement est très important sur tous les massifs ; il persiste 7 mois environ.

INTERPRETATION GENERALE DES STRUCTURES PHYTOSOCIOLOGIQUES

Dans ce travail nous avons essayé de proposer une interprétation de l'ensemble des groupements de la zone asylvatique culminale, qui s'étend approximativement entre 1900 et 2000 m et les sommets.

Les groupements définis ici sont tous nouveaux et semblent tout à fait bien caractérisés. Nous avons créé un ordre et deux alliances nouvelles ont été définies ; bien sûr leur valeur géographique reste encore à préciser.

La végétation des hauts sommets calcaires de l'Ilgaz dag peut encore se rattacher dans son ensemble aux *Astragalo-Brometea*.

Les structures sont toutefois beaucoup plus simples que sur le Taurus et un seul ordre paraît exister. En raison de l'isolement de la chaîne et de sa surface relativement faible, les *Drabo-Androsacetalia* ne paraissent pas s'individualiser bien que quelques représentants existent encore ; ils deviennent alors par transgression caractéristique des *Astragalo-Brometea*. Il n'en est par contre pas de même sur l'Ulu dag (QUEZEL et PAMUKCUOGLU, 1970) où ces deux ordres sont bien représentés, pas plus que sur le Taurus où les pelouses écorchées sur calcaire appartiennent encore aux *Astragalo-Brometalia*.

En effet, sur l'Ilgaz dag, essentiellement pour les raisons évoquées plus haut, il est possible de définir un ordre particulier dont la valeur biogéographique reste à définir : l'ordre des *Hyperico-Thymetalia skorpilii*. Toutefois il est sans doute présent depuis la région de Bursa jusqu'en Anatolie orientale. Il paraît très largement préférentiel voire exclusif des substrats calcaires.

Deux alliances peuvent être distinguées : le *Sileno-Astragalion densifolii* qui paraît plus lié aux versants nord et également à des sols profonds et le *Pedicularo-Asterion alpinii* plus xérique.

Le choix des caractéristiques n'est pas toujours aisé et beaucoup sont transgressives d'unités supérieures, qui sur l'Ilgaz dag, offrent des exigences écologiques bien précises.

LA CLASSE DES *ASTRAGALO-BROMETEA*

Cette classe créée par P. QUEZEL (1973) s'étend sur tout le Taurus, les montagnes égéennes et le plateau anatolien. Elle englobe en fait toutes les zones montagneuses de l'Anatolie et sa limite orientale n'est pas encore nettement définie ; elle est toutefois encore présentée dans une bonne partie de l'Anatolie orientale. Les espèces caractéristiques sont essentiellement oroméditerranéennes : les suivantes permettent pour l'instant de caractériser cette classe :

Bromus tomentellus
Anthyllis vulneraria ssp. *variegata*
Koeleria cristata
Daphne oleoides

Leontodon asperimus
Scutellaria orientalis
Draba bruniifolia
Asyneuma virgatum

Senecio pseudo-orientalis
Helianthemum nummularium
Androsace villosa
Poa alpina ssp. *fallax*
Helichrysum plicatum
Globularia trichosantha
Astragalus (plur. sp.)
Campanula stricta
Veronica multifida
Sideritis libanotica
Centaurea triumfettii var. *cana*
Scorzonera jacquiniana
Linum tenuifolium
Acantholimon echinus
Ononis adenotricha subsp. *adenotricha*
Helianthemum canum

Teucrium chamaedrys
Minuartia anatolica
Hypericum origanifolium
Cruciata coronata
Ziziphora clinopodioides
Papaver apokrinomenon
Teucrium polium
Iberis taurica
Melica ciliata
Onobrychis cornuta
Phlomis armeniaca
Silene spargulifolia
Minuartia juniperina
Astragalus angustifolius
Euphorbia myrsinites
Anthemis montana

L'ORDRE DES HYPERICO-THYMETALIA SKORPILII ord. nov.

Cet ordre s'étend dans la partie occidentale de la région prépontique et englobe également les plus hauts sommets de la région du Bolu (Abant, Aladag, et Caltepe), c'est-à-dire en fait tout le nord-ouest de l'Anatolia. Parmi les caractéristiques nous citerons :

Thymus praecox subsp. *skorpilii*
Hypericum linarioides
Veronica gentianoides
Campanula olympica
Potentilla crantzii var. *crantzii*
Bupleurum falcatum subsp. *persicum*
Pilosella hoppeana subsp. *troica*
Bunium microcarpum subsp. *bourgaei*

Scabiosa columbaria subsp. *pahlagonica*
Asperula capitellata
Allium olympicum
Dianthus balansae
Anthemis melanoloma subsp. *melanoloma*
Sesleria pontica
Pilosella macrotricha
Stachys germanica subsp. *bithynica*
Scorzonera pygmaea subsp. *nutans*

Au sein de cet ordre deux alliances peuvent être distinguées : le *Sileno-Astragalion densifolii*, le *Pedicularo-Asterion alpini*.

LE SILENO-ASTRAGALION DENSIFOLII all. nov.

Cette alliance paraît plus liée aux versants nord de la chaîne de l'Ilgaz, sur des sols assez profonds et peu érodés. Son extension altitudinale n'est pas très grande : de 1850 à 2200 m. Les caractéristiques sont nombreuses ; citons :

Silene olympica
Astragalus densifolius
Onobrychis montana subsp. *cadmea*
Anthemis tinctoria subsp. *pallida*
Ranunculus dissectus subsp. *sibthorpii*

Erysimum pulchellum
Stachys cretica
Muscari aucheri
Minuartia hirsuta subsp. *falcata*
Nepeta nuda subsp. *albiflora*

LE PEDICULARO-ASTERION ALPINI all. nov.

Elle remplace l'alliance précédente dans différentes situations altitudinales et édaphiques. Elle colonise en effet les sols peu épais et plus ou moins érodés, et est donc plus xérophile que l'alliance précédente. Du point de vue altitudinal, elle atteint les sommets de l'Ilgaz jusqu'à 2500 m. Les espèces suivantes caractérisent cette alliance :

Pedicularis comosa subsp. *sibthorpii*
Aster alpinus
Galium album subsp. *prusense*
Jasione supina subsp. *pontica*

Gentiana verna subsp. *balcanica*
Gentiana septemfida
Myosotis alpestris

ASSOCIATION DE LANDE SUBALPINE : DAPHNO OLEOIDIS-JUNIPERETUM NANAE nov. ass. (tableau n° 1)

Les landes subalpines calcicoles occupent la majeure partie de la zone culminale sylvestrique de la chaîne de l'Ilgaz entre 1900-2000 m et 2300 m. Ces landes constituent un paysage végétal très uniforme et floristiquement peu varié comme d'ailleurs sur d'autres sommets d'Anatolie nord-occi-

dentale : Isik dag, Uludag, etc .. Nous n'avons pu y déceler qu'une seule association végétale, l'association à *Juniperus nana* et *Daphne oleoides* qui contient diverses espèces des *Astragalo-Brometea* et est en fait bien voisine du groupement déjà défini sur l'Uludag par QUEZEL et PAMUKCUOGLU (1970).

Sur l'Ilgaz dag, ces landes subalpines constituent une série de végétation climacique située au-dessus de la limite supérieure des forêts d'*Abies bornmuelleriana*.

L'association à *Daphne oleoides* et *Juniperus nana* peut être caractérisée par de nombreuses espèces ; citons par exemple : *Daphne oleoides*, *Daphne pontica*, *Epilobium angustifolium*, *Calamagrostis arundinacea*, *Rosa foetida*, *Milium effusum*, *Geranium asphodeloides*, *Vaccinium myrtillus*, *Knautia involucrata*.

Du point de vue écologique, cette association se développe généralement sur des substrats calcaires et très peu sur sulice (serpentine) en exposition N et NW. Le sol moyennement profond (10 ou 15 cm), plus ou moins drainé est de couleur brunâtre. L'humidité édaphique paraît élevée. La litière est peu épaisse. L'enneigement doit persister au moins 6 mois.

Du point de vue altitudinal, la quasi totalité de ces formations se situent entre 1800-1900 et 2200-2300 m. Il s'agit d'une lande basse de 30-50 cm de hauteur où dominent *Juniperus nana*, *Daphne oleoides*, *Daphne pontica*, *Calamagrostis arundinacea* et localement *Vaccinium myrtillus*. Le recouvrement de la végétation est élevé, 90 à 100 % en moyenne. L'inclinaison est faible ou moyenne (5 et 15 %) rarement très forte. Les arbres paraissent exclus de l'association.

Sur le plan phytosociologique, le groupement de landes subalpines de l'Ilgaz dag paraît pouvoir être rattaché à l'ordre des *Hyperico-Thymetalia skorpilii* par la présence dans ce groupement d'un nombre non négligeable d'espèces caractéristiques de cet ordre mais aussi la classe *Astragalo-Brometea*. Les caractéristiques des alliances définies ci-dessus sont peu représentées et une interprétation phytosociologique définitive ne pourra être donnée que lorsque nous aurons une bonne connaissance de ce type de formation en Anatolie septentrionale.

SEMPERVIVO ARMENI - FESTUCETUM VARIAE nov. ass. (tableau n° 2)

Cette association ne s'observe qu'au dessus de 2200 m. Elle atteint 2300 m, sur les versants nord et 2500 m sur les versants sud de l'Ilgaz dag. Elle se localise donc surtout à l'horizon supérieur de cette chaîne.

L'association à *Sempervivum armenus* et *Festuca varia* est relativement peu répandue sur cette chaîne.

Du point de vue des unités supérieures elle se rapporte sans problème aux *Hyperico-Thymetalia skorpilii* comme le souligne l'abondance de *Thymus praecox* subsp. *skorpilii*, *Hypericum linarioides*, *Anthemis melanoloma* subsp. *melanoloma*, *Campanula olympica*, *Dianthus balansae*, *Veronica gentianoides*, *Stachys germanica* subsp. *bithynica*, *Scabiosa columbaria* subsp. *paphlagonica* en particulier.

Du point de vue de l'alliance, elle se rattache, encore sans problème, au *Pedicularo-Asterion alpini* ; au contraire, les caractéristiques de l'alliance *Sileno-Astragalion densifolii* sont très peu représentées, de même d'ailleurs que celles de la classe *Astragalo-Brometea*.

Plusieurs espèces peuvent caractériser l'association, ce sont en particulier : *Festuca varia*, *Festuca heterophylla*, *Centaurea depressa*, *Sempervivum armenum*, *Gentiana cruciata*, *Euphrasia pectinata*.

Du point de vue écologique, cette association se développe sur sols peu ou moyennement profonds et plus ou moins drainés ; l'enneigement dure au moins 5 à 6 mois.

SESELO RESINOSI - ONOBRYCHIDETUM CORNUTAE nov. ass. (tableau n° 3)

Cette association est étroitement localisée sur le versant sud du grand Hacet de l'Ilgaz dag. Elle constitue une sorte de pelouse écorchée pratiquement fermée où le recouvrement d'*Onobrychis cornuta* atteint 90 à 100 %. Cette espèce occupe d'assez vastes surfaces sur le Taurus et sa présence dans la région prépontique en peuplements denses mérite d'être soulignée.

Les caractéristiques de l'association sont très peu nombreuses, en raison du recouvrement considérable de l'*Onobrychis* ; nous pouvons citer toutefois deux espèces caractéristiques : *Seseli resinosum* et *Helictotrichon pratense*.

Du point de vue floristique, cette association contient de nombreuses caractéristiques du *Pedicularo-Asterion alpini* et des *Hyperico-Thymetalia skorpilii* ; elle peut se rattacher sans problème à ces unités, ainsi qu'à la classe des *Astragalo-Brometea*.

L'association à *Seseli resinosum* et *Onobrychis cornuta* caractérise en général une ambiance plus thermophile et des substrats moins profonds et moins humides que les autres groupements décrits ici. C'est pour cette raison qu'elle s'installe essentiellement sur les revers méridionaux du grand Ilgaz.

Du point de vue altitudinal cette association se situe entre 2200 et 2450 m.

CAMPANULO STEVENII - DRABETUM BRUNIIFOLIAE nov. ass. (tableau n° 4)

Cette association est cantonnée entre les altitudes de 1800 et 2000 m, aux environs du relais de télévision, c'est-à-dire dans la zone inférieure de l'étage culminant. Elle est donc nettement moins alticole que les associations précédentes. Elle se trouve surtout sur les versants est.

L'association à *Campanula stevenii* et *Draba bruniifolia* peut être caractérisée par de nombreuses espèces ; citons : *Draba bruniifolia*, *Campanula stevenii* subsp. *beauverdiana*, *Saxifraga exarata* subsp. *adenophora*, *Pimpinella tragium* subsp. *lithophylla*, *Stachys iberica*, *Marrubium astracanicum*, *Tripleurospermum oreades* subsp. *oreades*, *Sideritis galatica*, *Marrubium globosum* subsp. *globosum*.

Du point de vue des unités supérieures, elle se rapporte sans problème aux *Hyperico-Thymetalia skorpilii* et aux *Astragalo-Brometea*, et du point de vue de l'alliance, elle se rattache au *Sileno-Astragalion densifolii* car elle possède un très riche cortège d'espèces caractéristiques de cette alliance.

Du point de vue écologique, cette association se développe sur des rendzines initiales peu profondes, sur substrat calcaire.

Le groupement à *Campanula stevenii* et *Draba bruniifolia* est très remarquable par les espèces qui le constituent, mais également par le charme coloré des végétaux qui s'y épanouissent. Au début de juillet, lors de notre passage, en 1981, c'était un véritable jardin subalpin qui s'offrait à nos yeux. De nombreux hémicryptophytes et chaméphytes prostrés ou en touffe dense, et aux fleurs éclatantes en constituent en effet le noyau caractéristique.

ANTHERISCO KOTSCHYII - MINUARTIETUM ERYTHROSEPALAE nov. ass. (tableau n° 5)

Cette association occupe d'assez vastes surfaces à partir de 2300 m et jusqu'à 2560 m. C'est ainsi qu'elle s'élève jusque sur les plus hauts sommets de grand et petit Hacet. Elle est certainement spéciale aux hautes crêtes de l'Ilgaz dag.

L'inclinaison du substrat est en général très forte et oscille entre 30 et 60 %. Le cortège floristique est essentiellement constitué par les caractéristiques des unités supérieures et constitue comme l'association précédente un magnifique paysage par la floraison éclatante et colorée de ses espèces au début de juillet.

L'association à *Antheriscus kotschyi* et *Minuartia erythrosepala* colonise les roches calcaires ensoleillées situées à peu près à toutes les expositions. Le recouvrement est relativement élevé (60-80 %) et le cortège floristique y est riche. Les hémicryptophytes et les chaméphytes sont dominantes.

Parmi les caractéristiques de l'association, il convient de citer *Minuartia erythrosepala* var. *erythrosepala* toujours très abondant, *Antheriscus kotschyi*, *Crepis armena*, *Silene caryophyllioides* subsp. *echinus*, *Aethionema oppositifolium*.

Les caractéristiques des unités supérieures sont encore largement représentées et permettent de rattacher sans conteste ce groupement au *Pedicularo-Asterion alpini* et aux *Hyperico-Thymetalia skorpilii*. La présence dans nos relevés d'un nombre important, voire de plusieurs caractéristiques des *Astragalo-Brometea*, permet de rapporter à cette classe l'ensemble des unités qui viennent d'être définies.

A partir de 2300 m sur les massifs de l'Ilgaz, ce groupement cède la place de l'association à *Campanula stevenii* et *Draba bruniifolia*.

CONCLUSION

L'étude de la végétation des hauts sommets calcaires de l'Ilgaz dag pose donc encore beaucoup de problèmes, car sur le plan phytosociologique il conviendra de préciser l'aire de répartition exacte des unités définies ici, surtout lorsque nous disposerons de documents suffisants sur l'ensemble de la végétation orophile de l'Anatolie nord et nord-occidentale. Toutefois, diverses conclusions peuvent être établies.

- Bien que les données météorologiques et climatiques soient extrêmement fragmentaires, il est possible de souligner toutefois d'importantes différences dans les précipitations ; sur les revers méridionaux à partir de l'étage forestier les moyennes sont comprises entre 1000 et 1200 mm, alors que sur les revers septentrionaux ces valeurs oscillent entre 1300 et 1400 mm.

- D'après l'analyse de nos relevés nous avons pu créer un ordre et deux alliances nouvelles :

* l'ordre *Hyperico-Thymetalia skorpilii* présent probablement depuis la région de Bursa et dans toute la zone prépontique ;

* l'alliance *Sileno-Astragalion densifolii* qui paraît liée aux versants est et nord-ouest et s'installe sur des sols plus profonds et à des altitudes plus faibles que l'alliance suivante ;

* l'alliance *Pedicularo-Asterion alpini* paraît au contraire plus xérique et plus alticole.

- La végétation des sollets calcaires de l'Ilgaz dag peut encore se rattacher dans son ensemble aux *Astragalo-Brometea*. Les structures sont toutefois beaucoup plus simples que sur le Taurus.

- En raison de l'isolement de la chaîne et de sa surface relativement faible, les *Drabo-Androsacetalia* ne paraissent pas s'individualiser, bien que quelques représentants existent encore ; ils deviennent alors par transgression caractéristiques des *Astragalo-Brometea*.

- Il n'en est pas de même sur l'Uludag (QUEZEL et PAMUKCUOGLU, 1970) où cet ordre est bien représenté et où, comme sur le Taurus, les pelouses écorchées sur calcaire appartiennent encore aux *Astragalo-Brometalia*.

BIBLIOGRAPHIE

- QUEZEL P. et PAMUKCUOGLU A. (1970). Végétation des hautes montagnes d'Anatolie nordoccidentale. *Israel Journal of Botany*, vol. 19.
- AKMAN Y. et DAGET Ph. (1971). Quelques aspects synoptiques des climats de la Turquie. *Bull. de la Soc. Lang. Géog.* tome 5, fasc. 3.
- QUEZEL P. (1973). Contribution à l'étude phytosociologique du massif du Taurus. *Phytocoenologia* 1 (2), 131-222.
- ZOHARY M. (1973). Geobotanical foundation of the Middle East. *Geobotanica selecta III*. Gustav. Fischer Verlag, Stuttgart, 739 p.
- BARBERO M. et QUEZEL P. (1975). Les pelouses écorchées des montagnes circum-méditerranéennes. *Phytocoenologia* 1 (4).
- AKMAN Y. (1976). Etude phytosociologique du massif d'Isik. *Comm. de la Fac. Sci. Ankara*, série C, tome 20.
- AKMAN Y. et KETENOGLU O. (1978). The phytosociological investigation of Köröglü Mountain. *Comm. de la Fac. Sci. Ankara*, série C, tome 22.
- AKMAN Y. (1982). Climats et bioclimats méditerranéens en Turquie. *Ecologia Mediterranea*, tome VIII, fasc. 1/2.

Numéro du relevé :	227	229	230	251	193	253	206	256	228	250	252	247	231	249	248	
Surface (m ²) :	40	40	40	20	100	20	100	16	20	20	20	40	20	20	40	
Altitude (m) :	2350	2350	2350	2400	2400	2400	2450	2200	2350	2400	2400	2400	2350	2400	2400	
Exposition :	S	S	S	S	S	S	SW	S	S	S	S	S	S	S	S	
Inclinaison (°) :	60	60	60	60	40	60	45	45	60	60	60	60	60	60	60	
Substrat :	calc	calc	calc	calc	calc	calc	calc	calc	calc	calc	calc	calc	calc	calc	calc	
Caractéristiques de l'association :																
<i>Onobrychis cornuta</i>	4.4	4.4	4.4	3.4	4.4	4.4	3.4	3.4	3.4	5.5	4.4	4.5	4.4	4.5	4.5	V
<i>Sesleria pontica</i>	2.2	++	.	.	++	.	+1	.	.	1.1	+1	++	+1	.	.	III
<i>Seseli resinosum</i>	.	.	.	+1	1.1	++	1.1	.	.	++	+1	++	.	.	.	III
<i>Helictotrichon pratense</i>	.	.	.	.	.	.	.	.	.	1.1	.	1.1	.	1.1	1.1	III
Caractéristiques des PEDICULARO-ASTERION ALPINII :																
<i>Pedicularis comosa</i> subsp. <i>sibthorpii</i> ...	1.2	+1	2.2	.	+1	.	1.1	.	1.2	1.2	.	+1	++	1.2	1.2	IV
<i>Gentiana septemfida</i>	++	+1	.	.	.	.	.	.	++	.	++	++	.	++	.	II
<i>Jastone supina</i> subsp. <i>pontica</i>	++	+1	+1	.	.	.	.	.	++	.	.	++	.	++	.	II
<i>Gentiana verna</i> subsp. <i>balkanica</i>	.	.	.	.	++	.	.	.	++	.	++	.	++	++	.	II
<i>Festuca valesiaca</i>	.	.	2.2	.	2.2	.	.	.	1.2	2.2	.	.	1.1	.	.	II
<i>Aster alpinus</i>	.	.	++	.	++	.	+1	.	.	.	.	++	.	.	.	II
<i>Galium album</i> subsp. <i>prusense</i>	1.1	.	+1	.	.	.	.	.	++	.	.	.	.	.	.	I
Caractéristiques des HYPERICO-THYMETALIA SKORPILII :																
<i>Thymus praecox</i> subsp. <i>skorpilii</i>	2.3	2.3	2.2	1.2	1.2	1.2	1.1	1.2	2.3	1.2	1.2	1.2	.	1.2	1.2	V
<i>Potentilla crantzii</i> var. <i>crantzii</i>	.	++	++	.	1.1	.	1.2	.	1.2	.	++	++	.	1.1	1.1	III
<i>Pilosella macrotricha</i>	++	+1	+1	.	.	.	.	++	+1	.	++	.	.	.	+1	III
<i>Scabiosa columbaria</i> subsp. <i>paphlagonica</i> ..	++	+1	.	.	.	.	.	++	.	.	.	++	.	.	.	II
<i>Bupleurum falcatum</i> subsp. <i>persicum</i>	.	.	.	++	++	++	.	.	.	++	.	.	.	.	.	II
<i>Anthemis melanoloma</i> subsp. <i>melanoloma</i> ..	.	+1	+1	.	.	++	+1	.	.	.	.	++	.	.	.	II
<i>Hypericum linarioides</i>	++	+1	++	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	I
<i>Scorzonera pygmaea</i> subsp. <i>nutans</i>	.	.	.	+1	++	.	+1	.	.	.	.	.	.	.	.	I
<i>Dianthus balansae</i>	.	.	.	+1	.	.	.	.	.	++	.	.	.	.	.	I
<i>Bunium microcarpum</i> subsp. <i>bourgaei</i>	.	.	.	++	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	I
Caractéristiques des ASTRAGALO-BROMETEA :																
<i>Bromus tomentellus</i>	1.1	1.2	+1	.	.	+1	.	1.1	1.1	+1	+1	++	++	.	.	IV
<i>Helianthemum nummularium</i>	++	1.1	1.1	.	.	.	.	+1	2.3	.	2.3	++	++	2.3	2.3	III
<i>Anthyllis vulneraria</i> subsp. <i>variegata</i> ..	+1	+1	+1	.	+1	.	+1	++	+1	.	+1	.	+1	.	.	III
<i>Helianthemum oarum</i>	++	++	1.1	.	1.2	.	1.1	++	.	.	.	1.1	.	.	.	III
<i>Ziziphora clinopodioides</i>	.	.	.	2.2	1.2	2.2	+1	.	.	.	2.2	.	.	.	.	II
<i>Asyneuma virgatum</i> subsp. <i>virgatum</i>	.	.	+1	.	+1	.	+1	++	.	.	.	++	.	.	.	II
<i>Androsace villosa</i>	++	.	++	.	++	.	1.1	++	.	.	.	.	.	.	.	II
<i>Daphne oleoides</i>	.	.	.	1.1	.	1.1	.	1.2	.	.	1.2	.	.	.	.	II
<i>Helichrysum plicatum</i> subsp. <i>plicatum</i> ...	.	.	.	+1	.	1.1	++	.	.	.	1.1	.	.	.	.	II
<i>Leontodon asperimus</i>	.	.	.	++	.	++	++	.	.	.	++	.	.	.	.	II
<i>Draba bruniifolia</i> subsp. <i>bruniifolia</i> ...	++	+1	+1	.	.	.	.	.	.	.	.	++	++	.	.	II
<i>Poa alpina</i> subsp. <i>fallax</i>	.	.	.	.	.	++	++	.	.	.	++	.	.	.	.	I
<i>Globularia trichosantha</i>	++	++	.	.	.	.	.	1.1	.	.	1.2	.	.	.	.	I
<i>Tauarum chamaedrys</i>	.	.	.	1.1	.	1.1	.	.	.	.	1.2	.	.	.	.	I
<i>Asyneuma rigidum</i> subsp. <i>rigidum</i>	.	.	.	.	.	++	.	.	++	.	.	.	++	.	.	I
<i>Iberis taurica</i>	.	.	.	.	++	.	++	.	.	.	.	.	.	.	.	I
<i>Scutellaria orientalis</i>	.	.	.	++	.	.	.	.	.	++	.	.	.	.	.	I
Autres espèces :																
<i>Allium rotundum</i>	++	+1	++	.	.	.	.	++	.	.	.	++	.	.	.	II
<i>Crocus speciosus</i> subsp. <i>algaensis</i>	.	.	.	+1	.	+1	.	.	.	++	++	.	.	.	.	I
<i>Odontites glutinosa</i>	.	.	.	++	1.1	++	.	.	.	.	.	.	.	.	.	I
<i>Asyneuma amplexicaule</i> subsp. <i>amplexicaule</i>	++	++	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	I
<i>Sedum album</i>	.	.	.	+1	.	++	.	.	.	.	.	.	.	.	.	I

TABLEAU 3 - SESELO RESINOSI - ONOBRYCHIDETUM CORNUTAE

Numéro du relevé :	43	39	37	36	38	31	32	30	29	35	28	
Surface (m ²) :	25	25	25	25	25	40	40	40	40	25	40	
Altitude (m) :	2000	1850	1850	1850	1850	2000	2000	2000	2000	1900	2000	
Exposition :	E	E	E	E	E	E	E	E	E	E	E	
Inclinaison (%) :	45	30	30	30	30	8	8	8	8	40	8	
Substrat :	Calc	Calc	Calc	Calc	Calc	Calc	Calc	Calc	Calc	Calc	Calc	
Caractéristiques de l'association :												
<i>Draba bruniifolia</i> subsp. <i>bruniifolia</i> ..	.	+1	+1	+1	+1	1.1	+1	1.1	1.1	+1	+1	V
<i>Campanula stevenii</i> subsp. <i>beauverdiana</i> ..	+1	+1	+1	+1	1.1	1.1	1.1	1.1	.	1.1	.	IV
<i>Saxifraga exarata</i> subsp. <i>adenophora</i> ...	.	+1	1.1	+1	1.1	+1	+1	.	+1	.	+1	IV
<i>Pimpinella tragioides</i> subsp. <i>lithophylla</i> ..	.	+1	+1	+1	+1	.	+1	+1	+1	.	+1	IV
<i>Stachys iberica</i> subsp. <i>iberica</i>	+1	+1	1.1	+1	+1	1.1	+1	1.1	.	.	.	IV
<i>Marrubium astrocanium</i>	+1	.	.	+1	+1	1.1	1.1	1.1	.	.	1.1	III
<i>Onosma aucherianum</i>	+1	+1	.	.	+1	+1	.	+1	.	1.1	.	III
<i>Tripleurospermum oreades</i> subsp. <i>oreades</i>	.	+1	1.1	+1	+1	.	.	.	.	1.1	.	III
<i>Sideritis galatica</i>	.	.	.	.	.	+1	+1	+1	.	.	+1	II
<i>Marrubium globosum</i> subsp. <i>globosum</i>	.	.	.	.	.	+1	+1	+1	.	.	+1	II
Caractéristiques des SILENO-ASTRAGALION DENSIFOLII :												
<i>Onobrychis montana</i> subsp. <i>cadmea</i>	3.3	3.3	3.3	3.3	2.3	1.1	1.2	1.1	1.1	2.2	1.1	V
<i>Ranunculus dissectus</i> subsp. <i>sibthorpii</i> ..	+1	+1	+1	+1	+1	+1	+1	+1	+1	+1	+1	V
<i>Erysimum pulchellum</i>	+1	1.2	1.1	+1	1.1	1.1	+1	1.2	1.1	+1	1.1	V
<i>Silene olympica</i>	+1	+1	+1	+1	+1	+1	+1	.	+1	+1	+1	V
<i>Astragalus densifolius</i>	1.2	+1	.	.	+1	1.1	1.1	+1	+1	1.1	.	IV
<i>Minuartia hirsuta</i> subsp. <i>falcata</i>	.	.	.	+1	+1	1.1	1.2	1.2	1.1	+1	1.1	IV
<i>Anthemis tinctoria</i> var. <i>pallida</i>	1.2	.	.	.	.	+1	+1	+1	+1	2.2	+1	III
<i>Stachys cretica</i>	+1	+1	1.1	.	.	.	+1	1.1	.	+1	.	III
<i>Centaurea triumphetti</i> var. <i>cana</i>	.	+1	+1	+1	.	+1	.	.	+1	.	+1	III
<i>Nepeta nuda</i> subsp. <i>albiflora</i>	.	.	1.1	.	.	1.1	.	.	+1	.	.	II
<i>Muscari aucheri</i>	+1	.	.	.	.	.	.	.	.	+1	.	II
Caractéristiques des HYPERICO-THYMETALIA SKORPILII :												
<i>Thymus praecox</i> subsp. <i>skorpilii</i>	3.4	3.3	3.3	3.3	3.3	3.4	3.4	4.4	4.4	4.4	4.4	V
<i>Hypericum linarioides</i>	2.2	3.2	3.3	3.3	2.3	2.3	2.3	3.3	2.3	2.2	3.3	V
<i>Anthemis melanoloma</i> subsp. <i>melanoloma</i> ..	+1	.	.	+1	+1	1.2	1.2	1.2	2.2	+1	1.2	IV
<i>Asperula capitellata</i>	+1	+1	+1	1.1	+1	.	+1	+1	.	+1	+1	IV
<i>Potentilla crantzii</i> var. <i>crantzii</i>	.	+1	+1	+1	+1	1.1	1.1	1.1	1.1	.	1.1	IV
<i>Veronica gentianoides</i>	.	1.1	.	+1	+1	1.2	1.1	1.2	1.1	+1	1.1	IV
<i>Pilosella hoppeana</i> subsp. <i>troica</i>	+1	.	.	.	.	.	+1	+1	+1	.	+1	III
<i>Campanula olympica</i>	+1	.	.	.	.	.	+1	+1	.	.	+1	II
<i>Scabiosa columbaria</i> subsp. <i>paphlogonica</i> ..	.	1.1	1.1	1.2	1.2	.	.	.	.	.	.	II
<i>Scorzonera pygmaea</i> subsp. <i>nutans</i>	.	.	.	+1	+1	.	+1	+1	.	.	.	II
<i>Bunium microcarpum</i> subsp. <i>bourgaei</i>	+1	.	+1	.	.	.	.	.	.	+1	.	II
<i>Sesleria pontica</i>	.	+1	+1	.	.	.	.	.	.	+1	.	II
<i>Allium olympicum</i>	.	+1	+1	.	.	.	.	.	.	.	.	II
Caractéristiques des ASTRAGALO-BROMETEA :												
<i>Bromus tomentellus</i>	2.2	1.1	1.1	1.1	1.1	2.3	2.2	2.3	2.2	2.2	2.2	V
<i>Daphne oleoides</i>	2.2	+1	1.1	1.1	1.2	1.2	1.2	1.2	1.2	+1	1.2	V
<i>Poa alpina</i> subsp. <i>fallax</i>	1.1	+1	1.1	+1	1.1	+1	+1	+1	1.1	+1	+1	V
<i>Helianthemum nummularium</i>	2.3	+1	+1	+1	.	1.2	1.2	1.2	1.2	+1	2.2	V
<i>Hypericum origanifolium</i>	+1	+1	1.1	+1	1.1	1.2	1.2	1.1	1.2	.	1.1	V
<i>Androsace villosa</i>	.	+1	+1	+1	+1	1.1	+1	+1	+1	+1	+1	V
<i>Leontodon asperimus</i>	+1	+1	+1	+1	.	+1	+1	+1	+1	+1	+1	V
<i>Anthyllis vulneraria</i> subsp. <i>variagata</i> ..	1.2	+1	+1	.	.	1.1	1.1	1.1	1.2	+1	1.2	IV
<i>Helichrysum plicatum</i> subsp. <i>plicatum</i> ..	1.2	1.1	1.1	1.2	1.1	+1	+1	+1	.	+1	.	IV
<i>Teucrium chamaedrys</i>	1.2	+1	+1	+1	.	+1	+1	+1	.	+1	.	IV
<i>Senecio pseudo-orientalis</i>	1.1	.	.	.	.	1.1	+1	1.1	1.1	+1	+1	III
<i>Cruciatia coronata</i>	1.2	.	.	.	.	+1	+1	+1	.	+1	+1	III
<i>Ziziphora clinopodioides</i>	+1	+1	.	+1	+1	+1	+1	.	+1	.	.	III
<i>Globularia trichosantha</i>	+1	.	.	.	+1	+1	.	.	+1	+1	+1	III
<i>Scutellaria orientalis</i>	+1	+1	1.1	1.1	1.1	.	.	.	.	+1	.	III
<i>Helianthemum canum</i>	.	+1	+1	+1	+1	.	.	.	.	1.1	.	III
<i>Genista lydia</i> var. <i>lydia</i>	+1	.	.	.	.	+1	+1	+1	+1	.	.	III
<i>Melica ciliata</i>	.	+1	+1	+1	+1	.	.	.	.	.	.	II
<i>Festuca varia</i>	.	1.1	1.1	1.1	1.1	.	.	.	.	.	.	II
<i>Asyneuma amplexicaule</i> subsp. <i>amplexicaule</i> ..	.	.	+1	+1	.	+1	.	.	+1	.	.	II
Autres espèces :												
<i>Linum bienne</i>	+1	+1	.	+1	.	+1	.	+1	+1	.	+1	III
<i>Galium verum</i>	.	.	.	+1	+1	1.1	1.1	+1	.	.	.	III
<i>Minuartia erythrosepala</i> var. <i>erythrosepala</i> ..	.	1.1	1.1	1.1	1.1	.	.	.	.	.	.	II
<i>Polygala supina</i>	.	.	.	.	.	+1	.	1.1	1.1	.	.	II
<i>Chamaecytisus pygmaeus</i>	.	.	.	.	.	+1	.	.	.	1.1	+1	II
<i>Cynoglossum montanum</i>	.	.	.	+1	+1	.	.	+1	.	.	.	II
<i>Poa bulbosa</i>	.	+1	1.1	1.1	1.1	.	.	.	.	.	.	II
<i>Sedum album</i>	+1	+1	+1	.	.	.	.	.	.	.	.	II
<i>Lapsana communis</i> subsp. <i>alpina</i>	.	+1	+1	.	+1	.	.	.	.	.	.	II
<i>Ajuga reptans</i>	+1	+1	+1	.	.	.	.	.	.	.	.	II
<i>Onosma bommuelleri</i>	1.1	.	.	.	.	.	.	.	.	+1	.	II
<i>Muscari armeniacum</i>	+1	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	I

TABLEAU 4 - CAMPANULO STEVENII - DRABETUM BRUNIFOLIAE

Numéro du relevé.....	213	219	214	218	239	238	216	240	215	202	190	191	236	237	212	217	211	234	235	201	208	192	233	232	
Surface (m²).....	40	25	40	40	40	40	40	40	40	100	100	100	40	40	40	40	40	40	40	100	100	100	40	40	
Altitude (m).....	2400	2400	2400	2400	2540	2540	2400	2540	2400	2300	2300	2300	2540	2540	2400	2400	2400	2400	2300	2560	2300	2400	2400	2400	
Exposition.....	NW	NW	NW	NW	-	-	NW	-	NW	SW	NW	NW	-	-	N	NW	N	S	S	SW	N	NW	S	S	
Inclinaison.....	60	60	60	60	20	20	60	20	60	30	45	40	20	20	50	60	50	25	25	30	45	40	25	25	
Substrat.....	Cale	Cale	Cale	Cale	Cale	Cale	Cale	Cale	Cale	Cale	Cale	Cale	Cale	Cale	Cale	Cale	Cale	Cale	Cale	Cale	Cale	Cale	Cale	Cale	
Caractéristiques de l'Association																									
<i>Minuartia erythrosepala</i> var. <i>erythrosepala</i>	11	11	11	11	11	11	11	11	11	.	.	.	11	.	11	22	11	11	11	.	.	.	11	11	IV
<i>Antirrhinum kotschyi</i>	+1	11	11	11	.	.	12	.	12	.	.	.	.	.	12	+1	.	.	.	.	.	.	.	.	II
<i>Crepis arvensis</i>	.	11	+1	11	++	.	++	++	.	.	.	.	++	.	++	.	.	.	.	.	.	.	.	.	II
<i>Silene caryophyllodes</i> subsp. <i>echinus</i>	.	++	.	++	.	.	.	.	+1	.	.	.	.	.	++	++	.	.	.	.	.	.	.	.	I
<i>Aethionema oppositifolium</i>	.	.	.	++	.	.	.	.	.	.	.	.	+1	++	+1	.	.	.	.	.	.	.	.	.	I
Caractéristiques des FEDICULARO - ASTERION ALPINI																									
<i>Fedicularia comosa</i> subsp. <i>sibthorpii</i>	22	12	22	12	.	++	22	++	22	11	++	++	++	++	.	22	+1	22	22	11	22	+1	22	22	V
<i>Aster alpinus</i>	+1	11	12	11	.	+1	22	++	12	++	++	++	++	++	12	+1	.	++	++	.	.	.	.	.	V
<i>Dasine euphratica</i> subsp. <i>pontica</i>	12	22	12	22	++	++	22	++	12	.	.	.	++	++	12	22	+1	.	.	.	.	.	.	.	V
<i>Galium album</i> subsp. <i>pruense</i>	.	.	+1	++	++	+1	++	.	.	.	.	.	++	++	12	.	.	.	.	.	.	.	.	.	II
<i>Gentiana verna</i> subsp. <i>balcanica</i>	++	.	++	.	.	.	11	.	11	.	.	.	.	.	.	+1	++	.	.	.	.	.	++	++	II
<i>Festuca valesiaca</i>	+1	++	++	11	++	++	+1	+1	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	II
<i>Myosotis alpestris</i>	.	++	.	++	.	.	.	.	.	++	++	.	.	.	.	.	.	.	.	.	++	.	.	.	II
<i>Gentiana septentrionalis</i>	.	++	.	++	.	++	.	+1	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	I
Caractéristiques des SILENO-ASTRAGALION DENSIFOLII																									
<i>Onobrychis montana</i> subsp. <i>cazema</i>	.	++	++	+1	.	.	.	++	.	11	++	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	++	.	.	II
<i>Silene olympica</i>	.	.	.	.	.	.	.	.	.	+1	12	12	.	.	.	.	.	.	.	+1	++	++	.	.	II
<i>Centaurea triflorus</i> var. <i>cava</i>	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	++	++	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	I
<i>Erysimum pulchellum</i>	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	11	++	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	I
Caractéristiques des HYPERICO - THYMETALIA SKORPILLII																									
<i>Thymus praecox</i> subsp. <i>skorpillii</i>	33	34	33	34	44	34	43	44	33	33	12	33	34	33	34	23	33	34	34	33	33	33	34	34	V
<i>Veronica gentianoides</i>	22	22	22	22	++	+1	22	++	22	12	++	12	11	+1	22	22	.	12	22	12	.	12	12	12	V
<i>Festuca ovina</i> var. <i>caesia</i>	++	++	++	++	.	.	.	.	.	+1	11	11	12	.	++	.	++	11	11	12	+1	11	+1	11	IV
<i>Hypericum linarioides</i>	.	11	.	+1	22	12	11	23	.	.	.	.	.	+1	11	+1	12	12	.	.	++	12	12	12	III
<i>Anthemis melanoloma</i> subsp. <i>trapezontica</i>	.	++	.	.	++	11	++	11	.	.	.	.	++	.	.	+1	++	.	++	++	.	.	.	.	II
<i>Scaligeria columbiana</i> subsp. <i>pahlagonica</i>	++	++	++	++	.	++	.	+1	.	.	.	.	.	++	++	++	.	.	.	.	+1	.	.	.	II
<i>Campanula olympica</i>	.	.	++	.	+1	++	.	++	+1	.	.	.	.	.	++	++	.	.	.	.	.	++	.	.	II
<i>Monarda balcanica</i>	++	.	++	.	++	++	.	.	.	.	.	.	++	.	.	+1	.	.	.	++	++	.	.	.	II
<i>Senecio germanicus</i> subsp. <i>hidryntica</i>	.	++	++	++	.	++	.	++	.	.	.	.	.	.	.	.	++	++	.	.	.	.	.	.	II
<i>Pilosella kappeleriana</i> subsp. <i>caesia</i>	.	.	.	.	++	++	.	++	.	.	.	.	.	.	.	.	.	++	.	.	.	.	++	++	I
<i>Asperula capillata</i>	.	.	.	.	++	++	.	.	.	.	.	.	++	++	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	I
<i>Pilosella macrotricha</i>	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	I
Caractéristiques des ASTRAGALO - BROMETEA																									
<i>Bryonia cretensis</i>	22	+1	22	+1	.	.	12	.	22	+1	.	+1	12	.	22	.	12	12	12	22	11	12	11	.	IV
<i>Androsace villosa</i>	++	++	+1	+1	++	++	.	++	++	++	++	++	++	++	++	++	++	++	++	.	.	.	.	.	IV
<i>Antirrhinum vulneraria</i> subsp. <i>variegata</i>	.	++	.	.	22	22	.	12	.	+1	.	.	22	22	.	++	11	+1	11	.	.	.	11	++	III
<i>Aegynema virgatum</i> subsp. <i>virgatum</i>	11	.	++	.	.	.	11	.	11	.	.	.	.	.	++	++	++	.	.	.	.	+1	.	.	II
<i>Helianthemum cicutum</i>	.	.	.	.	.	.	.	.	.	+1	.	.	.	.	.	.	.	+1	+1	22	.	++	++	+1	II
<i>Helianthemum cretense</i>	.	.	.	++	++	++	.	.	.	.	.	.	++	++	.	.	.	.	.	++	.	.	.	.	II
<i>Helianthemum nummularium</i>	.	.	.	.	23	23	.	33	.	.	.	.	23	23	.	.	.	.	++	.	.	.	++	.	II
<i>Minuartia gracilis</i> var. <i>polycarpa</i>	.	.	.	.	.	.	.	.	.	+1	11	11	.	.	.	.	.	.	.	11	.	12	.	.	I
<i>Scutellaria orientalis</i>	.	.	.	.	++	.	.	++	.	.	.	.	.	.	+1	11	.	.	.	.	.	.	.	.	I
<i>Poa alpina</i> subsp. <i>fallax</i>	.	.	.	.	++	.	++	++	.	+1	.	.	.	++	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	I
<i>Heliotropium plicatum</i>	.	.	.	.	++	.	++	++	.	.	.	.	.	.	.	.	++	++	.	.	.	.	.	.	I
Autres espèces																									
<i>Lappula communis</i> subsp. <i>alpina</i>	12	11	22	+1	.	.	22	.	12	.	.	.	.	.	22	22	.	.	.	.	.	.	.	.	II
<i>Silene galathea</i>	+1	.	++	.	.	.	.	.	++	+1	.	.	.	.	.	.	.	++	.	++	.	.	.	++	II
<i>Festuca pectinata</i>	.	++	.	.	.	.	.	.	.	.	22	12	.	.	22	.	12	.	.	.	11	.	.	.	II
<i>Festuca arvensis</i>	++	.	++	++	.	.	.	.	.	.	.	.	++	++	.	.	.	.	.	.	++	.	.	.	II
<i>Odontites glauca</i>	.	.	.	.	++	++	.	++	.	.	.	.	++	++	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	I
<i>Aegynema rigidum</i> subsp. <i>rigidum</i>	.	.	.	.	++	++	.	++	.	+1	.	.	.	.	.	.	++	.	.	.	.	++	.	.	I
<i>Scutellaria pallidum</i> var. <i>pallidum</i>	.	.	.	.	.	++	.	.	.	.	++	++	++	++	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	I
<i>Alchemilla rotunda</i>	.	.	.	.	++	++	.	.	.	.	.	.	.	.	.	++	.	.	.	.	.	.	.	.	I
<i>Scutellaria alpina</i>	11	.	11	.	.	.	.	12	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	I
<i>Galium thymifolium</i> var. <i>thymifolium</i>	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	I
<i>Androsace caerulea</i> subsp. <i>caerulea</i>	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	+1	+1	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	I
<i>Scutellaria alpina</i> var. <i>alpina</i>	.	.	.	.	++	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	I
<i>Scutellaria alpina</i> var. <i>alpina</i>	.	.	.	.	++	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	I

Le problème des divisions bioclimatiques et floristiques au Sahara. Note VI: entre Sahel et Sahara: l'Adrar mauritanien.
Approches biogéographique et géomorphologique.

Présentation par Th. MONOD, Membre de l'Institut.

J.P. BARRY*
 X. JAQUEN**
 J. MUSSO***
 J. RISER****

RESUME - La situation géographique de l'Adrar mauritanien (19-20 degrés de latitude nord, 12-13 degrés de longitude ouest) nettement au sud du Tropique du Cancer et relativement proche de l'Océan Atlantique (300-350 km) crée des conditions de milieu tout à fait remarquables.

En effet, à la même latitude que le Tanezrouft, ce massif abrite des éléments floristiques méditerranéen, saharo-sindien et sahélien. Par ailleurs, comme très peu de publications le concerne, il est indispensable de mieux le connaître afin de parfaire la connaissance du pays saharien.

La répartition des principales formations végétales et leur composition floristique fait apparaître deux faits : la dépendance du climat et l'importance secondaire du relief et des conditions édaphiques locales. Ainsi se cotoient des représentants des Anvilleo-Zillion de la bordure septentrionale du Sahara, des Acacio-Panicion et Aervo-Fagonion du Sahara central et méridional, des Acacio-Aristidion et Boerhavigio-Tephrosietea de la bordure méridionale et du Sahel, analysés dans huit tableaux phytosociologiques.

Dans un passé récent et encore actuellement, ce massif a joué et joue le rôle de passerelle entre toutes ces flores, ce qui souligne, une fois de plus, que le poids du passé (facteur chorologique) et du climat (facteur abiotique) est essentiel ; le reste n'influe aucunement sur la compréhension tant géomorphologique que botanique de ce massif.

SUMMARY - The geographical position of the Mauritanian Adrar (latitude 19 to 20° north, longitude 12 to 13° west) clearly south of the Tropic of Cancer and relatively near from the Atlantic (300 to 350 km) creates quite noteworthy environmental conditions.

Indeed, at the same latitude with the Tanezrouft, this mass shelters Mediterranean, Saharo-Sindian and Sahelian floristic elements. Moreover, few publications concern it, and it is essential to know it better in order to complete the knowledge of the Saharian country. The distribution of the main plant formations and their floristic composition makes appear two facts : the dependence of the climate and the secondary importance of the relief and of the local edaphic conditions.

So exist together representatives of Anvilleo-Zillion from the Sahara northern border, of Acacio-Panicion and Aervo-Fagonion of the central and southern Sahara, of Acacio-Aristidion and Boerhavigio-Tephrosietea of the southern border and the Sahel, analysed in eight phytosociological tables.

In a recent past and still now, this massif played and plays the part of bridge between all these floras, what accentuates that the weight of past (chorological factor) and of climate (abiotical factor) is essential; the remainder does not at all affect the geomorphological and botanical understanding of this massif.

MOTS CLES - Afrique - Sahara - Mauritanie - Régions arides - Phytogéographie -
 Phytosociologie - Phytoécologie - Biogéographie - Climatologie -

 *Laboratoire d'Ecologie des Régions Arides, Université de Nice, 06034 Nice-Cedex
 **Institut Supérieur des Sciences, Nouakchott (R.I. de Mauritanie)
 ***Centre Interuniversitaire de Calcul, Avenue de l'Université, 83130 La Garde.
 ****U.F.R. Géographie, Rue Violette, 84000 Avignon.
 Maquettes et cartes établies et réalisées par Annick Lacoste.

Les grands déserts du Nord ne sont point des lieux où l'on puisse espérer revenir sur ses pas. Chaque instant y contient l'amertume d'un adieu. Les paysages, au moment même où nous nous efforçons de les retenir, s'effaçaient derrière le voile de sable, que le vent leur tissait. (O. de Puigaudéau 1945, p.121)

PRESENTATION

"Adrar" signifiant "montagne" en berbère, il y en a bien entendu un grand nombre, parmi lesquels l'Adrar des Iforas celui de Mauritanie étant l'Adrar Tmar, l'Adrar des "dattes". Si une définition générale de l'Adrar peut sembler facile, puisqu'il s'agit essentiellement de la partie septentrionale des grands plateaux gréseux paléozoïques "fermant" le bassin de Taoudenni au sud-ouest, les choses sont, en fait, plus compliquées.

L'Adrar proprement dit (fig.1) ne serait donc, *stricto-sensu*, que la "montagne" ici un énorme plateau de grès limité vers l'extérieur (nord et ouest) par des escarpements et s'abaissant vers l'intérieur (est) pour disparaître sous les sables de la Majâbat al Koubrâ.

De la pointe sud-ouest des Ibi (Iriji) à Ghallawiya-Sani, l'escarpement principal se poursuit sur environ 400 km ; celui de Foum Joul, Choum, Char qui le double, en s'en écartant, vers l'Ouest fait-il encore, avec les dhâra qu'il limite, partie de l'Adrar ? On peut, à mon avis, géographiquement l'admettre.

Vers le Sud et le Sud-Ouest, les limites de l'Adrar tabulaire se feront plus confuses et la structure se complique, avec une zone plissée appartenant aux Mauritanides et le massif faillé du Tamga. On peut cependant accepter le Khatt comme séparant Adrar et Tagant les Maures désignant d'ailleurs, au nord du Khatt, sous le nom de Ard er Rgueïta (La terre mouchetée) une région où alternent sables et cailloux et qui ne ferait plus partie de l'Adrar proprement dit, sous sa forme de plateau gréseux.

Vers le Nord, les dunes de la Maqteir ne sont plus dans l'Adrar si l'on s'en tient à la définition de ce dernier (Montagnes des dattes).

Les altitudes restent modestes, avec une petite zone inférieure à 100 m (Oued el-Abiod aux importants dépôts lacustres quaternaires), un grand plateau vers 400-500 m et quelques points culminants, vers 715 m à Zerga et vers 830 m à Teniaggouri (Amogjar), d'où l'on aurait pu faire des signaux par feux avec la Kédia (environ 850 m) à 200 km au nord, au temps de l'Emir Ahmed ould Othman.

Le climat de l'Adrar est saharien (Atar: 110 mm, Chinguetti : 60 mm) ; le massif peut se voir atteint d'ailleurs à la fois par quelques pluies marginales de la mousson d'été et plus rarement par quelques précipitations méditerranéennes d'hiver. A considérer la position géographique de l'Adrar et à la comparer avec celles des massifs des Iforas, de l'Aïr et de l'Ennedi, on pourra se demander si l'Adrar Tmar est bien pleinement saharien ou ne pourrait être tenu pour une avancée plus ou moins accusée du monde sahélien en direction du désert.

Les aspects de la végétation adrarienne seront d'ailleurs très divers, les principaux types, en simplifiant beaucoup, étant:

- Les oueds ensablés à *Acacia raddiana*, *Balanites aegyptiaca*, *Panicum turgidum*.
- Les sols pierreux à *Acacia ehrenbergiana*, *Panicum*, *Stipagrostis* sp..
- Les cailloutis à *Nucularia*, *Rumex*.
- Les zones d'épandage plus ou moins argileuses à *Capparis decidua*.
- Les sables à *Stipagrostis pungens*, *Leptadenia*, *Calligonum*, *Cornulaca*.
- Les sables fixés à *Cyperus conglomeratus*, *Indigofera argentea*.
- Les escarpements et corniches à *Rhus*, *Ephedra*, *Lavandula*.
- Les regs à *Nucularia*, *Traganum*, *Suaeda*, *Salsola*.
- Les zones d'épandages et grair à *Caylusea*, *Corchorus*, *Verbena*, *Mollugo*, *Ipomoea*, *Trigonella*, *Kickxia*, *Psoralea*, *Indigofera oblongifolia*
- Les stations humides (Algues, Mousses, *Adiantum*) ou aquatiques (*Potamogeton* sp., Characées).

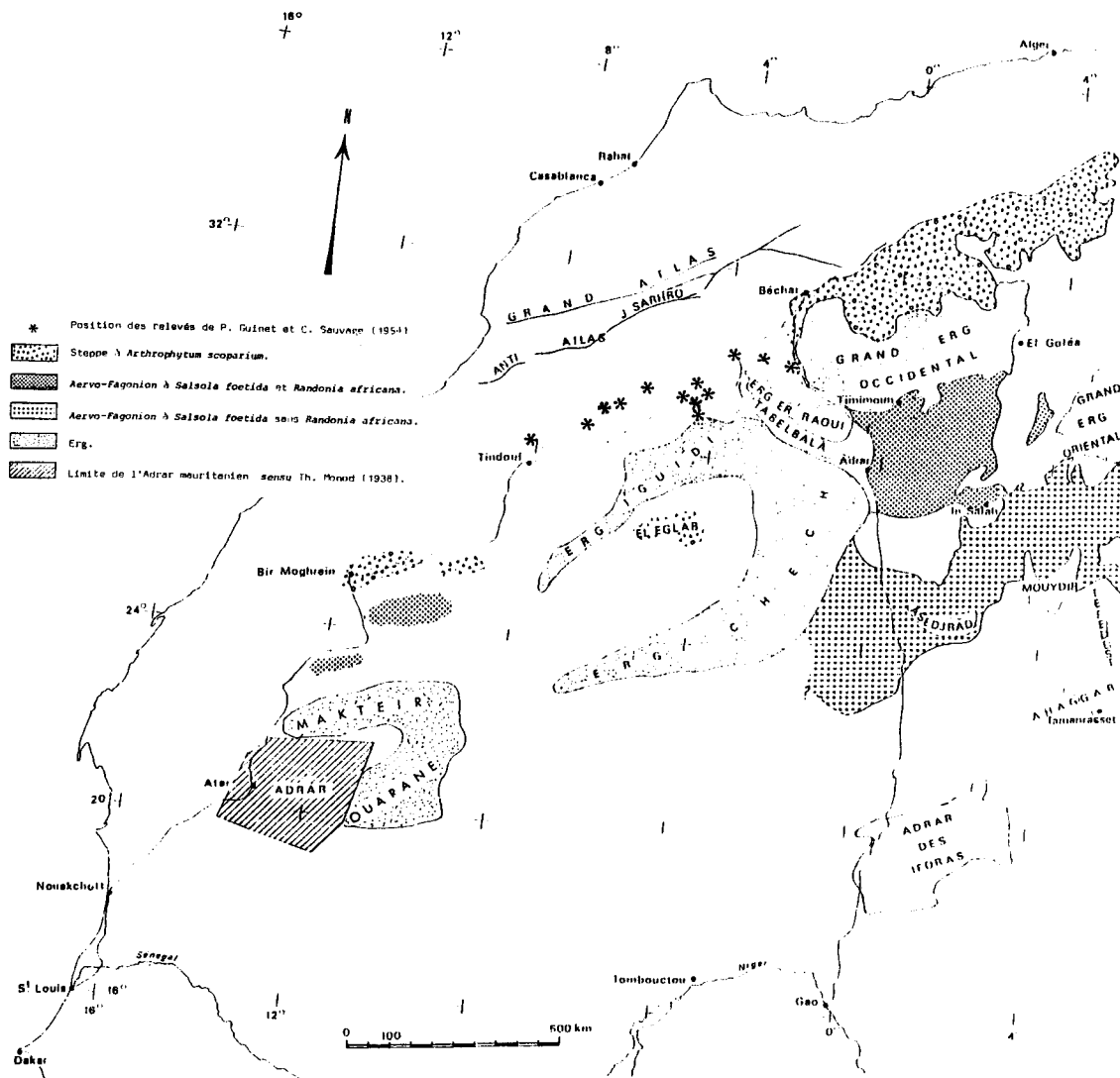


Fig. 1 - Les relations entre quelques formations végétales du Sahara algérien et de la partie saharienne de la Mauritanie par rapport à l'Adrar.

On pourrait aisément subdiviser ce cadre général, en tenant compte des sols, de la topographie.

L'Adrar doit l'essentiel de son originalité à sa structure puisque la puissante masse de grès qui le caractérise domine à l'Ouest, au Nord et à l'Est des plaines caillouteuses ou sablonneuses, ou de véritables massifs dunaires (Maqteir, Warane) qui, en l'isolant plus ou moins, assurent et accentuent son autonomie. Il n'y a pas de palmeraies dans les plaines adjacentes et si celles du Tagant prolongent vers le Sud celles de l'Adrar c'est que celui-là comme celui-ci sont de même structure : plateaux gréseux entaillés d'oueds encaissés et par conséquent, avec de l'eau à faible profondeur.

L'histoire humaine de l'Adrar a bénéficié elle aussi des caractères géographiques de celui-ci : peuplé dès l'aube de la préhistoire, il s'est enrichi au cours des siècles de nombreuses palmeraies (dont les créateurs nous demeurent inconnus) tandis que le développement du commerce caravanier transsaharien et de celui qui naîtra de l'exploitation des salines d'Ej Jill allait faire des bourgades de l'Adrar des relais importants, comme ce fut le cas pour Ouadane et Chinguetti, ports d'escale ouverts à la fois sur le Grand Nord marocain et le "Midi" sahélien. C'est, enfin, dans le "fuseau" ou "panneau" atlantique de ma classification de régions sahariennes que se trouve situé l'Adrar, entre un océan impénétrable à l'Ouest et l'Empty Quarter de la Majâbat al Koubrâ à l'est, redoutable no man's land.

L'Adrar est à la fois un "pays", au sens géographique du terme, fortement caractérisé par sa structure et un élément dans un plus vaste ensemble, le fuseau saharien atlantique ou occidental.

Th. MONOD

INTRODUCTION

Pour qui connaît un peu les régions sèches occidentales de l'Afrique aux alentours du tropique du Cancer, il paraît lorsqu'on aborde cet Adrar, plus essentiel que pour d'autre pays de le situer des points de vue climatique, géomorphologique et phytogéographique.

Deux transects Ouest-Est entre les Ibi et le Richât et Nord-Sud entre Zouérate et Hassi el Motleh, ont permis une approche cohérente sinon exhaustive botanique et géomorphologique de ce massif.

Les travaux antérieurs ainsi que le nôtre confirment que le massif de l'Adrar est une marche entre le pays méditerranéen et le pays sahélien. L'analyse des relations entre géomorphologie et phytogéographie prime le rôle du relief, des substratum et des formations superficielles.

APERCU CLIMATIQUE : LA PLUIE ET LA TEMPERATURE (fig.2-3).

Le fait notable en pays désertique est la rareté de l'eau. *La régularité d'une saison des pluies, aussi modeste soit-elle, entraîne une rupture de plus en plus longue de la saison sèche qui est favorable à une végétation spécifique ...* (J.-P. Barry, 1982). N'est-ce pas attacher trop d'importance à un unique facteur, un territoire exprimant une synthèse de trois composants : climat, flore, végétation ? De cette trilogie chère à J.-L. Trochain (1969), le facteur ombrique restant le plus déterminant, en ces régions à pluies hasardeuses on ne sera pas surpris de voir les caractéristiques physiques des sols tenus pour un facteur déterminant de l'existence de tel ou tel groupement végétal (Th. Monod, 1963 p.613). L'édaphisme prime le climatique !

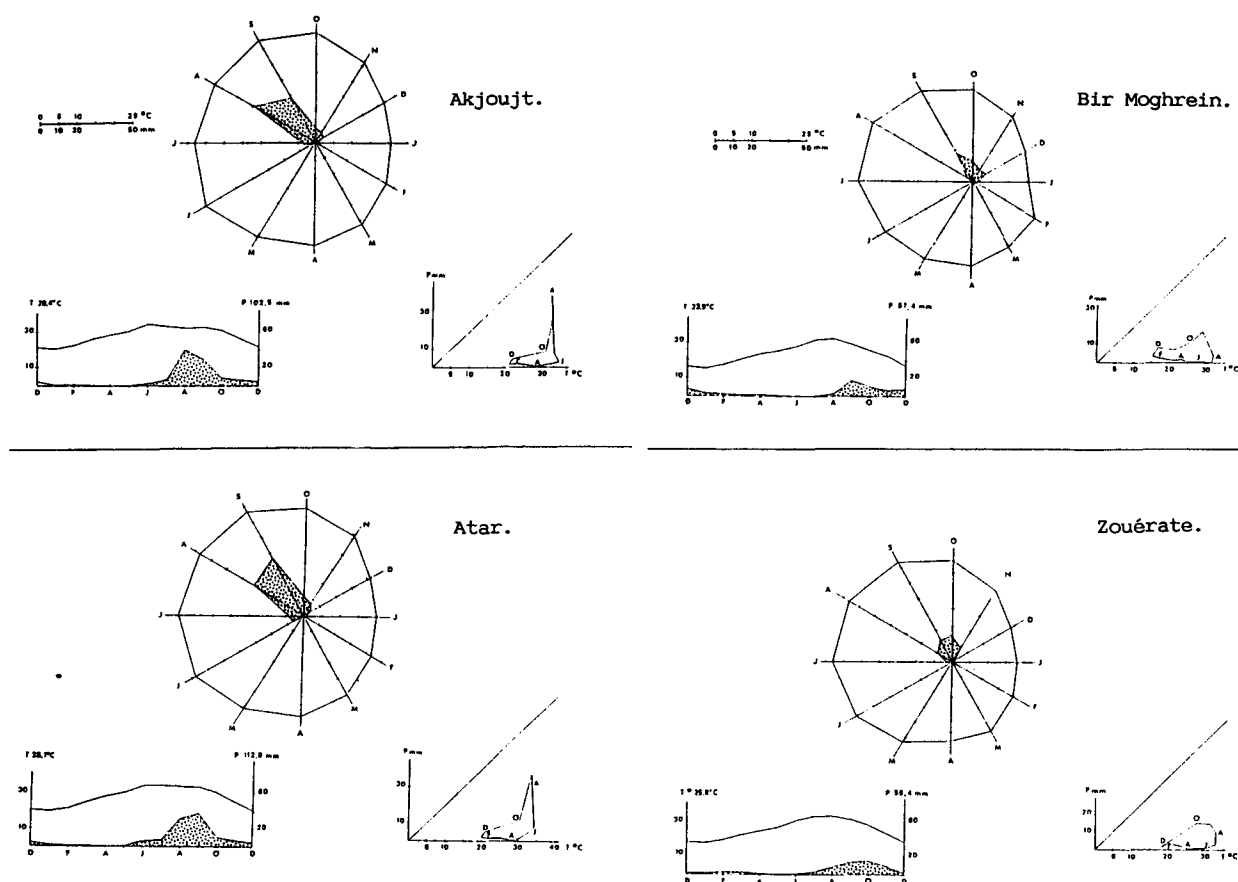


Fig. 2 - Climogrammes des stations de la Mauritanie septentrionale.

	J	F	M	A	m	j	J	A	S	O	N	D	MOY
ATAR	20°	21°7	25°1	28°3	30°5	34°	34°3	33°6	33°5	30°4	25°1	20°9	28°1
AKJOUJT	20°7	22°8	26°1	28°6	30°7	34°5	33°2	32°3	32°9	31°	26°2	21°7	28°4
BIR MOGHREIN	15°4	17°6	20°8	23°3	25°	27°7	31°6	32°2	29°1	25°8	21°2	16°7	23°9
ZOUERATE	18°	19°9	22°8	24°9	26°6	30°5	33°	33°1	31°6	28°3	23°4	18°8	25°9

- La température (Température moyenne approchée de l'air sous abri).
(Dubief J. - 1959, I : 280)

	J	F	M	A	m	j	J	A	S	O	N	D	MOY
ATAR	1,9	1,2	1,3	0,2	1,6	6,8	7,8	31,7	36,9	11,0	7,9	4,6	112,9
AKJOUJT	1,1	1,9	0,9	0,1	0,6	2,6	7,4	39,5	28,7	8,3	6,6	4,8	102,5
BIR MOGHREIN	3,1	2,1	1,3	1,9	0,4	0,5	0,1	3,6	17,2	11,6	7,2	8,4	57,4
CHINGUETTI	1,6	1,8	1,8	0,0	2,1	0,9	4,5	20,7	12,3	10,5	4,5	5,3	66,0
ZOUERATE	1,1	3,2	2,1	0,5	0,4	0,9	2,9	9,4	14,1	14,9	8,3	1,6	59,4

- La pluviosité (Hauteurs moyennes mensuelles et annuelles en millimètres).
(Dubief J. - 1963, II, I : 143,144)

	Latitude nord	Longitude Greenwich	Altitude (mètres)
ATAR	20°31'	13°04'W	227
AKJOUJT	19°45'	14°22'W	123
BIR MOGHREIN	25°14'	11°37'W	359
CHINGUETTI	20°27'	12°22'W	500
ZOUERATE	22°41'	12°42'W	297

- Les stations de la Mauritanie septentrionale.
(Dubief J. - 1959, I : 21)

Fig. 3 - Les données climatiques de la Mauritanie septentrionale.

C'est en tenant compte des facteurs climatiques essentiels que J. Dubief (1968) définit un Sahara occidental ou mauritanien soumis aux influences atlantiques. *Le Sahara occidental est, avant tout, la région du Sahara influencée par la proximité de l'océan Atlantique. A-t-il un climat spécial ou n'est-il pas simplement la réunion de zones de transition où les climats méditerranéen, désertique et tropical, s'affrontent au contact de l'Océan?* (V. Monteil et C. Sauvage, 1949 p.42).

Pour J. Dubief, l'originalité du Sahara occidental est due non seulement à une influence océanique (par exemple nébulosité) mais aussi à une influence sénégalaise (par exemple pluie). De plus, *il paraît de plus en plus sûr qu'il pleut chaque année peu ou prou dans tout le Sahara occidental* (V. Monteil et C. Sauvage, 1949 p.43).

Le facteur thermique ne doit pas être négligé pour autant. En premier lieu, la limite des gelées la *Frostgrenze* de von Wissmann qui *semble pouvoir diviser le Sahara en deux territoires principaux pourrait avoir d'ailleurs également une signification géobotanique, si la Frostgrenze séparait, aussi, deux empires floraux: le paléoarctique et le paléotropical* (Th. Monod, 1968, p.272). Ce facteur thermique est aussi tenu pour essentiel par R. Perret (1935) *La Mauritanie occidentale zone comprise entre les isothermes 20 - 22,5°C. en janvier et entre les isothermes 30 - 35°C. en juillet. L'influence de l'alizé marin, crée une région climatique particulière pour laquelle on peut retenir le nom de région climatique mauritanienne.*

Il semble que l'on doive apporter quelques crédits à ces données climatologiques essentielles à la compréhension du paysage végétal. C'est le mérite de C. Toupet (1971) de le prouver. Ne note-t-il pas qu'à Atar vingt années reçoivent une pluviosité supérieure à 100 mm par an, le calcul des valeurs limites permet d'estimer (C. Toupet, 1971 p. 41) *que huit années sur dix Atar recevra au moins 80 mm/an et il pleut tous les ans, ce qui est une caractéristique sahélienne.*

A Atar (fig.2) la courbe des températures est régulière *c'est un climat saharien mixte, accusant une lointaine influence du régime sahélien et peut-être déjà celle de type saharien nord, faciès marginal du régime méditerranéen à pluie d'hiver* (Th. Monod 1938 p.360).

En Mauritanie occidentale, il faut se garder d'oublier que M. Murat (1937 p. 339) a judicieusement rappelé que l'atténuation des caractères désertiques tenait à la double influence du climat subatlantique et à l'action lointaine mais saisonnière des moussons. Le Commandant Bouteil (1935 p. 56) avait remarqué qu'à l'ouest du 9e degré (Atar est au 13° W) le Sahara est un désert jeune où les régimes océaniques et soudanais se superposent et font sentir leur action bienfaisante. *Que ces deux influences se rapprochent seulement ou que localement même, elles parviennent à se superposer, c'est à elles que l'on peut attribuer les mélanges floristiques et faunistiques d'une région où l'on a souvent signalé la profondeur des irradiations africaines vers le nord, méditerranéennes vers le sud* (Th. Monod, 1938 p. 359).

LES REGIONS NATURELLES

L'existence de reliefs étendus n'est certainement pas étrangère à la présence de frontières biogéographiques incertaines.

L'Adrar est un ensemble de plateaux gréseux limitant au sud-ouest le bassin de Taoudenni *il se caractérise par une série de cuestas méridiennes dominées à l'est par l'imposante muraille du dhar de Chinguetti* (P.-C. Chamard, 1973 p. 207). A l'Ouest, le contact entre les formations paléozoïques et le socle se fait par un escarpement de 200 à 300 m de commandement. L'Adrar est cerné, au Nord, par l'erg Maqteir et à l'Est par l'immense Majâbat al Koubrâ. Le rôle biogéographique de l'Adrar est lié à sa situation. Il oppose une barrière de 650 m d'altitude en moyenne mais culminant à 855 m aux vents venus de l'Atlantique et il favorise ainsi par sa situation méridienne, entre le 22e et le 19e degré de latitude nord, le passage progressif des pays méditerranéens aux pays tropicaux saharo-sahéliens.

Deux grandes régions naturelles s'individualisent. L'Amsaga à l'Ouest, original par ses modelés façonnés dans les roches du socle précambrien et l'Adrar proprement dit, aux reliefs simples et harmonieux développés dans la couverture paléozoïque. Cuestas et plateaux sont accidentés de vallées orientées par des accidents tectoniques importants qui fragmentent l'Adrar en larges compartiments. Ces vallées d'angle de faille sont généralement obturées par de puissants édifices éoliens. Ces deux vastes régions naturelles offrent des milieux variés dépendant à la fois de la nature du substratum et de l'évolution morphologique.

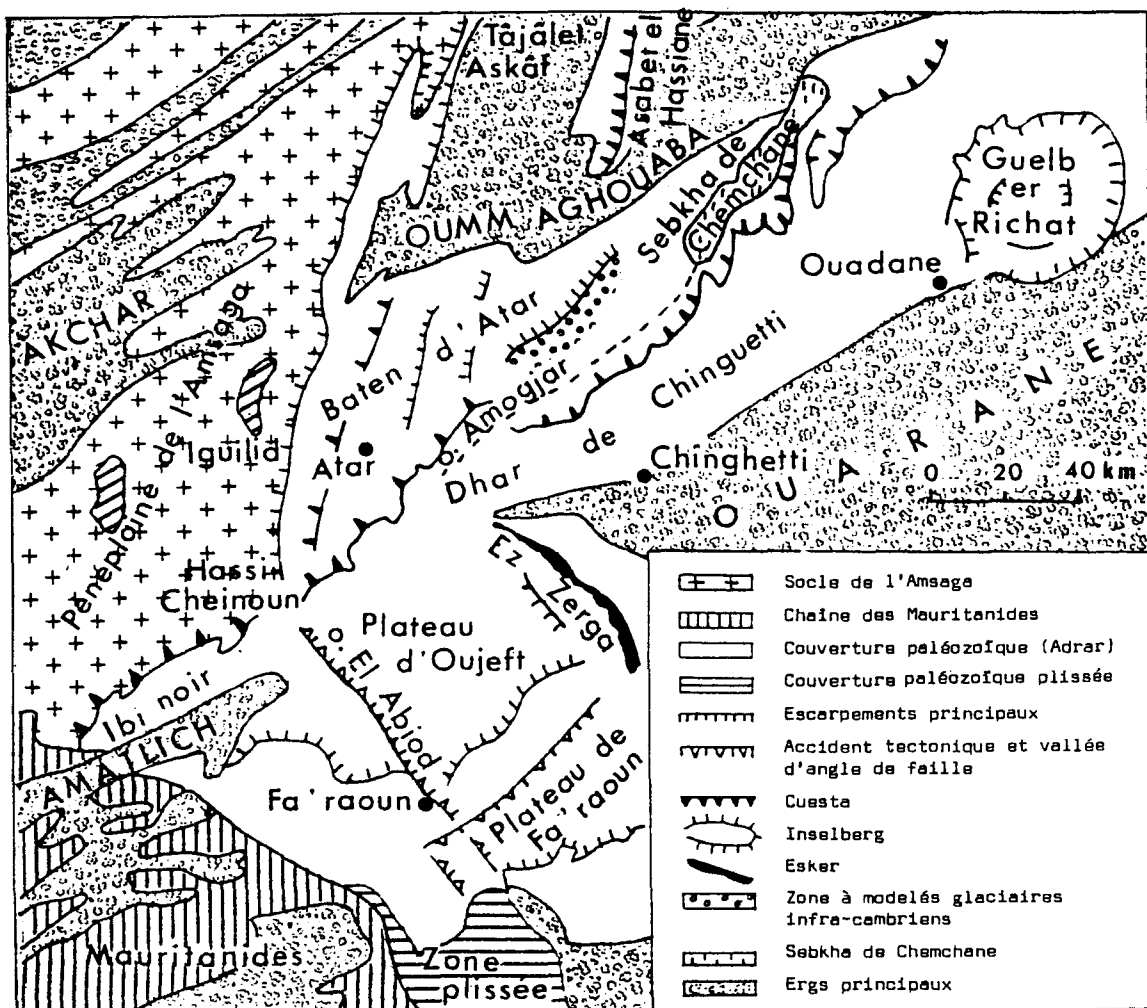


Fig. 4 - Croquis géomorphologique schématique de l'Amsaga et de l'Adrar.

L'AMSAGA

L'Amsaga est constitué par des formations cristallophylliennes où dominent les leptynites et les gneiss et par des roches éruptives essentiellement granitiques (A. Blanchot, 1966, J. Barrere 1967). La variété des faciès a permis aux agents d'érosion de dégager, à partir de la pénéplaine fini-tertiaire (S. Daveau, 1966) de nombreux modelés de déchaussement. Les plus imposants sont les inselbergs. Au Sud-Ouest de Choum, ils sont façonnés dans les quartzites, ceux d'Iguilid, sont modelés dans les gabbros à hypersthène tandis que d'autres, comme dans l'ensemble de Bou et Oumm Khzâma dans des gneiss à hypersthène. Ces inselbergs ont des versants encombrés d'éboulis de blocs ou de boules (J. Riser, 1978). Les modelés de déchaussement de plus petite taille sont aussi très nombreux: tor, chaos de boules de granite, dos de baleine, chicot, moignon (J. Riser, 1986).

L'ADRAR

L'Adrar est, au contraire de l'Amsaga, constitué par plusieurs ensembles de reliefs structuraux dont les principaux sont d'imposantes cuestas orientées nord-sud ou sud-ouest nord-est. Le premier escarpement dominant l'Amsaga entre Hassi Cheinoûn et Tajâlet Askâf est façonné dans les roches cristallines de l'Amsaga qui affleurent parfois, surtout au sud, sur les trois quarts de l'escarpement et dans les grès et quartzites de l'Infracambrien inférieur. L'escarpement principal est développé dans les grès-quartzites fins surmontant un conglomérat ravinant le socle (R. Trompette, 1973). La première cuesta comportant le binôme roche-tendre roche-dure s'individualise parfaitement à partir d'Aguenni (ouest d'Atar). Son talus est façonné dans les formations gréso-argilo-dolomitiques de l'Infracambrien inférieur. Toutefois une discordance de ravinement existe entre cette formation de 110 m de puissance et les grès fins supérieurs donnant l'escarpement principal. Cette cuesta se poursuit ensuite vers le Nord où elle est interrompue par l'Erg Aghoûaba. La puissance des couches va en diminuant si bien qu'elle ne donne plus, au nord de Char que des buttes de 130m de haut environ, précédant un talus à la topographie éoussée. La dépression subséquente (orthoclinale) qui précède cette cuesta à l'Ouest, est à l'image du relief : vaste plaine drainée par le Tayâret Cdar au Sud, elle devient, vers le Nord au-delà de l'erg Aghoûaba, une plaine au drainage indécis, parsemée d'ergs, de placages de calcaire lacustre probablement pléistocène récent et d'argiles lacustres à Gastéropodes (*Melania tuberculata*, *Bulinus truncatus rohlfsi*) holocènes (8000 B.P.).

Les séries du groupe d'Atar et de l'Açâbet el Hassian sont constituées par une superposition de roches successivement dures et tendres : calcaire à stromatolites, grès fins, argiles et schistes (R. Trompette, 1973).

Dans le groupe d'Atar, les bancs résistants de calcaire ou de grès donnent naissance à de petits escarpements de 10-30m de commandement tandis que les thalwegs sont creusés dans les formations schisteuses et argileuses.

Le groupe de l'Açâbet el Hassian, de l'Infracambrien supérieur, repose, en discordance de ravinement sur le groupe d'Atar. La cuesta ne se développe pleinement que dans l'Açâbet el Hassian. L'altitude relative de la corniche passe de 160m au Sud à 250m au centre.

Une nouvelle discordance sépare l'Infracambrien du Cambro-Ordovicien. Elle est matérialisée par une tillite constante bien que parfois peu épaisse. La glaciation responsable de cette formation a laissé des modelés d'une fraîcheur exemplaire, en particulier dans le petit massif des Jbeliat (M. Deynoux, 1978) où affleure un ensemble très complet des modelés de la glaciation du Cambro-Ordovicien inférieur : roches striées et moutonnées, moraines de fond, formations fluvio-glaciaires, blocs erratiques. Le Cambro-Ordovicien est ensuite essentiellement silteux et gréseux et se termine par de vastes entablements de grès-quartzites façonnés en cuesta imposante dans l'Ibi noir et le dhar de Chinguetti et en plateaux compartimentés par des failles (plateaux d'Oujeft et de Far'aoun). Dans la région étudiée, la glaciation de l'Ordovicien est seulement matérialisée par l'esker sud-est nord-ouest d'Ez Zerga.

Enfin, le Guelb er Richat est une structure anticlinale circulaire en forme de dôme arrondi dont la voute a été profondément attaquée par l'érosion (M. Deynoux et R. Trompette, 1971). L'anneau externe enserre plusieurs combes circulaires concentriques. Les combes annulaires centrales, à partir du Rich Seriz et du Rich el Kadzer sont façonnées dans le groupe de l'Açâbet el Hassian. Les grès donnant des crêtes tandis que les silstones sont creusés en combes annulaires. Au centre de la structure érodée apparaissent des feldspathoïdes, des dolomies, des silexites appartenant au groupe d'Atar.

A toutes les époques de leur longue histoire, les modelés de l'Amsaga et les reliefs de l'Adrar ont été burinés par les agents de l'érosion. Les dépôts consécutifs à l'action des agents d'érosion quaternaires sont les plus nombreux, les plus variés et les plus faciles à observer : regs, arènes, éboulis et éboulements, dépôt alluviaux (terrasses, glacis, cônes de déjection), formations éoliennes. Ils servent, dans la majorité des cas de support à la végétation, car les sols sont rares même à l'état fossile à cause de climats et de paléoclimats peu favorables à la pédogenèse.

LE POINT DE VUE BIOGEOGRAPHIQUE

Du point de vue biogéographique, si l'attribution du Tagant au Sahel n'est pas discutable, pour l'Adrar les faits sont plus difficiles à interpréter. L'Adrar géographique que je limiterais volontiers, à l'ouest par le contact de la couverture paléozoïque et du socle cristallin (donc par la falaise de Touyerma-Char), au sud par le Khatt, où la limite est purement arbitraire, par le parallèle de Char, à l'est, où elle n'est guère plus naturelle, par le méridien de Ziri (Th. Monod, 1938 p. 360).

Le nord-ouest de l'Adrar mauritanien (fig.1) est frôlé par la limite des deux domaines, saharo-méditerranéen et saharo-africain qui rejoindra sur le littoral atlantique, aux environs du cap Timiris, la limite nord du domaine sahélien, vers le 19^e degré de latitude nord (M. Murat, 1937). C'est à peu près là que passe la limite sud du Cornulaca monacantha, plante essentiellement saharienne, et la limite nord d'Euphorbia balsamifera, espèce caractéristique de la zone sahélienne (A. Chevalier, 1933 p. 12) ce qui est semble-t-il discutable. La coexistence, dans la Kedia d'Idjil et dans l'Adrar, du Boscia senegalensis et du Rhus oxyacantha, symbolise un phénomène qui rendra très délicate l'interprétation biogéographique d'une zone où le domaine saharo-méditerranéen, sans interposition du domaine saharo-africain individualisé se heurte au Sahel et où ce brassage d'éléments installe ce magnifique Mischgebiet au contact précis, non seulement de deux régions, mais de deux empires, zone de choix, évidemment, pour une enquête floristique (Th. Monod, 1938 p. 350).

C'est dire tout l'intérêt de l'analyse préalable des abords de l'Adrar où se juxtaposent des ensembles phytosociologiques (Alliance), décrits par ailleurs, habituellement très éloignés géographiquement les uns des autres. Les environs de l'Adrar paraissent jouer le même rôle que le Tademaït, pont entre le monde méditerranéen et le monde saharien (J.-P. Barry et al., 1985). On ne comprendra bien sa végétation que si l'on regarde auparavant ses alentours. Ici, plus qu'ailleurs, la frontière séparant un territoire extra-tropical : région saharo-méditerranéenne, d'un territoire tropical : région saharo-africaine, est incertaine. Il faut essayer de différencier ces deux ensembles génétiquement divers et qui se ressemblent physionomiquement.

Le résultat d'une comparaison des analyses floristiques de l'Adrar et du Zemmour oriental (V. Monteil et C. Sauvage 1949, p.288) est très instructif et d'autant plus net qu'il porte sur un nombre sensiblement analogue d'espèces (Annexes, tabl.6).

On voit tout de suite ce qui sépare les deux florules, l'une étant pleinement saharo-méditerranéenne, l'autre foncièrement saharo-africaine dans l'ensemble, mais devant à sa situation géographique (ou climatique) à la fois une particulière richesse en irradiations sahéliennes et la présence de plusieurs types à affinités septentrionales apparemment absents des régions voisines de latitude égale mais extérieures au massif et où règne le type banal que j'ai appelé saharo-tropical généralisé (Th. Monod, 1952 p.439).

La question principale qui se pose est celle-ci : y a-t-il place entre le Sahara proprement dit et le Sahel pour une zone intermédiaire, à laquelle appartiendrait l'Adrar mauritanien ?.

Il peut devenir difficile, floristiquement parlant, de décider si l'on se trouve encore au Sahara ou déjà au Sahel. Physionomiquement, vu la rareté des phanérophytes typiquement méridionaux, ce sont les aspects sahariens qui l'emportent. Que ce Sahara de l'Adrar, ne soit pas, et de loin, un Tanezrouft, c'est l'évidence, et la végétation s'y voit souvent d'ailleurs, dans ses diverses strates, plus diffuse que contractée.

J'ai pensé que l'Adrar méritait de se voir individualisé en tant que secteur sans y chercher le type d'une division de caractère zonal du domaine saharo-africain ou intermédiaire entre ce dernier et le Sahel... ! Ce caractère de transition évident n'aurait-il pas une double origine : d'une part une vigueur inusitée de la savane désertique de l'autre, une forte infiltration d'éléments méridionaux (Th. Monod, 1954 p. 44-46).

Les frontières biogéographiques en ces pays ne peuvent être qu'incertaines, ce sont des zones de balancement entre deux mondes qui, insensiblement, passent de l'un à l'autre par touches hasardeuses, unissant ainsi le pays méditerranéen au pays africain. En effet les composants de la flore s'individualisent progressivement en un continuum (J.-P. Barry, 1986).

- Une flore méditerranéenne, des pays chauds, relativement humide à pluviosité en saison froide (Novembre-Mars).
 - Une flore saharo-sindienne de pays chauds et secs.
- Toutes deux électives de pays à gelées ou à risque de gelées.
- Une flore soudano-zambézienne (apparentée à la Rand-Flora) des pays chauds et humides à pluviosité estivale (Mai-Octobre) et ne connaissant pas la gelée (fig. 5).

	A D R A R		ZEMMOUR ORIENTAL	
	Nombre d'espèces	%	Nombre d'espèces	%
1 - Élément méditerranéen	0	0	11	7
2 - - saharo-sindien	71	31	76	48
3 - - soudano-deccanien	70	31	3	2
4 - Liaison méditerranéenne saharo- sindienne	13	5	19	12
5 - Liaison saharo-sindienne soudano- deccanienne	32	14	29	19
6 - Plurirégionales	38	16	4	2
7 - Endémiques	1	0,4	15	10
TOTAL	224		157	

Fig. 5 - Distribution des éléments biogéographiques dans l'Adrar et le Zemmour oriental. (in Th. Monod, 1952, p. 439)

LES PAYSAGES VEGETAUX

Avant d'aller plus loin dans l'analyse de l'Adrar, une première évidence doit-être éliminée. Que savons-nous de la distribution des formations végétales aux alentours de l'Adrar, entre le 22e et le 26e degré de latitude nord et de part et d'autre du méridien 12° ouest ?

Dès 1935, le Commandant Bouteil indique comme zone de transition la région de Larchéouat, à une vingtaine de kilomètres au nord de Char et spécifie que la Kédia d'Idjil appartient nettement au régime (climatique) du Zemmour et que le régime des régions au nord de la Kédia se rapproche beaucoup plus du régime marocain que du régime soudanais. Ce que confirment B. Zolotarevsky et M. Murat (1938 p.66, 69,75) sur les plateaux pierreux de l'Adrar septentrional et sur les éboulis aux pieds des falaises, le groupement végétal dominant est la savane sahélo-désertique. Elle est assez fournie en arbres jusqu'à Char (21°30 longitude).

Au Nord de Char, de Toujenine et d'Abeynat, la savane perd beaucoup de terrain et finit par se réfugier dans des dépressions (*Acacia-Panicum*). La steppe à *Nucularia perrini* avec *Panicum turgidum* occupe, tout le baten jusqu'au pied du dhar...

Les dunes qui couvraient de grandes étendues à l'Est des deux falaises occidentales de l'Adrar entre Oudei Aourach, Adbeinat et l'oued Tangharada sont occupées par la steppe boisée sahélo-désertique *Acacia raddiana*, *Aristida pungens*, *Calligonum comosum* et *Asphodelus tenuifolius* y sont très communs. Sur ses grandes dunes croissent *Aristida pungens* et *Cornulaca monacantha* accompagnés de quelques pieds de *Moltkia callosa*, *Polycarpon loeflingii* et *Aristida acutifolia*.

Dans les creux interdunaires quelques *Acacia raddiana* très rares, mais d'une belle venue.

Au Nord de l'Azefal, on aborde de nouveau le socle cristallin... (Kedia d'Idjil).

Au point de vue botanique, la savane sahélo-désertique à *Acacia seyal* plus ou moins mélangé d'*Acacia raddiana* et quelques éléments de la flore méditerranéenne : *Rhus oxyacantha*, *Antirrhinum ramosissimum*, *Gaillonia reboudiana*, *Nucularia perrini* et *Salsola foetida* escaladent les pentes à une grande hauteur.

Au Zemmour... la plante la plus commune est *Haloxylon tamariscifolium*.

Au Nord du 21^e degré de latitude nord commence la transition avec le Sahara sub-océanique et autour des îlots de la savane à *Acacia raddiana* et *Acacia seyal* se développe la steppe à *Nucularia perrini*... Plus au Nord on pénètre dans la zone la plus aride. Même la steppe y laisse nues de grandes surfaces de la pénéplaine cristalline. Cette région appartient déjà à la partie septentrionale de ce domaine avec une flore en grande partie méditerranéenne.

Cette distribution pose problème, car la flore du Sahara occidental comprend aussi des plantes qui lui sont propres... *Nucularia perrini* est endémique du Sahara occidental et central, *Gaillonia reboudiana* endémique du seul Sahara occidental, *Salsola sieberi*, espèce saharo-sindienne, est représentée au Sahara occidental par plusieurs variétés.

L'on sait que la répartition de *Nucularia perrini* et de *Cornulaca monacantha* sont complémentaires l'askaf préférant les cailloutis, les alluvions graveleuses ou sablonneuses des oueds tandis que le Had se plaît dans les sables et les ergs. Peut-être n'est-ce pas aussi simple? La première espèce est une endémique du Sahara occidental et central ; à l'inverse la seconde peuple les déserts depuis l'Afghanistan jusqu'au Maqteir en Mauritanie septentrionale (V. Monteil et C. Sauvage, 1948 p.47).

Les documents sont rares pour essayer des comparaisons : seuls ceux de P. Quézel (1965 p.208-217) et de P. Guinet et C. Sauvage (1954) l'autorisent avec les nôtres du Sahara septentrional algérien (J.-P. Barry et al., 1985) où la steppe à *Arthrophytum scoparium* (*Arthrophytion scopariae*) en est la formation végétale vedette ainsi que les steppes à Salsolacées essentiellement à *Salsola foetida* et *Randonia africana* que nous raccordons à l'*Aervo-Fagonion*. (Annexes, tabl.6 et 7).

Ces formations sont-elles continues entre le 0 et le 11^e degré de longitude ouest ? On ne le sait avec rigueur P.Guinet et C.Sauvage (1954) et P. Quézel (1962) soulignent qu'au Sahara occidental, la steppe à *Arthrophytum scoparium* rappelle physionomiquement celle signalée au Sahara septentrional. Elle se mélange sur le versant des thalwegs aux formations à *Acacia*. Ce qui n'est pas sans rappeler ce que nous avons observé sur le revers nord du Tademaït (J.-P. Barry et al., 1985, tableaux IX -X p.171-174).

Cette identité floristique doit être confortée par une identité bioclimatique (fig. 6 et 7). Ces ensembles phytosociologiquement bien définis s'individualisent tout au long de la bordure saharienne algérienne (J.-P. Barry et al, 1985) où la steppe à *Arthrophytum scoparium* est élective de l'étage bioclimatique mésoméditerranéen dans sa zone prédésertique entre 100 et 50 mm de pluie par an et de l'étage thermoméditerranéen dans sa zone érémiq méditerranéenne (J.-P. Barry et al., 1985). Par contre la steppe à *Salsola foetida* et *Randonia africana*, moins amplement répandue, se développe, pour l'essentiel, dans la zone érémiq saharienne du thermoméditerranéen 50-30 mm de pluie et 3°C < m < 5°C qui selon nous doit être raccordée à l'*Aervo-Fagonion* alors que la steppe à *Arthrophytum scoparium* essentiellement prédésertique succède à la méconnue steppe à Alfa. Toutes les stations de Mauritanie ont: m > 8°C et T > 23,9°C. Bir Moghreïn est à la limite de l'étage thermoméditerranéen à pluviosité automnale (septembre-octobre); pour toutes les autres stations la pluie commence en Août. On doit la considérer comme de saison chaude. Par contre la pluviosité des stations algériennes présentant des formations végétales comparables est de saison froide (octobre-décembre et surtout mars-avril). Il semble que cette similitude ne peut guère être attribuée à ces facteurs. Si l'on doit en retenir un, il est plus ombrique que thermique, ce que confirme le mixtium *Arthrophytion scopariae*, *Acacio-Panicion* observé au sud d'El Goléa sur le revers septentrional du Tademaït.

L'on se doit de comparer les relevés publiés par P. Guinet et C. Sauvage (1954) et P. Quézel (1962) avec les nôtres (J.-P. Barry et al., 1985 p.170-174) où l'on constate que l'Acacio-Panicion s'efface progressivement, laissant la place à l'*Anthirrhino - Pituranthion scopariae*; la steppe buissonneuse à remt étant nettement plus septentrionale. On reconnaît (Annexes, tabl.2) que les éléments de l'*Helianthemetalia lippiis* propres à la bordure saharienne sont également bien représentés, que ceux de l'*Aervo-Fagonion* et de l'Acacio - Panicion bien qu'existant, sont rares. Ce qui confirme la situation de Bir Moghreïn à la limite de l'étage thermoméditerranéen et de la zone érémiq ue saharienne (fig. 6 et 7).

La steppe à *Salsola foetida* (*Salsola foetida* Delile = *S. baryosma* (Schultes) Dandy) et *Randonia africana* élective des basses plaines sahariennes (J.-P. Barry et al., 1981 p.24) caractérise les regs du Sahara septentrional et occidental entre 400 et 700 m d'altitude de la zone érémiq ue saharienne.

L'absence de relevés n'autorise aucune comparaison. De nombreux auteurs conviennent d'une savane sahélo-désertique qui occupe le pays au nord d'une ligne joignant le Cap Timiris à la pointe méridionale de l'erg Chech (aux alentours du 24e degré de latitude nord et de 8 degré de longitude ouest). Il est donc impossible d'effectuer une comparaison avec les formations observées au Sahara algérien ; tout reste à faire.

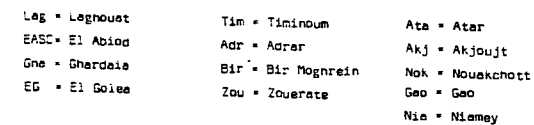
Toutefois cela conduit à une première réflexion confirmant que cette limite se confond avec la limite méridionale de l'Holarctis plus septentrionale en Algérie (entre le 28e et le 26e degré de latitude nord). Pour ce qui concerne la steppe à *Nucularia perrini* qui n'est pas représentée en Algérie, quelques pieds isolés sur le plateau du Tademaït dans les ravins de Mouydir et de l'Ahaggar ne permettent aucun statut phytosociologique (J.-P. Barry, 1981 p.15).

Selon P. Quézel (1965, p.215) *Nucularia perrini* occupe d'immenses surfaces à l'état de peuplements très clairsemés dans le Hank, la région d'Idjil et des Eglabs, son recouvrement varie entre 1 à 10%, elle est floristiquement très pauvre et homogène. Il est malaisé de raccorder cet ensemble électif des regs sablonneux du Hank, de la région d'Idjil et des Eglabs qui paraît associée aux étages bioclimatiques thermoméditerranéen et tropical sahélien dans leurs variantes érémiq ues sahariennes et sahéliennes. Comme V. Monteil et C. Sauvage (1949) soulignent que la répartition de *Cornulaca monacantha* est complémentaire de celle de *Nucularia perrini*, endémique du Sahara occidental, rien n'interdit de raccorder ces formations à l'*Aervo-Fagonion* caractéristique du Sahara occidental, central et oriental où l'influence océanique est négligeable. Elles correspondraient aux steppes désertiques à *Cornulaca monacantha* et *Salsolacées* et à *Cornulaca* et *Fagonia bruguieri* (J.-P. Barry et al., 1981 tabl.1 p.13 et tabl. 3 p.22). Ce qui est confirmé par nos observations aux franges septentrionales de l'Adrar (Annexes, tabl.2).

Une excellente démonstration de ce continuum biogéographique nous est donnée par l'analyse des groupements végétaux entre Zouérate et le tropique du Cancer. Cette vaste péninsule d'une altitude moyenne de 300 mètres piquetée de Guelb n'est certes pas le Tanezrouft qui est aux mêmes latitudes. Une végétation contractée l'occupe pleinement : deux formations steppiques la caractérise - une steppe à *Asteriscus graveolens* (*Asterisco-Pergularietea*) (Annexes, tabl.8 relevé n° 86110201 à 86110706 - 24 relevés) et une steppe à *Nucularia perrini* (Annexes, tabl.8 relevé 86110608 à 86110613 -19 relevés) (*Aervo-Fagonion*).

Ces deux ensembles remarquablement individualisés(43 relevés)présentent conjointement des éléments de l'Acacio-Panicion et de l'Acacio-Aristidion. La présence conjointe de l'*Atractylis aristata* et à un moindre titre *Chrozophora brocchiana* souligne, si cela était encore nécessaire, que l'on se trouve à la frange septentrionale du Sahara (J.P. Barry et al., 1952 p. 119 et 1986 p. 198).

On se doit de constater que cette zone nord-adrarienne est un *Mischgebiet* où toute la diversité saharienne et sahélienne se côtoie. On ne peut l'expliquer, selon nous, que par les fluctuations climatiques du Quaternaire récent. Le climat actuel du Sahara occidental assure sa permanence. Le poids du climat qui ici prime tous les autres facteurs peut seul expliquer le maintien de cette diversité floristique !



Thermique (°C)

T = t

12 13 14 15 16 17 18 19 20 21 22 23 24 25 26 27 28 29 30 31 32

550 500 400 300 200 150 100 50 0

0.7 1.8 2.9 3.10 4.11 5.12 6.13 7.14 8.15 9.16 10.17 11.18 12.19 13.20 14.21 15.22 16.23 17.24 18.25 19.26 20.27 21.28 22.29 23.30 24.31 25.32

EASC
EG
Leg
Gha
Tim
Aor
Zou
Ab
Gao

* T = t° moyenne annuelle
m = t° moyenne des minima du mois le plus froid
* t = t° moyenne du mois le plus froid

Ormique (mm)

Fig. 6 - Relations des facteurs ombrique et thermique des stations du Sahara algérien, malien et mauritanien avec les bioclimats méditerranéen et tropical.

LA VEGETATION DE L'ADRAR

L'analyse objective de ce massif amène à le considérer beaucoup plus comme une des nombreuses expressions du Sahara, que comme une entité en soi. Ne faut-il pas considérer l'Adrar comme un territoire Saharo-africain assez fortement infiltré d'éléments Soudano-décaniens et à un degré moindre d'éléments Saharo-méditerranéens (Th. Monod 1938 p.362). Situé entre ces deux mondes, ce massif ne peut être compris que si on le place dans l'espace saharien. Ses alentours immédiats sont, nous l'avons vu, riches d'enseignements et tout particulièrement la steppe à *Nucularia* qui s'étire depuis le piémont nord-occidental jusqu'au Zemmour aux Eglabs et au Hank les regs sablonneux constituent ici le seul paysage végétal caractérisé essentiellement par deux Salsolacées qui déterminent l'apparition d'une steppe très lâche dont le recouvrement ne dépasse pas 10 %, *Traganum nudatum* surtout sur sols calcaires est plutôt localisé sur la lisière sud-occidentale, *Nucularia perrini* par contre occupe d'immenses surfaces à l'état de peuplements très clairsemés dans le Hank, la région d'Idjil et des Eglabs (P. Quézel, 1965 p.215).

Ne pas tenir compte de cette réalité, c'est ignorer une des particularités adrariennes. Elective des thalwegs, des déflations du reg, la steppe à *Nucularia perrini* est accompagnée (Annexes, tabl. 1) par des éléments de la bordure saharienne (*Helianthemetalia lippis* et *Gymnocarpo-Atractyletalia*), du Sahara (*Acacio-Panicion*) et plus modestement du Sahel (*Acacio-Aristidion*); ce qui n'est pas sans rappeler les formations observées exceptionnellement dans l'Ahnnet (J.-P. Barry, 1981 Tableau III C, p.22) et le Tademaït (J.-P. Barry et al., 1985, p.148).

Nous avons proposé (J.-P. Barry et al., 1985) de considérer cet ensemble à *Nucularia perrini*, comme d'ailleurs ceux à *Salsola foetida* associés ou non à *Randonia africana* du Sahara septentrional ou plus au sud à *Hyoscyamus muticus* ssp. *falezlez*, *Fagonia* sp. comme partie intégrante de l'Aervo-Fagonionr; c'est pourquoi il côtoie dans ces stations les espèces de l'Acacio-Panicion. C'est réuni à ces ensembles floristiquement appauvris qu'il se rencontre au Nord de Choum. C'est probablement en ce même lieu que s'individualise l'érémisme saharien (J.-P. Barry et al., 1976-1985) aux franges de l'étage bioclimatique thermo-méditerranéen et tropical (fig. 6 et 7). L'Adrar proprement dit a peu de biotopes favorables aux plantes. Existe-t'il des relations entre formations superficielles et formations végétales ? On reconnaît cinq types de formations superficielles dans l'Adrar et l'Amsaga :

- Les arènes provenant de la désagrégation granulaire des roches cristallophylliennes et éruptives. Elles sont essentiellement répandues dans l'Amsaga.
- Les éboulis et éboulements qui s'observent aussi bien sur les flancs des inselbergs que sur le front des cuestas.
- Les regs de dégradation sur place des substratums rocheux sur le revers des cuestas.
- Les formations alluviales: terrasses, glacis, cônes de déjection.
- Les formations éoliennes.

A cette diversité géomorphologique ne correspond guère une grande diversité phytosociologique, certes onze formations furent décrites (Th. Monod, 1952) mais ce ne sont que diverses savanes et pseudo-steppes qui présentent des aspects physiologiques différents, aspects qui sont plus quantitatifs que qualitatifs.

S'il fut alors logique d'attacher une notable importance aux réalités non contestables que sont les formations végétales; il est actuellement préférable de comparer ces phytocénoses avec d'autres décrites par ailleurs, ce qui conduit à une meilleure connaissance, à une meilleure synthèse biogéographique et phytosociologique du Sahara où le poids du temps prime l'action des hommes.

C'est dans cette optique que nous avons regroupé nos observations qui se rapportent pour l'essentiel à diverses expressions de la savane désertique à *Acacia-Panicum*, selon

la présence de représentants d'éléments de la bordure saharienne (Annexes, tabl.2) ou leur absence compensée par la présence d'éléments sahéliens (Annexes, tabl.4) et ceux assurant la transition entre ces deux mondes (Annexes, tabl.5). Enfin un regroupement des relevés des formations sur ergs fixes qui ont une notable extension entre Ouadane et Chinguetti pose un délicat problème d'interprétation (Annexes, tabl.3).

L'unité supérieure physionomique, écologique et biologique dans la classification des communautés végétales qu'est la formation végétale (A. Aubreville, 1970), pose certains problèmes en Adrar. Aucun changement physionomique, les rares phanérophytes sont toujours les mêmes, mais le cortège d'espèces de la strate herbacée et de la strate chaméphytique qui imprime toujours le même aspect, la même consistance à la formation, peut être spécifiquement très différent. Ce n'est ni le fait édaphique ni le fait climatique qui amène ces profondes modifications variétales, mais le fait chorologique qui, une fois de plus au Sahara, est essentiel. Cette steppe arborée (= savane désertique) ne peut s'installer que lorsque les oueds sont suffisamment riches en éléments fins soit sablonneux soit colluviaux et dotés d'un inféro-flux. Il est évident qu'à une semblable homogénéité édaphique devrait en correspondre une, floristique. Comme ce n'est pas le cas, sauf pour les monotones oueds à *Aristida pungens* (Annexes, tabl.3), il faut rechercher une explication satisfaisante autre qu'édapho-climatique.

Par ailleurs de très grands oueds (El-Abiod, Nbeika, Timinit, Bou'Abouïn) habités, cultivés, pâturés depuis des siècles ne sont qu'une mosaïque de culture : melons, mil, sorgho. Les grands Acacias sont toujours là, associés à *Leptadenia pyrotechnica*. Les strates herbacées et chaméphytiques sont semblables à celles des oueds visiblement non cultivés ; mais ceux-ci ont-ils vraiment été épargnés par les hommes et les troupeaux ?

L'arbre, allié de l'homme, est presque toujours respecté. Son port, son allure, sa distribution sont caractéristiques mais l'herbe a disparu, usée par les excès de toutes sortes. Cette réalité souligne la difficulté d'analyser ces biotopes sahariens qui se doivent de prendre en compte leur composition floristique qui seule peut conduire à une compréhension globale de cette steppe arborée à Acacia (=Acacio-Panicion).

Tableau 2. (voir Annexes) : Le critère de sélection repose sur la présence d'espèces appartenant à des groupements définis auparavant dans la bordure saharienne de l'Algérie (M. Guinochet et P. Quézel, 1954, P. Guinet et C. Sauvage, 1954, J.-P. Barry et al. 1972-1973-1981-1985, P. Quézel, 1965).

- *Helianthemetalia lippiis*, réunissant les groupements méditerranéens : essentiellement l'*Arthrophytion scopariae*.

- *Gymnocarpo-Atractyletalia serratuloidae*, regroupant pour le thermoméditerranéen les Alliances des oueds : *Anthirrino-Pituranthion scopariae* et des regs : *Anvilleo - Zillion macropterae* (J.-P. BARRY et al., 1985).

On doit s'interroger sur la grande mixité des individus d'associations. Ne présentent-ils pas conjointement des éléments de l'*Acacio-Panicion* en plus grand nombre que ceux de l'*Acacio-Aristidion* confirmant le statut ambigu de l'Adrar qui n'est ni tout à fait saharien, ni tout à fait sahélien, et qu'individualisent opportunément : *Capparis decidua*, *Jatropha chevalieri*, *Indigofera oblongifolia*. L'absence d'espèces sahélo-soudaniennes confirme, si cela était encore nécessaire, le poids de la chorologie.

Ainsi ces 42 relevés, tous propres à la formation : steppe arborée à *Acacio-Panicion*, présentent un mélange d'éléments floristiques qui n'est pas sans rappeler ceux des formations similaires du Tademaït et des monts d'Ougarta. Cela confirme une lente, mais certaine modification de leur composition floristique, ce qui avait été pressenti, observé, mais peu quantifié.

Tableau 4. (voir Annexes) : A l'inverse ce tableau réunit tous les relevés présentant des éléments de l'*Acacio-Aristidion*. On constate que les espèces habituelles de l'*Asterisco-Pergularietea tomentosi* et du *Boerhavia-Tephrosietea purpureae* sont bien représentées ce qui confirme la mise en place d'un ensemble mixte assurant la transition entre pays

saharien et pays sahélien. On constate que les espèces du Sahel mauritanien sont toujours présentes. Ce qui est aussi tout à fait intéressant, c'est le constant mélange que nous avons observé, entre les espèces électives des regs et des oueds. Cela confirme aussi que nos ensembles sont plus des phytocénoses que des individus d'associations *sensu stricto* (J-P. Barry et al. 1986) auxquels il faudrait les raccorder, car ils identifient bien le passage vers le Sahara.

Tableau 5.(voir Annexes): Il était logique que séparant les oueds apparentés à des ensembles méditerranéens de ceux apparentés à des ensembles sahéliens, nous observions un troisième groupe qui n'est ni méditerranéen ni sahélien. Il est peut-être le plus significatif, le plus spécifique de l'Adrar ; il ne faut pas le considérer comme appauvri. En effet, sans espèce de la bordure saharienne et une faible représentation des espèces du Sahel, ces relevés ont un ensemble d'espèces communes qui paraît lié au Sahel : *Euphorbia balsamifera*, *Indigofera cotulea* et au Sahel mauritanien : *Capparis decidua*, *Combretum aculeatum*, *Jatropha chevalieri*, *Indigofera oblongifolia* (relevés 85110807 à 85112403). Les premiers (de 85112105 à 85112001) sont à rattacher à l'*Acacio-Panicion*, les divers représentants du *Boerhavia-Tephrosietea purpureae* étant rares pour ne pas dire absents.

C'est en comparant ces 3 ensembles (Annexes, tabl. 2, 4 et 5) que l'on confirme la position ambiguë de l'Adrar, très certainement liée à sa situation si particulière, beaucoup plus qu'à sa structure même. Serait-ce une erreur de dire que l'Adrar est un Sahara atténué ?

Tableau 3 (voir Annexes) : Une particularité de cette montagne est qu'elle présente de vastes ergs qui occupent soit le fond des vallées soit de vastes surfaces tabulaires. De puissantes dunes vives n'autorisent aucun développement du végétal, par contre sur des placages de sables peu épais recouvrant ces deux milieux, se développe une steppe arborée lâche, non contractée, occupant pleinement le pays.

Cette formation qui n'a pas de caractéristiques propres, à part une notable abondance de *Stipagrostis acutiflora* et *Fagonia longispina*, est tout à fait caractéristique de cette surface tabulaire ensablée entre Ouadane et Chinguetti. A la fois saharienne et sahélienne, elle est tout à fait caractéristique de ces espaces subhorizontaux. Il semblerait, mais nous n'avons pu le confirmer, que les couloirs interdunaires de l'erg Ouarâne présentent la même végétation dominée par de puissants *Acacia tortilis* ssp. *raddiana*.

Il est à souligner que le sable, en placage peu épais sur les replats et dans les couloirs interdunaires, masque des reliefs qui émergent çà et là. Cette particularité géomorphologique autorise l'organisation sur ces zones relativement planes d'une steppe arborée de l'*Acacio-Panicion* présentant une courte strate herbacée à *Stipagrostis acutifolia* - *Fagonia longispina* qui fait place à *Stipagrostis pungens* dès que les oueds puissants obstrués de dunes se constituent. Cette juxtaposition de ces deux ensembles, est tout à fait caractéristique du pays entre Ouadane et Chinguetti au Nord de l'erg Ouarâne.

CONCLUSIONS

La répartition des principales formations végétales de l'Adrar fait apparaître deux faits importants (fig.8) : la dépendance du climat, le rôle secondaire du relief et des conditions édaphiques locales. Cette synthèse doit être toutefois nuancée, car les relevés botaniques réalisés ne sont pas exhaustifs et leur répartition sur deux grands axes Nord - Sud et Sud-Ouest Nord-Est se recoupant au coeur de l'Adrar aurait tendance à fausser le raisonnement en faisant de l'Adrar une montagne privilégiée par rapport aux régions voisines et en accentuant artificiellement le rôle du relief.

1) La dépendance du climat.

L'analyse de la figure 8 montre d'abord que le rôle du climat actuel est essentiel. Les formations à *Nucularia perrini* et à *Asteriscus graveolens*, sahariennes, développent leurs aires de répartition au nord et à l'est de la région dans les zones les plus sèches et ne pénètrent que très timidement dans le massif montagneux. La formation à *Acacias* accompagnés d'espèces de la bordure saharienne septentrionale s'étale plus avant vers le Sud en venant du Nord. Pour celle-ci aussi les tendances sahariennes du climat priment le relief. Enfin, la formation végétale à *Acacias* accompagnée des espèces sahéliennes pénètre la montagne en formant une apophyse très marquée, ouverte vers le Sud, et atteignant Choum au Nord.

2) Le rôle du relief et des conditions édaphiques locales.

Le rôle du relief n'est cependant pas négligeable. Il peut être une barrière ou une passerelle. Il joue le rôle de barrière dans le cas de *Nucularia perrini* qui s'avance faiblement dans l'Adrar et ne semble pas malgré l'absence de relevés vers le nord-est franchir le Dhar de Chinguetti sauf au niveau du Guelb er Richât plus franchement saharien.

Le rôle de passerelle apparaît dans la répartition des formations végétales à *Acacias* et espèces de la bordure saharienne septentrionale. Actuellement ou dans un passé proche, l'Adrar, suffisamment élevé permet un accroissement sensible des pluies automnales et hivernales (fig.3 et 6) ; l'influence atlantique étant donc ici accentuée par l'altitude. Il ne faut pas oublier aussi en automne et hiver, le rôle certainement important des rosées en montagne. Une remarque semblable découle de l'étude de la répartition des végétaux sahéliens. Le relief permet aux pluies d'été d'être plus abondantes et de remonter plus au Nord. Ainsi, les représentants de la flore sahélienne se rencontrent jusqu'à la latitude de Choum.

L'étude de la répartition de la végétation des oueds permet de montrer le rôle faible des conditions édaphiques locales. L'importance des réseaux hydrographiques de l'Adrar est directement liée aux volumes montagneux. Le massif est creusé de profondes vallées parfois encaissées de plusieurs dizaines de mètres. Au fond de ces thalwegs, la végétation est relativement abondante. Cela est dû à la variété des substrats de ces vallées ; colluvions, alluvions diverses, formations éoliennes fossiles et à la présence certaine d'infero-flux. Toutefois, il est remarquable de constater que les oueds adrariens, à végétation sahélienne ou saharo-sahélienne se situent au sud de l'Adrar ou dans les vallées à l'intérieur du massif, tandis que ceux où se développe une végétation saharienne sont plus nombreux au Nord. Au-delà de Choum, au Nord, et à partir de Ouadane à l'Est, même les oueds sont semble-t-il plus sahariens. Par conséquent, dans ce cas aussi le climat prime les conditions édaphiques locales.

Il faut enfin faire une place à part à la végétation à *Stipagrostis pungens* propre aux ergs où l'édaphisme domine les autres facteurs.

L'approche de l'Adrar en tant que tel ne suffit pas à sa compréhension tant géomorphologique que biogéographique, il faut le considérer comme partie d'un tout comprenant le Tizelkaf au nord de l'erg el Hammami et surtout le Tagant septentrional qui le raccorde aux régions franchement sahéliennes.

Ainsi, ni le relief, ni les conditions édaphiques locales n'influent d'une manière directe sur le couvert végétal : seules les influences climatiques actuelles ou passées accusées plus ou moins par le relief sont les facteurs essentiels de la répartition végétale.

Avignon, Nice, Nouakchott, Toulon. Mars 1987

C'est au cours de missions de Coopération que l'essentiel de cette publication a été réalisé. Rien n'aurait pu être fait sans Madame S. BA Directrice de l'Institut supérieur des Sciences de Nouakchott et sans Monsieur le Directeur de la S.N.I.M de Nouadhibou et les responsables de Zouérate qui ont mis à notre disposition les moyens matériels indispensables.

Nous ne saurions oublier Monsieur R. CARUBA Maître de Conférences responsable des Accords de Coopération Franco-Mauritaniens et de la coordination des recherches scientifiques et la Mission de Coopération militaire d'Atar qui nous a accueillis avec chaleur et sympathie.



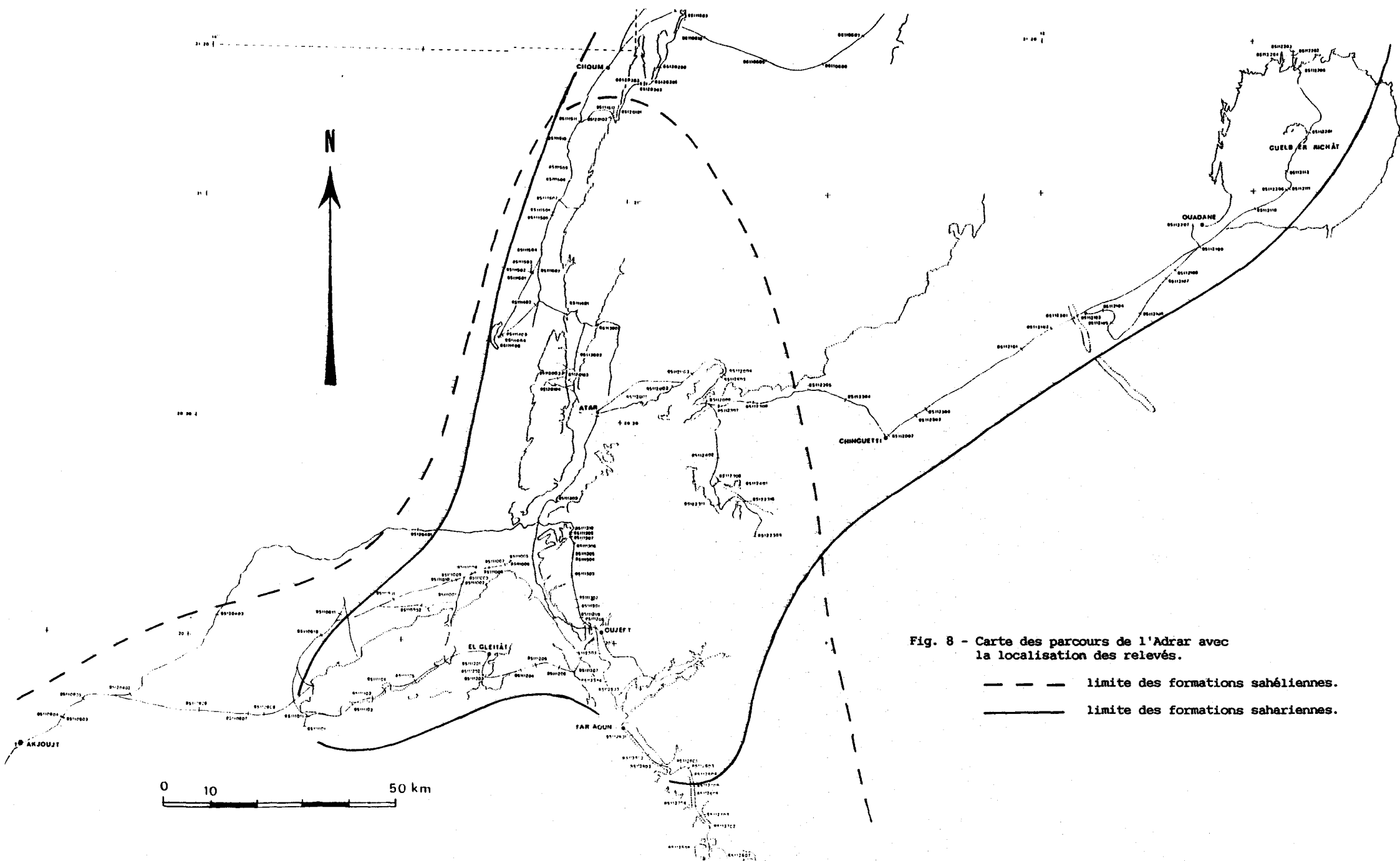


Fig. 8 - Carte des parcours de l'Adrar avec la localisation des relevés.

BIBLIOGRAPHIE

- AUBREVILLE A., 1970 - Vocabulaire de biogéographie appliquée aux régions tropicales.
Adansonia, Fr. 10 (4) : 439-497.
- BARRERE J., 1967 - Le groupe précambrien de l'Amsaga entre Atar et Akjoujt (Mauritanie). Etude d'un métamorphisme profond et de ses relations avec la migmatisation.
Thèse Clermont-Ferrand - Mém. Bur. Rech. géol. minières Fr., 42, 275p., 27 fig., 26 tabl., 11 pl. h-t., 4 cartes.
- BARRY J.-P., CELLES J.-C., 1972-1973 - Le problème des divisions bioclimatiques et floristiques au Sahara algérien (entre 0° et 6° de longitude est).
Nat. monspel., sér. Bot., 23-24 : 5-48.
- BARRY J.-P., CELLES J.-C., MANIERE R., 1976 - Le problème des divisions bioclimatique et floristiques au Sahara algérien. Note II : Le Sahara central et le Sahara méridional.
Nat. monspel., sér. Bot., 26 : 211-242.
- BARRY J.-P., CELLES J.-C., 1981 - Le problèmes des divisions bioclimatiques et floristiques au Sahara algérien. Note III : L'analyse de la végétation de la région d'In Salah et de Tamanrasset.
Nat. monspel., sér. Bot., 44 : 1-48.
- BARRY J.-P., 1982 - La frontière méridionale du Sahara entre l'Adrar des Iforas et Tombouctou.
Ecologia medit., VIII (3) : 99-124.
- BARRY J.-P., CELLES J.-C., MUSSO J., 1985 - Le problème des divisions bioclimatiques et floristiques au Sahara algérien. Note IV: Le plateau du Tademaït et ses alentours (Carte Ouargla) .
Ecologia medit., XII (2-3) : 126-181.
- BARRY J.-P., CELLES J.-C., MUSSO J., 1986 - Le problème des divisions bioclimatiques et floristiques au Sahara algérien. Note V : Du Sahara au Sahel. Un essai de définition de cette marche africaine aux alentours de l'Adrar des Iforas.
Ecologia medit., XII (1-2) : 187-235.
- BLANCHOT A., 1966 - Le précambrien de Mauritanie occidentale.
Thèse Fac. Sci. Nancy, Bull. Dir. féd. Mines Géol. A.O.F. Dakar, 17 : 304 p., 44 fig., 10 pl. h-t., 20 pl. phot., 7 cartes.
- BOUTEIL Commandant, 1935 - Reconnaissance dans le Zemmour en Mauritanie.
in Renseignements coloniaux et Documents publiés par le Comité de l'Afrique française et le Comité du Maroc. Suppl. n°2 à l'Afrique fr., XLV (6) : 33-41 et n 3, XLV (7) : 55-64.
- CHAMARD P.C., 1973 - Monographie d'une sebkha continentale du sud-ouest saharien, la sebkha de Chemchane (Adrar de Mauritanie).
Bull. Inst. fr. Afri. noire, Sénégal XXXV, sér. A (2) : 207-243, 5 fig., 5 tabl.
- CHEVALIER A., 1933 - Le territoire géobotanique de l'Afrique tropicale nord-occidentale, ses subdivisions.
Bull. Soc. Bot. Fr., LXXX : 4-26, 1 carte.
- DAVEAU S., 1966 - Le relief du Baten d'Atar (Adrar mauritanien).
Centre nation. Rech. sci., Mém. et doc., 2 : 7-100, 26 fig.
- DELIBRIAS G., RISER J., 1987 - Les formations holocènes de l'Adrar, du Khatt et du Tagant.
A paraître.
- DEYNOUX M., 1978 - Les formations glaciaires du Précambrien terminal et de l'Ordovicien en Afrique de l'Ouest.
Thèse Sci. Univ. Aix-Marseille, Trav. lab. Sci. Terre St.Jérôme, B, n 17.
- DEYNOUX M., TROMPETTE R., 1971 - La série stratigraphique des Richât, comparaison avec l'Adrar de Mauritanie (Sahara occidental).
Bull. Soc. Géol. Fr., XIII (1-2) : 111-117, 5 fig., 2 tabl.
- DUBIEF J., 1968 - Essai sur la détermination des limites et des divisions climatiques du Sahara.
Intern. biological programme, Conservation section, Technical meeting, Hammamet, Tunisie, 24 p. multigr.
- GUINET P., SAUVAGE C., 1954 - Les Hamadas sud-marocaines, 3e partie : botanique.
Trav. Inst. sc. chérif., gén. 2 : 73-167.
- GUINOCHET M., QUEZEL P., 1954 - Reconnaissance phytosociologique autour du Grand Erg occidental.
Trav. Inst. Rech. sahar. Algér., 12 : 11-28.
- LECORCHE J.-P., 1982 - Les Mauritanides face au craton Ouest-Africain, structure d'un secteur clé : la région d'Idjibiten (R.I.M.).
Thèse Univ. Aix-Marseille St. Jérôme, 411p. multigr.

- MONOD Th., 1938 - Notes botaniques sur le Sahara occidental et ses confins sahéliens.
in : *La vie dans la région désertique nord-tropicale de l'Ancien Monde - Mém. Soc. biogéogr.* VI : 351-374.
- MONOD Th., 1952 - Contribution à l'étude du peuplement de la Mauritanie. Notes botaniques sur l'Adrar (Sahara occidental).
Bull. Inst. fr. Afr. noire, Sénégal, XIV (2) : 405-449.
- MONOD Th., 1954 - Contribution à l'étude du peuplement de la Mauritanie. Notes botaniques sur l'Adrar (Sahara occidental).
Bull. Inst. fr. Afr. noire, Sénégal, XVI sér.A(1) : 1-48.
- MONOD Th., 1963 - Après Yangambi (1956). Notes de phytogéographie africaine.
Bull. Inst. fr. Afr. noire, Sénégal, XXV, sér. A (2) : 594-619.
- MONOD Th., 1968 - Les bases d'une division géographique du domaine saharien.
Bull. Inst. fr. Afr. noire, Sénégal, XXX, sér. B(1) : 269-288.
- MONOD Th., 1986 - The Sahel zone north of the Equator.
in : *Hot Deserts and Arid Shrublands*. Ed. M. Evenari et al. Elsevier Sci. Pub. B.V. Amsterdam.
- MONTEIL V., SAUVAGE C., 1949 - Contribution à l'étude de la flore du Sahara occidental.
Inst. Hautes Et., Maroc, Notes et doc. V : 120p., Ed. Larose Paris.
- MURAT M., 1937 - Végétation de la zone prédésertique en Afrique centrale (région du Tchad).
Bull. Soc. Hist. nat. Afr. Nord., XXVIII (1) : 19-83.
- PERRET R., 1935 - Le climat du Sahara.
Ann. Géogr. Fr., 248 p.
- PETIT-MAIRE N., RISER J., 1984 - Sahara ou Sahel ?
Ed. Centre nation. Rech. sci., 473 p., 85 fig., 58 tabl., LIX pl. phot.
- PUIGAUDEAU de O., 1940 - Le sel du désert.
Ed. Pierre Tisne, 264 p.
- PUIGAUDEAU de O., 1945 - La route de l'Ouest.
Coll. Voyages et Aventures : Ed. J. Susse, 206 p.
- QUEZEL P., 1962 - Contribution à l'étude phytosociologique du Sahara.
Bull. Soc. Hist. nat. Afr. N., 53 : 119-132.
- QUEZEL P., 1965 - La végétation du Sahara. Du Tchad à la Mauritanie.
Gustav. Fischer Verlag; Stuttgart, Masson et Cie Edit. Paris 333p.
- RISER J., 1978 - Le Jbel Sarhro et sa retombée saharienne.
Thèse lettres, Univ. Aix-Marseille II, 450p., 134 fig., 33 tabl., XXI p. phot.
- RISER J., 1986 - Modelés et paléoclimats au Sahara.
Cours Ecole normale supérieure Nouakchott (Mauritanie) (à paraître).
- TOUPET C., 1971 - Les variations interannuelles des précipitations en Mauritanie centrale.
C.R. Soc. Biogéogr. Fr., 420 : 39-47.
- TROCHAIN J.L., 1969 - Les territoires phytogéographiques de l'Afrique noire francophone d'après la trilogie : climat, flore, végétation.
Soc. Biogéogr., Fr., 402 : 139-157.
- TROMPETTE R., 1973 - Le Précambrien supérieur et le Paléozoïque inférieur de l'Adrar de Mauritanie.
Thèse sci. Univ. Aix-Marseille St. Jérôme., *Trav. Sci. de la Terre, Marseille*, sér. B (7).
- TROMPETTE R., MANGUIN E., 1968 - Nouvelles observations sur le Quaternaire lacustre et l'extrémité Sud-Est de l'Adrar de Mauritanie. (Sahara occidental).
Ann. Fac. Sci. Dakar : 151-162, 4 fig., 2 tabl., 1 pl. phot.
- ZOLOTAREVSKY B., MURAT M., 1938 - Divisions naturelles du Sahara et sa limite méridionale.
Mém. Soc. Biogéogr., Fr. 6 : 335-350.
- ZOLOTAREVSKY B., MURAT M., 1938 - Rapport scientifique sur les recherches de la mission d'études de la biologie des Acridiens en Mauritanie (A.O.F.) (Première mission : octobre 1936- mars 1937).
Bull. Soc. Hist. nat. Afr. N., XXIX (1-2) : 28-104.

TABLEAU 1.

Steppe gypseuse et steppe à *Nucularia perrini* Batt.

- De 85110701 à 85120802 - Steppe gypseuse à *Traganum nudatum* Delile.
- De 85111507 à 85120901 - Steppe à *Nucularia perrini* Batt.

LES GROUPEMENTS CLIMATIQUES

GROUPE de la Bordure Saharienne.

Ordre: Helianthemetalia lippiis.

Complexe Méditerranéo Saharo-sindien (Holarctis).
Sahara septentrional.

Salvia aegyptiaca L.
Complexe Sindo-angolan (Holarctis et Paleotropis).
Omni-Sahara.

Anabasis articulata (Forsk.) Moq.

Stipagrostis obtusa (Delile) Nees

Hippocrepis multisiliquosa L.

Sahara central et Sahara septentrional.

Euphorbia calyptrata Cosson & Durieu

Polycarpon repens (Forsk.) Monod

Ordre: Gymnocarpo-Atractyletalia serratuloides.

Complexe Méditerranéo Saharo-sindien (Holarctis).
Sahara septentrional.

Fagonia glutinosa Delile

Asphodelus refractus Boiss.

Alliance: Anvilleo - Zillion macropterae.

Sahara central et Sahara septentrional.

Laupaea arborescens (Batt.) Maire

LES REGS ET OUEDS OMNI-SAHARIENS

Classe: Asterico-Pergularietea tomentosi.

Complexe Sindo-angolan (Holarctis et Palearctis).

Asteriscus graveolens (Forsk.) DC.

Pergularia tomentosa L.

Colocynthis vulgaris (L.) Schrader

Crotalaria saharae Cosson

Heliotropium bacciferum Forskal

Linaria aegyptiaca (L.) Dum.-Courset

Anastatica hierochuntica L.

Farsetia occidentalis B.L., Burt

Trichodesma africanum (L.) Lehm.

LES REGS (Les steppes désertiques à...)

Alliance: Aervo-Fayonion.

Complexe Méditerranéo Saharo-sindien (Holarctis).
Sahara central et Sahara septentrional.

Salsola baryosma (Schultes) Dandy

Nucularia perrini Batt.

Monsonia heliotropioides (Cav.) Boiss. subsp. *nivea* (Decne) Sauvage & Guinet

Neurada procumbens L.

Rumex vesicarius L.

Complexe Sindo-angolan (Holarctis et Paleotropis).									
Omni-Sahara.									
Fagonia olivieri Boiss.	9	II	+	204.5				2 3 1	++1
Stipagrostis plumosa (L.) Bourreil	2	I	+	3.0					
Stipagrostis plumosa (L.) Bourreil subsp. lanuginosa (Trabut) Maire	8	II	+	12.1				++	++
Schouwia purpurea (Forsk.) Schweinf. subsp. schimperi (Jaub. & Spach) Muschler	1	I	+	1.5					
Myoscyamus muticus L. subsp. falezlez (Cosson) Maire	2	I	+	54.5				2	
Transition Saharo-Sahélienne.									
Aerva javanica (Burm. fil.) Juss. ex Schultes	6	II	+	9.1					
Farsetia stylosa R. Brown subsp. garamantum Maire	9	II	+	65.2	2				
Tribulus terrester L.	6	II	+	60.6					
Tribulus ochroleucus Maire	3	I	+	4.5					
Lineum indicum Stokes ex T. Anders	3	I	+	4.5					
Fagonia arabica L.	4	I	+	6.1					
Zygophyllum simplex L.	2	I	+	3.0					
LES OUEDES.									
GROUPE de l'Acacia-Panicum turgidum.									
Alliance: Acacio-Panicion.									
Sahara central et Sahara septentrional.									
Farsetia aegyptiaca Turra	8	II	+	63.6				2	+++++
Psoralea plicata Delile	1	I	+	113.6				3	
Lasiurus hirsutus (Forsk.) Boiss.	5	II	+	7.6				++	++
Cenchrus ciliaris L.	1	I	+	1.5					
Cleome arabica L.	5	II	+	7.6					
Aristida adscensionis L.	3	I	+	4.5					
Pancretrium trianthum Herbich	8	II	+	12.1					
Complexe Sindo-angolan (Holarctis et Paleotropis).									
Omni-Sahara.									
Acacia tortilis (Forsk.) Hayne subsp. raddiana (Savi) Brenan	13	III	+	253.0	2	+		1 2	++
Acacia ehrenbergiana Hayne	9	II	+	68.2		+	1		
Panicum turgidum Forsk.	25	IV	1	751.5		+	2	+	3
Cymbopogon schoenanthus (L.) Sprengel subsp. laniger (Hooker) Maire & Weiller	7	II	+	154.5		1 2		2	1
Transition Saharo-Sahélienne.									
Calotropis procera Willd.	2	I	+	3.0					
Ziziphus lotus L. subsp. saharae Maire	14	III	+	86.4				2	++
Maerua crassifolia Forsk.	19	III	+	260.6		3 2 1		+	1
Leptadenia pyrotechnica (Forsk.) Decne	2	I	+	16.7		1		+	1
Salvadora persica Garcin	2	I	+	3.0					
Stipagrostis ciliata (Desf.) De Winter	3	I	+	4.5					
Cassia italica (Miller) Lam. ex F.W. Andrews	7	II	+	187.9		2		3	
Chrozophora brocciana (Vis.) Schweinf.	4	I	+	47.0				1 1	
Atractylis aristata Batt.	7	II	+	10.6					
Euphorbia granulata Forsk.	6	II	+	22.7				1	
LES STEPPES ARBOREES SAHELIENNES ET SAHELIO-SOUDANIENNES.									
Classe: Boerhavia-Tephrosiacea purpureae.									
Complexe Sahelo-Soudanien.									
Boerhavia repens L.	9	II	+	13.6				++	+
Boerhavia repens L. subsp. eu repens Maire	1	I	+	1.5					
Trianthema pentandra L.	1	I	+	1.5					
Enneapogon desvauxii Beauv.	7	II	+	10.6					
Corchorus depressus (L.) Stocks	2	I	+	3.0					
Indigofera hochstetteri Baker	1	I	+	1.5					
LES STEPPES ARBOREES SAHELIENNES.									
GROUPE de l'Acacia-Aristida pl.sp.									
Alliance: Acacio-Aristidion mutabilae.									

TABLEAU : 1 (suite 1)

LES ESPECES DES MILIEUX HUMIDES SAHELO-SOUDANIENS.									
Sporobolus spicatus (Vahl) Kunth	2	I	+	3.0	+				+
LES FORMATIONS ANTHROPIQUES.									
Les formations des cultures et des stades post-cultureux.									
Association à Gisekia pharnaceoides et Dactyloctenium aegyptiacum.									
Gisekia pharnacioides L.	2	I	+	3.0	+		+		
Mollugo cerviana (L.) Ser.	1	I	+	1.5				+	
LES ELEMENTS BIOGEOGRAPHIQUES.									
SAHARO-SINDIENNE.									
Setzenia africana R.Br.	12	III	+	18.2	+	+	+	+	+
Sahara occidental (Mauritanie) -A classer-									
Fagonia latifolia Delile	11	II	+	68.2	++	++	+	++	+++ 2
Sclerocephalus arabicus Boiss.	5	II	+	7.6	+			++	+
Seddera latifolia Hochst. & Steudel	1	I	+	1.5				+	
Reseda sp	1	I	+	1.5				+	
Aizoon canariensis L.	2	I	+	3.0	+	+			
Ephedra altissima Desf.	2	I	+	3.0					
Trianthema monogyna L.	1	I	+	113.6		3			+
Gaillonia reboudiana Cosson & Durieu	1	I	+	1.5					+
Lycium intricatum Boiss.	2	I	+	3.0	+				
Limeum diffusum (Gay) Schinz	1	I	+	15.2	1				
Rumex sp.	1	I	+	1.5				+	
Bassia muricata (L.) Ascherson	1	I	+	1.5					
Beta sp.	1	I	+	1.5				+	
Beta patellaris Moq.	1	I	+	1.5				+	
Lotus sp.	1	I	+	1.5	+				
Lotononis dichotoma (Delile) Boiss.	1	I	+	1.5				+	
Lavandula coronopifolia Poir.	1	I	+	1.5					+
Cyperus sp.	1	I	+	1.5					+
Cocculus pendulus (J.R. Forster) Diels	2	I	+	3.0	++				

TABEAU : 1 (suite 3)

LES REGS (Les steppes désertiques à...)

Alliance: Aervo-Fagonion.

Complexe Méditerranéo Saharo-sindien (Holarctis).		
Sahara central et Sahara septentrional.		
Monsonia heliotropioides (Cav.) Boiss. subsp. nivea (Decne) Sauvage & Guinet	4	I + 4.8
Neurada procumbens L.	6	I + 17.9
Linaria sagittata (Poir.) Hooker fil.	2	I + 2.4
Complexe Sindo-angolan (Holarctis et Paleotropis).		
Omni-Sahara.		
Fagonia olivieri Boiss.	31	IV + 260.7
Stipagrostis plumosa (L.) Bourreil	2	I + 2.4
Stipagrostis plumosa (L.) Bourreil subsp. lanuginosa (Trabut) Maire	7	II + 8.3
Schouwia purpurea (Forsk.) Schweinf. subsp. schimperi (Jaub. & Spach) Muschler	10	II + 191.7
Transition Saharo-Sahélienne.		
Aerva javanica (Burm. fil.) Juss. ex Schultes	12	II + 25.0
Farsetia stylosa R. Brown subsp. garamantum Maire	28	IV + 73.8
Tribulus terrester L.	12	II + 25.0
Tribulus ochroleucus Maire	7	II + 8.3
Limeum indicum Stokes ex T. Anders	14	II + 16.7
Fagonia arabica L.	3	I + 3.6
Zygophyllum simplex L.	4	I + 4.8
Convolvulus microphyllus Sieber	4	I + 181.0

LES OUEDS.

GROUPE de l'Acacia-Panicum turgidum.
Alliance: Acacio-Panicion.

Sahara central et Sahara septentrional.

Farsetia aegyptiaca Turra	5	I + 6.0
Psoralea plicata Delile	3	I + 44.0
Lasiurus hirsutus (Forsk.) Boiss.	2	I + 2.4
Cenchrus ciliaris L.	3	I + 3.6
Cleome arabica L.	8	II + 9.5
Aristida adscensionis L.	29	IV + 239.3
Pulicaria undulata (L.) DC.	2	I + 2.4
Panocratium trianthum Herbich	8	II + 9.5
Complexe Sindo-angolan (Holarctis et Paleotropis).		
Omni-Sahara.		
Acacia tortilis (Forsk.) Hayne subsp. raddiana (Savi) Brenan	23	III 1 571.4
Acacia ehrenbergiana Hayne	19	III + 281.0
Panicum turgidum Forskal	37	V 2 1011.9
Cymbopogon schoenanthus (L.) Sprengel subsp. laniger (Hooker) Maire & Weiller	10	II + 232.1
Transition Saharo-Sahélienne.		
Calotropis procera Willd.	5	I + 6.0
Ziziphus lotus L. subsp. saharae Maire	21	III + 260.7
Tephrosia purpurea (L.) Pers.	1	I + 1.2
Maerua crassifolia Forskal	28	IV + 204.8
Leptadenia pyrotechnica (Forsk.) Decne	7	II + 217.9
Stipagrostis ciliata (Desf.) De Winter	3	I + 3.6
Balanites aegyptiaca (L.) Delile	18	III + 217.9
Cassia italica (Miller) Lam. ex F.W. Andrews	31	IV + 182.1
Chrozophora brocchiana (Vahl) Schneid.	12	II + 14.3
Atractylis aristata Rott.	13	II + 15.5
Euphorbia granulata Forskal	21	III + 23.8

TABLEAU : 2 (suite 1)

LES ESPECES DU SAHEL MAURITANIEN.

Capparis decidua (Forsk.) Edgew.	10	II	+	54.8
Combretum aculeatum Vent.	2	I	+	2.4
Jatropha chevalieri Beille	7	II	1	404.8
Indigofera oblongifolia Forskal	2	I	+	42.9
Cyperus bulbosus Vahl	2	I	+	2.4

LES GROUPEMENTS EDAPHIQUES.

LES ERGS.

Complexe Méditerranéo Saharo-sindien (Holarctis).				
Sahara septentrional.				
Calligonum comosum L'Her.	1	I	+	1.2
Complexe Sindo-angolan (Holarctis et Paleotropis).				
Omni-Sahara.				
Morettia canescens Boiss.	12	II	+	25.0
Stipagrostis pungens (Desf.) De Winter	1	I	+	89.3
Sahara central et Sahara méridional.				
Asthenatherum forskalii (Vahl) Nevski	8	II	+	20.2
Forskalea tenacissima L.	6	I	+	7.1
Stipagrostis acutiflora (Trin. & Rupr.) De Winter	10	II	+	11.9
Cyperus conglomeratus Rottb.	5	I	+	6.0
Sahara occidental (Mauritanie)				
Fagonia longispina Batt.	3	I	+	3.6

LES GYPSES (gypso-salé, fech-fech).

Complexe Sindo-angolan (Holarctis et Paleotropis).				
Omni-Sahara.				
Tamarix sp.	2	I	+	13.1

LES ESPECES DES MILIEUX HUMIDES SAHELO-SOUDANIENS.

Sporobolus spicatus (Vahl) Kunth	4	I	+	4.8
----------------------------------	---	---	---	-----

LES FORMATIONS ANTHROPIQUES.

Les formations des cultures et des stades post-cultureux.

Association à Gisekia pharnaceoides et Dactyloctenium aegyptiacum.				
Gisekia pharnacioides L.	10	II	+	11.9
Glinus lotoides L.	1	I	+	1.2
Mollugo nudicaulis Lam.	1	I	+	1.2
Mollugo cerviana (L.) Ser.	9	II	+	10.7
Lactuca intybacea Jacq.	1	I	+	1.2
Momordica balsamina L.	1	I	+	1.2
Ricinus communis L.	2	I	+	2.4
Sesamum alatum Thonning (culture)	2	I	+	2.4
Vigna unguiculata (L.) Walpers (culture)	1	I	+	1.2

LES ELEMENTS BIOGEOGRAPHIQUES.

SAHARO-SINDIENNE.				
Seetzenia africana R.Br.	13	II	+	15.5
Saharo-Sindienne méditerranéenne.				
Cistanche phelypaea (L.) Coutinho	1	I	+	1.2
PLURIREGIONALE.				
Cynodon dactylon(L.)Pers.	1	I	+	1.2

TABLEAU : 2 (suite 3)

LES GROUPEMENTS EDAPHIQUES.									
LES ERGS.									
Complexe Méditerranéo Saharo-sindien (Holarctis).									
Sahara septentrional.									
Moltkiopsis ciliata (Forsk.) Johnston.	2	I	+	7.1		+			+
Calligonum comosum L'Her.	1	I	+	3.6					+
Complexe Sindo-angolan (Holarctis et Paleotropis).									
Omni-Sahara.									
Morettia canescens Boiss.	1	I	+	3.6		+			
Stipagrostis pungens (Desf.) De Winter	14	V	2	1957.1	2	+	2	+	1 1 3 2 2 3 4 2 3
Sahara central et Sahara méridional.									
Asthenatherum forskalii (Vahl) Nevski	6	III	+	53.6	1	+	+	+	+
Forskalea tenacissima L.	1	I	+	3.6		+			
Stipagrostis acutiflora (Trin. & Rupr.) De Winter	7	III	1	675.0		+	+	3 3	2
Cyperus conglomeratus Rottb.	6	III	+	85.7	1	+	+		1
Sahara occidental (Mauritanie)									
Fagonia longispina Batt.	2	I	+	7.1		+	+		
LES GYPSES (gypso-salé.fech-fech).									
Complexe Sindo-angolan (Holarctis et Paleotropis).									
Omni-Sahara.									
Tamarix gallica L.	1	I	+	125.0	2				
LES FORMATIONS ANTHROPIQUES.									
Les formations des cultures et des stades post-cultureux.									
Association à Gisekia pharnaceoides et Dactyloctenium aegyptiacum.									
Gisekia pharnaceoides L.	1	I	+	3.6		+			
LES ELEMENTS BIOGEOGRAPHIQUES.									
SAHARO-SINDIENNE.									
Seetzenia africana R.Br.	1	I	+	3.6		+			
Sahara occidental (Mauritanie) -A classer-									
Fagonia latifolia Delile	1	I	+	3.6					+
Seddera latifolia Hochst. & Steudel	1	I	+	35.7					1
Pennisetum sp.	1	I	+	3.6					+
Cocculus pendulus (J.R.Forster) Diels	1	I	+	3.6		+			

TABLEAU : 3 (suite 1)

TABLEAU : 4 .

Acacio-Panicion mélangé à l'Acacio-Aristidion.

- De 85110802 à 85112503 - Acacio-Panicion de l'Adrar.
- De 85112501 à 85113002 - S'enrichissant d'éléments de l'Acacio-Aristidion

Fre que nce	Pre sen ce	A d m	Reco uvre ment
-------------------	------------------	-------------	----------------------

8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8
5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5
1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
8	8	8	0	0	5	5	5	0	2	6	9	7	2	8	8	4	5	2	2
0	0	0	0	0	1	0	1	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
2	3	4	1	0	1	0	1	2	3	4	1	3	3	7	1	2	3	6	7

LES GROUPEMENTS CLIMATIQUES

LES REGS ET QUEDS OMNI-SALARIENS

Classe: Asterico-Pergulariетеа tomentosi.

Complexe Sindo-angolan (Holarctis et Palearctis).
Asteriscus graveolens (Forsk.) DC.
Perularia tomentosa L.
Colocythis vulgaris (L.) Schrader
Crotalaria saharae Cosson
Heliotropium bacciferum Forsk.
Anastatica hierochuntica L.
Trichodesma africanum (L.) Lehm.

1	I	+	1.1
17	III	+	155.4
28	III	+	77.2
2	I	+	2.2
30	IV	+	259.8
1	I	+	1.1
6	I	+	16.3

[illegible]

LES REGS (Les steppes désertiques à...)

Alliance: Aervo-Fagonion.

Complexe Méditerranéo Saharo-sindien (Holarctis).
Sahara central et Sahara septentrional.
Monsonia heliotropioides (Cav.) Boiss. subsp. *nivea* (Decne) Sauvage & Guinet
Neurada procumbens L.

1	I	+	1.1
1	I	+	1.1

		♦
--	--	---

Neuradia *oppositifolia* (L.) A. DC.
 Complexe Sindo-angolan (Holarctis et Paleotropis).
 Omni-Sahara.
Fagonia olivieri Boiss.
Stipagrostis plumosa (L.) Bourreil subsp. lanuginosa (Trabut) Maire
Schouwia purpurea (Forsk.) Schweinf.
Schouwia purpurea (Forsk.) Schweinf. subsp. *schimperii* (Jaub. & Spach) Muschler
 Transition Sahara-Sahélienne.
Aerva javanica (Burm. fil.) Juss. ex Schultes
Farsetia stylosa R. Brown subsp. *garamantum* Maire
Tribulus terrester L.
Tribulus ochroleucus Maire
Limeum indicum Stokes ex T. Anders
Fagonia arabica L.
Convolvulus microphyllus Sieber

25	III	1	332.6
2	I	+	2.2
1	I	+	1.1
4	I	+	139.1
24	III	+	55.4
22	III	+	90.2
12	II	+	13.0
3	I	+	40.2
19	III	+	67.4
7	II	+	17.4
3	I	+	40.2

[illegible]

LES OUEDS.

GROUPE de l'Acacia-Panicum turgidum.

ALLIANCE: Acacio-Panicion.

Sahara central et Sahara septentrional.
Pulicaria crispa (Forsk.) Benth. & Hooker
Farsetia aegyptiaca Turra
Psoralea plicata Delile
Lactuca hirsutus (Forsk.) Boiss.
Aristida adscensionis L.
Pulicaria undulata (L.) DC.

1	I	*	1.1
1	I	*	1.1
8	11	*	89.1
4	1	*	14.1
24	111	*	92.4
3	1	*	3.3

1 2 3 4 5 6 7 8 9 10 11 12 13 14 15 16 17 18 19 20 21 22 23 24 25 26 27 28 29 30 31 32 33 34 35 36 37 38 39 40 41 42 43 44 45 46 47 48 49 50 51 52 53 54 55 56 57 58 59 60 61 62 63 64 65 66 67 68 69 70 71 72 73 74 75 76 77 78 79 80 81 82 83 84 85 86 87 88 89 90 91 92 93 94 95 96 97 98 99 100

Complexe Sindo-angolan (Holarctis et Palearctica).
Omnis-Sahara.

Acacia tortilis (Forsskal) Hayne subsp. *raddiana* (Savi) Brenan
Acacia ehrenbergiana Hayne
Panicum turgidum Forskal
Cymbopogon schoenanthus (L.) Sprengel subsp. *laniger* (Hooker) Maire & Weiller

25	III	1	530.4
21	III	1	325.0
34	IV	1	854.3
10	II	•	110.9

$$\begin{array}{ccccccccc|ccccccc} 1 & 1 & 2 & & 2 & 2 & & 2 & 1 & 1 & 1 & 1 & 2 & 1 & 1 \\ 1 & 1 & 2 & + & 1 & 2 & + & 1 & 2 & 1 & & 1 & 1 & 1 & + \\ 2 & + & 2 & 2 & + & 1 & 2 & 3 & 2 & & 1 & 1 & 2 & 3 & 2 & 2 & 2 \\ 1 & + & + & + & 1 & & & & & & 3 & & & & & \end{array}$$

Transition Saharo-Sahélienne.

Calotropis procera Willd.	6	I	+	53.3
Ziziphus lotus L. subsp. saharae Maire	21	III	+	200.0
Tephrosia purpurea (L.) Pers.	2	I	+	2.2
Maerua crassifolia Forskal	34	IV	1	318.5
Leptadenia pyrotechnica (Forskal) Decne	11	II	1	313.0
Cassia senna L.	10	II	+	197.8
Stipagrostis ciliata (Desf.) De Winter	1	I	+	1.1
Balanites aegyptiaca (L.) Delile	15	II	+	175.0
Cassia italica (Miller) Lam. ex F.W.Andrews	26	III	1	728.3
Chrozophora brocchiana (Vis.) Schweinf.	8	II	+	28.3
Atractylis aristata Batt.	2	I	+	2.2
Euphorbia granulata Forskal	20	III	+	21.7

LES STEPPES ARBOREES SAHELIIENNES ET SAHELO-SOUDANIENNES.

Classe: Boerhavia-Tephrosietea purpureae.
Complexe Sahélo-Soudanien.

Boerhavia repens L.	22	III	+	80.4
Boerhavia coccinea L. subsp. viscosa (Lag. & Rodr.) R.M., Mosc.	8	II	+	297.8
Boerhavia repens L. subsp. eu repens Maire	8	II	+	18.5
Boerhavia erecta L.	1	I	+	1.1
Trianthema pentandra L.	6	I	+	6.5
Enneapogon desvauxii Beauv.	16	II	+	234.8
Indigofera disjuncta Gillett	4	I	+	14.1
Tephrosia quartiniiana Cupodontia	6	I	+	6.5
Rhynchosia minima (L.) DC. var. memnonia (Delile) Cooke	2	I	+	2.2
Leptothrium senegalense (Kunth) W.D., Clayton	4	I	+	4.3
Corchorus depressus (L.) Stocks	18	III	+	103.3
Indigofera hochstetteri Baker	4	I	+	4.3

LES STEPPES ARBOREES SAHELIIENNES.

GROUPE de l'Acacia-Aristida pl.sp.
Alliance: Acacio-Aristidion mutabiliae.

Complexe Saharo-Sahélien.

Aristida mutabilis Trin. & Rupr.	23	III	1	532.6
Aristida funiculata Trin. & Rupr.	14	II	+	81.5
Cenchrus biflorus Roxb.	8	II	+	8.7
Amaranthus graecizans L.	4	I	+	4.3
Cleome scaposa DC.	13	II	+	14.1
Enneapogon scaber Lehm.	1	I	+	1.1
Corchorus tridens L.	7	II	+	17.4
Tragus racemosus (L.) All.	2	I	+	1.1
Boscia senegalensis (Pers.) Lam. ex Poiret	10	II	+	194.6
Eremopogon foveolatus (Delile) Stapf	10	II	+	121.7
Indigofera sessiliflora DC.	10	II	+	20.7
Blepharis linariifolia Pers.	1	I	+	1.1
Eragrostis tremula Hochst. ex Steudel	1	I	+	1.1
Schoeneteldia gracilis Kunth	6	I	+	16.3
Ziziphus mauritiana Lam.	1	I	+	1.1
Complexe Sahélien.				
Tribulus longipetalus Viv. subsp. alatus (Delile) Ozenda & Quezel	8	II	+	8.7
Stipagrostis uniplumis (Licht.) De Winter	1	I	+	1.1
Stipagrostis hirtigluma (Steudel ex Trin. & Rupr.) De Winter	7	II	+	44.6
Abutilon fruticosum (Guill. & Perr.) Maire	1	I	+	1.1
Aristida hordeacea Kunth	1	I	+	1.1
Rogeria adenophylla Gay ex Delile	3	I	+	40.2
Indigofera colutea (Burm. fil.) Merrill	3	I	+	3.3
Cleome brachycarpa Vahl ex DC.	4	I	+	4.3
Polygala erioptera DC.	9	II	+	9.8
Triraphis pumilio R.Br.	1	I	+	1.1

TABLEAU : 4 (suite 1)

LES ESPECES DU SAHEL MAURITANIEN.

Capparis decidua (Forsk.) Edgew.	14	II	•	93.5
Combretum aculeatum Vent.	4	I	•	4.3
Chrozophora senegalensis (Lam.) Juss. ex Sprengel	2	I	•	2.2
Cyperus bulbosus Vahl	1	I	•	1.1

LES GROUPEMENTS EDAPHIQUES.

LES ERGS.

Complexe Méditerranéo Saharo-sindien (Holarctis).				
Sahara septentrional.				
Moltkiopsis ciliata (Forsk.) Johnst.	1	I	•	1.1
Complexe Sindo-angolan (Holarctis et Paleotropis).				
Omni-Sahara.				
Morettia canescens Boiss.	17	III	•	16.5
Sahara central et Sahara méridional.				
Forskalea tenacissima L.	9	II	•	19.6
Stipagrostis acutiflora (Trin. & Rupr.) De Winter	2	I	•	12.0
Cyperus conglomeratus Rottb.	2	I	•	2.2

LES GYPSES (gypso-salé, tech-tech).

Complexe Sindo-angolan (Holarctis et Paleotropis).				
Omni-Sahara.				
Tamarix gallica L.	1	I	•	10.9

LES FORMATIONS ANTHROPIQUES.

Les formations des cultures et des stades post-cultureux.

Association à Gisekia pharnaceoides et Dactyloctenium aegyptiacum.				
Gisekia pharnaceoides L.	5	I	•	5.4
Glinus lotoides L.	1	I	•	1.1
Mollugo nudicaulis Lam.	4	I	•	4.3
Mollugo cerviana (L.) Ser.	8	II	•	8.7
Ricinus communis L.	1	I	•	1.1
Sesamum indicum L. (culture)	1	I	•	1.1

LES ELEMENTS BIOGEOGRAPHIQUES.

SAHARO-SINDIENNE.				
Seetzenia africana R.Br.	7	II	•	7.6
Sahara occidentale (Mauritanie) -A ciasser-				
Fagonia latifolia Delile	14	II	•	52.2
Boerhavia vulvarifolia Poir.	5	I	•	5.4
Eragrostis megastachya (Koel.) Link.	1	I	•	1.1
Ipomoea esatifolia (Desr.) Roemer & Schultes	1	I	•	1.1
Seddera latifolia Hochst. & Steudel	1	I	•	1.1
Eragrostis sp.	1	I	•	1.1
Reseda sp.	1	I	•	1.1
Caylusea hexagyna (Forsk.) Maire	2	I	•	2.2
Tephrosia sp.	1	I	•	1.1
Trianthema hydaspicum Edgew.	1	I	•	1.1
Corchorus olitorius L.	1	I	•	1.1
Euphorbia scordifolia Jacq.	1	I	•	1.1
Vahlia dichotoma (Murray) O.Kuntze	1	I	•	1.1
Tephrosia obcordata (Lam. ex Poir.) Baker	1	I	•	1.1
Convolvulus fatmensis O.Kuntze	1	I	•	1.1

TABLEAU : 4 (suite 2)

TABLEAU : 5 (suite 1)

LES GYPSES (gypso-salé.fech-fech).									
Complexe Sindo-angolan (Holarctis et Paleotropis).									
Omni-Sahara.									
Tamarix sp.	2	I	+	3.3				+	+
Sahara central et Sahara méridional.									
LES ESPECES DES MILIEUX HUMIDES SAHELO-SOUDANIENS.									
Sporobolus spicatus (Vahl) Kunth	1	I	+	1.7				+	
LES FORMATIONS ANTHROPIQUES.									
Les formations des cultures et des stades post-cultureux.									
Association à Gisekia pharnaceoides et Dactyloctenium aegyptiacum.									
Mollugo cerviana (L.) Ser.	2	I	+	3.3				+	+
Ricinus communis L.	1	I	+	16.7					1
Phoenix dactylifera L.	1	I	+	1.7				+	
LES ELEMENTS BIOGEOGRAPHIQUES.									
MEDITERRANEENNE.									
Méditerranéenne à irradiation Saharo-sindienne.									
Aeluropus litoralis (Gouan) Parl.	1	I	+	1.7					+
SAHARO-SINDIENNE.									
Seetzenia africana R.Br.	7	II	+	26.7	+	+	+	+	1
Sahara occidental (Mauritanie) -A classer-									
Fagonia latifolia Delile	2	I	+	141.7		3			1
Caralluma dalzielii N.E.Br.	1	I	+	1.7	+				

TABLEAU : 5 (suite 2)

Fre	Pre	A	Reco
que	sen	d	uvre
nce	ce	m	ment

0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1										
1	2	3	4	4	5	6	7	8	9	0	1	2	3	4	5	6	7	8	8										
										A										A B C									

0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1				
1	2	3	4	4	5	6	7	8	9	0	1	2	3	4	5	6	7	8	8				
										A										A		B	C

0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1										
1	2	3	4	4	5	6	7	8	9	0	1	2	3	4	5	6	7	8	8										
										A										A B C									

0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1										
1	2	3	4	4	5	6	7	8	9	0	1	2	3	4	5	6	7	8	8										
										A										A B C									

8	III	+	19.0
1	I	+	2.4
1	I	+	2.4
7	II	+	16.7
1	I	+	2.4
2	I	+	4.8
1	I	+	2.4
1	I	+	2.4
2	I	+	4.8

0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1						
1	2	3	4	4	5	6	7	8	9	0	1	2	3	4	5	6	7	8	8						
										A												A		B	C

0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1										
1	2	3	4	4	5	6	7	8	9	0	1	2	3	4	5	6	7	8	8										
										A										A B C									

1	I	+	2.4
2	I	+	4.8
4	II	+	9.5
4	II	+	9.5

				*
*	*		*	*
		*	*	*

0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1										
1	2	3	4	4	5	6	7	8	9	0	1	2	3	4	5	6	7	8	8										
										A										A B C									

0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1				
1	2	3	4	4	5	6	7	8	9	0	1	2	3	4	5	6	7	8	8				
										A										A		B	C

0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1										
1	2	3	4	4	5	6	7	8	9	0	1	2	3	4	5	6	7	8	8										
										A										A B C									

7	II	+	16.7
3	I	+	7.1
1	I	+	2.4
3	I	+	7.1
3	I	+	7.1
1	I	+	2.4
1	I	+	2.4
1	I	+	2.4
2	I	+	4.8
5	II	+	11.9
1	I	+	2.4
1	I	+	2.4

A scatter plot showing the relationship between the number of plants per square meter (x-axis) and the number of eggs per plant (y-axis). The x-axis ranges from 0 to 10, and the y-axis ranges from 0 to 10. There are approximately 25 data points plotted, showing a general positive correlation between the two variables.

0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1										
1	2	3	4	4	5	6	7	8	9	0	1	2	3	4	5	6	7	8	8										
										A										A B C									

0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1										
1	2	3	4	4	5	6	7	8	9	0	1	2	3	4	5	6	7	8	8										
										A										A B C									

0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1										
1	2	3	4	4	5	6	7	8	9	0	1	2	3	4	5	6	7	8	8										
										A										A B C									

4	II	+	9.5
11	III	+	26.2
7	II	+	16.7
1	I	+	2.4
5	II	+	11.9
7	II	+	14.3
1	I	+	2.4
4	II	+	9.5
4	II	+	9.5
2	I	+	4.8
1	I	+	2.4
2	I	+	4.8
8	III	+	19.0
1	I	+	2.4

A scatter plot showing the relationship between the number of eggs per egg mass (x-axis) and the number of eggs per female (y-axis). The x-axis ranges from 0 to 100, and the y-axis ranges from 0 to 100. Data points are represented by '+' symbols. There is a positive correlation between the two variables. A small circle with the letter 'O' is located near the origin (0,0).

0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1				
1	2	3	4	4	5	6	7	8	9	0	1	2	3	4	5	6	7	8	8				
										A										A		B	C

0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1										
1	2	3	4	4	5	6	7	8	9	0	1	2	3	4	5	6	7	8	8										
										A										A B C									

4	II	+	9.5
1	I	+	2.4
3	I	+	7.1
4	II	+	9.5
1	I	+	2.4
1	I	+	2.4
2	I	+	4.8
1	I	+	2.4
6	II	+	14.3
1	I	+	2.4
1	I	+	2.4
3	I	+	7.1
3	I	+	7.1
4	II	+	9.5
1	I	+	2.4
1	I	+	2.4
1	I	+	2.4
2	I	+	4.8

0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1										
1	2	3	4	4	5	6	7	8	9	0	1	2	3	4	5	6	7	8	8										
										A										A B C									

0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1										
1	2	3	4	4	5	6	7	8	9	0	1	2	3	4	5	6	7	8	8										
										A										A B C									

10	III	+	45.2
5	II	+	33.3
6	II	+	14.3
1	I	+	2.4
3	I	+	7.1
1	I	+	2.4
6	II	+	14.3
4	II	+	9.5
2	I	+	4.8
2	I	+	4.8
2	I	+	4.8

Complexo Sindo-angolano (Holarctis et Paleotropis).
Asteriscus draveolens (Forsk.) DC.
Perularia tomentosa L.
Colocythis vulpina (L.) Schrader
Crotalaria saharae Cosson
Heliotropium bacciferum Forsk. subsp. *undulatum* Maire
Linaria aegyptiaca (L.) Dum.-Courset
Linaria aegyptiaca subsp. *battandieri* var. *typica* Maire
Forssetia occidentalis B.L.Burtt
Trichodesma africanum (L.) Lehm.
Asphodelus tenuifolius Cav.

[illegible]

Alliance: Aervo-Fagonion.

Complexe Méditerranéo-Saharo-sindien (Holarctis).

Sahara central et Sahara septentrional.

Salsola barysama (Schultes) Dandy var. *gaetulia* Maire
Randonia africana Cosson
Cornulaca monacantha Delile
Artemisia judaica L. subsp. *sahariensis* Chevall.
Monsunia heliotropioides (Cav.) Boiss.
Monsunia heliotropioides (Cav.) Boiss. subsp. *nivea* (Decne) Sauvage & Guinet
Mouradia procumbens L.
Carduncellus arifcephalus Boiss.
Atractylis babilis Boiss. & Heldr.

1	I	*	2.4
3	I	*	28.6
3	I	*	7.1
1	I	*	2.4
1	I	*	2.4
4	II	*	9.5
5	II	*	11.9
3	I	*	7.1
8	III	*	19.0

Complexo Sindo-angolano (Holarctis et Palearctis).

Qoni-Sahara,

Stipagrostis plumosa (L.) Bourreil subsp. eu plumosa Maire
Stipagrostis plumosa (L.) Bourreil subsp. lanuginosa (Trabut) Maire
Transition Saharo-Sahélienne.
Tribulus terrester L.

14	IV +	54.8	+ 1 +	+ + + +	+ + +		+ + + +
2	I +	4.8					+
1	I +	2.4					.

LES OUEDES.

GROUPE de l'Acacia-Panicum turgidum.

ALLIANCE: Acacio-Panicion.

Sahara central et Sahara septentrional.

Pulicaria crispata (Forsk.) Benth. & Hooker
Pulsatilla acutepetala Turra
Pseudoficaria Delile
Geophyllum californicum L.
Cleome arabica L.
Aristida adscensionis L.
Panicum trianthem herbich
Atractylis delicatula Batt. & Chevall.
Eriophyllum biflorum Maire
Chrysanthemum macrocarpum subsp. *eu macrocarpum* var. *saureum* Chev.
Lotus rostratus Bonnet
Pennisetum davisium (Forsk. ex Gmel.) Henri var. *scabrum* Maire & Weiler

2	I	*	4.8
7	II	*	16.7
3	I	*	7.1
9	III	*	21.4
2	I	*	4.8
2	I	*	4.8
1	I	*	2.4
3	I	*	7.1
3	I	*	7.1
2	I	*	4.8
4	II	*	9.5

Complexo Sindo-angolano (Holarctis et Paleotropis)

Omni-Sahara.

Acacia tortilis (Forsk.) Hayne subsp. *raddiana* (Savi) Brenan
Panicum turgidum Forsk.
Cymbopogon schoenanthus (L.) Sprengel
 Transition Sahara-Sahélienne.
Calotropis procera Willd.
Stipagrostis ciliata (Desf.) De Winter
Euphorbia granulata Forsk.

5	II	+	11.9		+	+		+	+	+
4	II	+	9.5					+	+	+
2	I	+	4.8					+		+

1	I	+	2.4							+
1	I	+	2.4							+
2	I	+	4.8		+					

L.P. GRIFFITHS & DAPHIQUOUS

LES FIGES

Complexe Méditerranéen-Saharo-sindien (Holarctis).

Sahara septentrional.

Calligonum comosum L'Hér.
Egonia microphylla Pomel var. *fruticans* (Cosson) Maire
 Sahara occidental.
Astragalus gombiformis Pomel var. *oranensis* Maire
Crotalaria violattei Batt.

2	I	+	4.8						
2	I	+	4.8						
2	I	+	4.8						
1	I	+	2.4						

Complexe Sindo-angolan (Holarctis et Palearctis).

Omni-Sahara.

Morsetia canescens Boiss.
Stipaurestis pungens (Desf.) De Winter
 Sahara central et Sahara méridional.
Aethantherum Forskalii (Vahl) Nevski
Aethantherum fragile (Guinet & Sauvage) Monod
Forskalea tenacissima L.
Cyperus conglomeratus Roth.
 Sahara occidental (Mauritanie)
Eragrostis longispina Batt.

5	II +	11.9
6	II +	14.3
3	I +	7.1
2	I +	4.8
1	I +	2.4
1	I +	2.4
2	I +	4.8

LES GYPSES (gypso-salé, fech-fech).

Complexe Méditerranéo-Saharo-sindien (Holarctis).

Sahara central et Sahara méridional.

<i>Traganum moquini</i> Webb ex Moq.	2	I +	4.8
<i>Euphorbia guyoniana</i> Boiss. & Reuter	1	I +	2.4
<i>Ormenis lonadioides</i> (Cosson) Maire	3	I +	109.5

2	I +	4.8							*	*
1	I +	2.4								
3	I +	109.5	1	+ 2						

LES ELEMENTS BIOGEOGRAPHIQUES.

ENDÉMIQUE.

Trichodesma calcaratum Cosson	1	1	+	2.4
-------------------------------	---	---	---	-----

Classe: Asterico-Perigulariacea tomentosi.

6	II	*	12.0	.	.	.	.					.	.
4	II	*	8.0	.	.	.	.						
2	I	*	4.0									.	
1	I	*	2.0										
6	II	*	12.0	.	.	.	.			.	.	.	
4	II	*	8.0	.	.	.	.		.	.			
6	II	*	30.0	.	.	1	.	.					
5	II	*	10.0							.		.	.
11	III	*	212.0					2	2	1	+ 1	.	.
3	I	*	6.0	.	.	.							

Alliance: Aervo-Fagonion.

6	II	*	30.0		.		.	.	.	1	.											
17	IV	1	786.0							3	3	2	2	3		1	1	.	.	.	.	.
4	II	*	8.0		.	.	.	.												.	.	
3	I	*	6.0																	.	.	
7	II	*	50.0		.	.	.	.								1	.	.	1		.	
6	II	*	220.0													2	2	1	1	1	1	
7	II	*	14.0		.	.	.	.											.	.	.	
3	I	*	210.0							2	2	2									.	
7	II	*	104.0							1	1	1				1	.	.	.	1		

GROUPE de l'Acacia-Panicum turgidum.
Alliance: Acacio-Panicion.

3	I	+	6.0		*						*
6	II	+	264.0								
4	II	+	44.0				3		1 2 1 + *		
									1 * 1 *		
1	I	+	2.0	*							
5	II	+	78.0		+	+		2			
3	I	+	6.0			+					
8	II	+	292.0		*				1 2 1 2 1 1 2		
10	III	+	178.0				2	*	+ 1 + 1 1 1 1		
5	II	+	10.0		+	+					
2	I	+	4.0							+	+

Classe: Boerhavia-Tephrosiæta purpureæ.
Complexe Sahélo-Soudanien.

1	1	+	2.0
---	---	---	-----

173

LES STEPPES ARBOREES SAHELIENNES.

GROUPE de l'Acacia-Aristida pl.sp.
Alliance: Acacio-Aristidion mutabilae.

Complexe Saharo-Sahélien.					
Enneapogon scaber Lehm.	4	II	+	26.0	
Eremopogon foveolatus (Delile) Stapf	5	II	+	10.0	+
Complexe Sahélien.					
Andrachne telephioides L.	2	I	+	4.0	+

LES GROUPEMENTS EDAPHIQUES.

LES ERGS.

Complexe Méditerranéo Saharo-sindien (Holarctis).					
Sahara septentrional.					
Calligonum comosum L'Her.	1	I	+	150.0	3
Complexe Sindo-angolan (Holarctis et Paleotropis).					
Omni-Sahara.					
Morettia canescens Boiss.	3	I	+	6.0	+
Sahara central et Sahara méridional.					
Forskalea tenacissima L.	10	III	+	110.0	+
Sahara occidental (Mauritanie)					
Fagonia longispina Batt.	2	I	+	4.0	+

LES GYPSES (gypso-salé.fech-fech).

Complexe Méditerranéo Saharo-sindien (Holarctis).					
Sahara central et Sahara méridional.					
Traganum nudatum Delile	3	I	+	290.0	2 3 2
Suaeda monodiana Maire	2	I	+	90.0	2

LES ELEMENTS BIOGEOGRAPHIQUES.

ENDEMIQUE.

Anethum theurkauffii Maire	4	II	+	44.0	
Barleria schmittii Benoist	2	I	+	22.0	1 + + 1
MEDITERRANEE.					
Asparagus altissimus Munby	4	II	+	44.0	1 1 + +
SAHARO-SINDIENNE.					
Senecio flavus (Decne) Schultz Bip.	3	I	+	24.0	1 +
Saharo-Sindienne méditerranéenne.					
Malcolmia aegyptiaca Sprengel	3	I	+	24.0	+
Anmodaucus leucotrichus Cosson & Durieu	1	I	+	2.0	+
Fagonia latifolia Delile subsp. isotricha (Murb.) Ozenda & Quezel	8	II	+	156.0	2 1 1
Saharo-sindienne occidentale.					
Perralderia coronopifolia Cosson	1	I	+	2.0	
Plantago akkensis (Cosson) Murb.	1	I	+	2.0	
Digitaria commutata Schultes	1	I	+	2.0	
Voluntaria leucantha (Cosson) Maire	5	II	+	28.0	+
Sahara occidental (Mauritanie) -A classer-					
Caylusea hexagyna (Forsk.) Maire	2	I	+	4.0	+
Alzoon canariensis L.	5	II	+	28.0	+
Gaillonia reboudiana Cosson & Durieu	5	II	+	28.0	+
Lycium intricatum Boiss.	2	I	+	4.0	+
Launaea resedifolia O.Kuntze	2	I	+	4.0	+
Ephedra rollandii Maire	1	I	+	20.0	1
Pulicaria mauritanica Cosson	3	I	+	24.0	1

TABLEAU : 7 (suite 2)

TABLEAU 8
Acacio-Panicion et Asterisco-Pergularietea

Voir pages suivantes

Transition Sahara-Sahélienne.					
<i>Aerva javanica</i> (Burm.fil.) Juss. ex Schultes	3	I	+	2.2	+
<i>Parsetia stylosa</i> R., Brown	17	II	+	12.5	+
<i>Tribulus terrester</i> L.	11	II	+	8.1	+
<i>Tribulus ochroleucus</i> Maire	6	I	+	4.4	
<i>Limeum indicum</i> Stokes ex T., Anders	3	I	+	2.2	
<i>Pagonia arabica</i> L.	2	I	+	1.5	
<i>Pagonia arabica</i> L. var. <i>viscidissima</i> Maire	1	I	+	0.7	
<i>Zygophyllum simplex</i> L.	4	I	+	2.9	
<i>Convolvulus microphyllus</i> Sieber	6	I	+	4.4	
<i>Astragalus vogelii</i> (Webb) Hutch.	5	I	+	3.7	

LES OUEDS.

GROUPE de l'Acacia-Panicum turgidum.
Alliance: Acacio-Panicion.

Sahara central et Sahara septentrional.

<i>Pulicaria crispata</i> (Forsk.) Benth & Hooker	3	I	.	2.2				*	
<i>Parsetia aegyptiaca</i> Turra	4	I	.	2.9					
<i>Psoralea plicata</i> Delile	8	I	+	114.7		3		*	
<i>Lasiurus hirsutus</i> (Forsk.) Boiss.	27	III	+	191.2	1	1	1	2	1
<i>Cleome arabica</i> L.	9	I	+	6.6					
<i>Aristida adscensionis</i> L.	6	I	+	113.2					
<i>Aristida caeruleascens</i> Desf.	16	II	+	81.6			*	1	+
<i>Pulicaria undulata</i> (L.) DC.	2	I	+	1.5				*	
<i>Pancretium trianthum</i> Heribich	14	II	+	119.1				*	

Complexe Sindo-angolan (Holarctis et Paleotropis).
Omni-Sahara.

Omni-Sahara.									
Acacia tortilis (Forsk.) Hayne subsp. raddiana (Savi) Brenan	42	III	1	664.0	2	2	1	1 + 1 +	+ 3 3 2
Acacia ehrenbergiana Hayne	9	I	+	76.5	2			+	
Panicum turgidum Forskal	52	IV	2	1219.9	3	3	3	3	1 1 3 3 1 1
Cymbopogon schoenanthus (L.) Sprengel	3	I	+	2.2				+	

Transition Saharo-Sahélienne.

Transition Sahara-Sahelienne.									
Ziziphus lotus L. subsp. saharae Maire	4	I	+	82.4					
Maerua crassifolia Forskal	37	III	+	289.7	+	+ 1	+	+	2 + + + + +
Cassia siamea Lam.	1	I	+	0.7					
Stipagrostis ciliata (Desf.) De Winter	2	I	+	1.5					
Balanites aegyptiaca (L.) Delile	2	I	+	1.5					+
Cassia italica (Miller) Lam. ex F.W.Andrews	6	I	+	90.4					
Chrozophora brocciana (Vis.) Schweinf.	7	I	+	5.1					+
Atractylis aristata Batt.	21	II	+	15.4					+ + + + + + + +
Euphorbia granulata Forskal	35	III	+	50.7	2	+	+		+ + + + + + + +

LES STEPPES ARBOREES SAHELIENNES ET SAHELO-SOUDANIENNES.

Classe: Boerhavia-Tephrosiacea purpureae.
Complexe Sahélo-Soudanien.

<i>Boerhavia repens</i> L.	12	II	+	63.2
<i>Boerhavia coccinea</i> L. subsp. <i>viscosa</i> (Lag. & Rodr.) R.M., Mosc.	4	I	+	41.2
<i>Enneapogon desvauxii</i> Beauv.	11	II	+	14.7
<i>Tephrosia quartiniiana</i> Cupodontis	1	I	+	0.7
<i>Corchorus depressus</i> (L.) Stocks	6	I	+	4.4

LES STEPPES ARBOREES SAHELIENNES.

GROUPE de l'Acacia-Aristida pl.sp.
Alliance: Acacio-Aristidion mutabilae.

Complexe Saharo-Sahélien.

Complexe Sandro-Sahélien.									
<i>Aristida mutabilis</i> Trin. & Rupr.	25	III	+	167.6					
<i>Aristida funiculata</i> Trin. & Rupr.	1	I	+	55.1					
<i>Corchorus tridens</i> L.	1	I	+	0.7					
<i>Tragus racemosus</i> (L.) All.	5	I	+	3.7					
<i>Dichanthium foveolatum</i> (Del.) Roberty	22	II	+	127.2	+	+		1 3 2 2	+
<i>Indigofera sessiliflora</i> DC.	4	I	+	9.6					
Complexe Sahélien.									
<i>Abutilon pannosum</i> (Forster fil.) Schlecht.	1	I	+	0.7					
<i>Tribulus longipetalus</i> Viv. subsp. <i>alatus</i> (Delile) Ozenda & Quezel	5	I	+	3.7					
<i>Stipagrostis hirtigluma</i> (Steudel ex Trin. & Rupr.) De Winter	3	I	+	8.8					+ 1
<i>Andrachne telephioides</i> L.	16	II	+	11.8	+	+	+	+	+
<i>Glossonema boveanum</i> (Decne) Decne	2	I	+	1.5					
<i>Polygala erioptera</i> DC.	16	II	+	11.8	+	+	+	+	+
<i>Triraphis pumilio</i> R. Br.	9	I	+	6.6					
<i>Polycarpon prostratum</i> (Forsk.) Ascherson & Schweinf.	1	I	+	0.7					

LES ESPECES DU SAHEL MAURITANIEN.

<i>Capparis decidua</i> (Forsk.) Edgew.	14	II	+	81.6	1 1	+ 1
<i>Combretum aculeatum</i> Vent.	1	I	+	0.7		

LES GROUPEMENTS EDAPHIQUES.

LES ERGS.

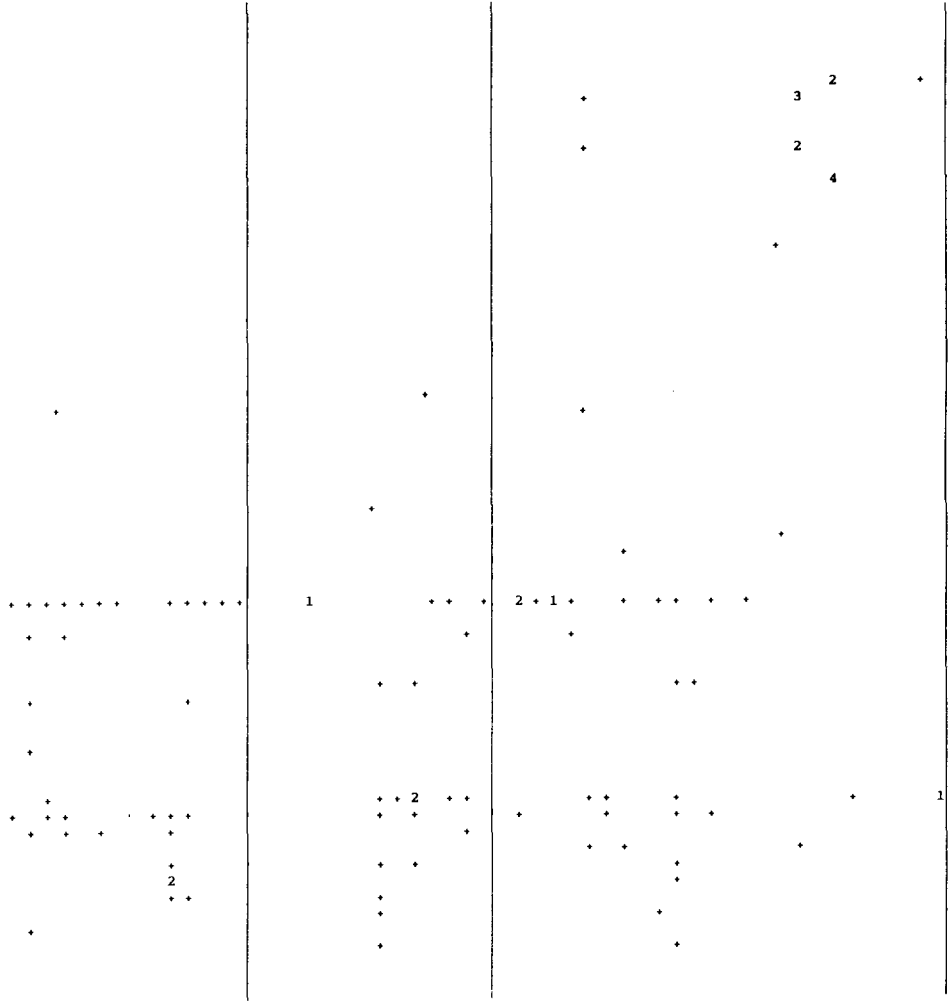
Complexe Méditerranéo Saharo-sindien (Holarctis).
Sahara septentrional.

Sahara septentrional.									
Moltkiochia ciliata (Forsk.) Johnston.	1	I	+	0.7					
Calligonum comosum L'Her.	1	I	+	0.7					
Fagonia microphylla Pomei var. fruticans (Cosson) Maire	2	I	+	1.5					
Complexe Sindo-angolan (Holarctis et Paletropis).									
Omni-Sahara.									
Morettia canescens Boiss.	16	II	+	11.8	.	.	.	.	.
Stipagrostis pungens (Desf.) De Winter	5	I	+	121.3					
Sahara central et Sahara meridional.									
Asthenatherum forskalii (Vahl) Nevski	22	II	+	115.4			.		1.
Forskalea tenacissima L.	6	I	+	11.0			.	1	
Stipagrostis acutiflora (Trin. & Rupr.) De Winter	8	I	+	91.9					
Cyperus conglomeratus Rottb.	3	I	+	2.2					
Sahara occidental (Mauritanie)									
Fagonia longispina Batt.	7	I	+	5.1					

TABLEAU : 8 (suite 1)

LES GYPSES (gypso-salé, fech-fech).				
Complexe Sindo-angolan (Holarctis et Paleotropis).				
Omni-Sahara.				
Tamarix amplexicaulis Ehrenb.	2	I	+	26.5
Tamarix balansae Gay	2	I	+	55.9
Complexe Méditerranéo Saharo-sindien (Holarctis).				
Sahara central et Sahara méridional.				
Suaeda fruticosa Forskal ex J.-F. Gmelin	2	I	+	26.5
Sahara occidental (Mauritanie)				
Cressa cretica L.	1	I	+	91.9
LES ESPECES DES MILIEUX HUMIDES SAHELO-SOUDANIENS.				
Sporobolus spicatus (Vahl) Kunth	1	I	+	0.7
LES FORMATIONS ANTHROPIQUES.				
Les formations des cultures et des stades post-cultureux.				
Association à Gisekia pharnaceoides et Dactyloctenium aegyptiacum.				
Glinus lotoides L.	1	I	+	0.7
Mollugo cerviana (L.) Ser.	3	I	+	2.2
LES ELEMENTS BIOGEOGRAPHIQUES.				
MEDITERRANEE.				
Asparagus altissimus Munby	1	I	+	0.7
Méditerranéenne à irradiation Saharo-sindienne.				
Aeluropus litoralis (Cowan) Parl.	1	I	+	0.7
Eragrostis barrelieri Daveau	1	I	+	0.7
SAHARO-SINDIENNE.				
Seetzenia africana R.Br.	31	III	+	61.0
Saharo-Sindienne méditerranéenne.				
Astragalus eremophilus Boiss.	7	I	+	5.1
Reseda arabica Boiss.	1	I	+	0.7
Saharo-sindienne occidentale.				
Plantago akkensis (Cosson) Murb. subsp. ounifensis (Batt.) Maire	5	I	+	3.7
Plantago akkensis (Cosson) Murb.	2	I	+	1.5
PLURIREGIONALE.				
Eragrostis minor Host.	1	I	+	0.7
Sahara occidental (Mauritanie) -A classer-				
Fagonia latifolia Delile	13	II	+	66.2
Sclerocephalus arabicus Boiss.	20	II	+	14.7
Çaylusea hexagyna (Forsk.) Maire	7	I	+	5.1
Aizoon canariensis L.	3	I	+	2.2
Ephedra altissima Desf.	4	I	+	2.9
Gaillonia reboudiana Cosson & Durieu	4	I	+	82.4
Beta patellaris Moq.	4	I	+	2.9
Launaea resedifolia O.Kuntze	6	I	+	4.4
Convolvulus fatmensis O.Kuntze	1	I	+	0.7
Lavandula coronopifolia Poir.	3	I	+	8.8
Ephedra rollandii Maire	1	I	+	0.7
Andrachne graveolii Daveau	1	I	+	0.7

TABLEAU : 8 (suite 2)



Analyse d'Ouvrage

Précis ou Abrégé des Voyages, Travaux, et Recherches de C.S. Rafinesque (1833). The Original Version of A Life of Travels (1836).

Edited with an introduction and notes by C. Boewe, G. Reynaud and B. Seaton.

Koninklijke Nederlandse Akademie van Wetenschappen. North-Holland Publishing Company, Amsterdam.

Price USD : 34.75

"Ma première Sensation d'existence eut lieu dans une des maisons de campagne qui embellissent les environs de Marseille et que l'on y nomme Bastides. C'est là parmi les fleurs et les fruits que je commençai à jouir de la vie, et je suis devenu Botaniste. Par la suite le premier prix que je reçus dans une Ecole fut un Livre sur les animaux et je suis devenu Zoologue et Naturaliste. Mon Voyage précoce me fit Voyageur...". "The eccentric Naturalist" définit ainsi la naissance de sa - ou de ses - vocation(s). Ce touche-à-tout curieux et polyglotte d'origine marseillaise, professeur à Lexington, maladroit, gaffeur, imagina un chemin de fer aquatique, une charrue à vapeur et d'autres inventions dont la postérité n'a guère conservé le souvenir. Il nous laisse par contre un court récit de sa vie de voyages, émaillé de quelques observations sur la végétation, la faune et les peuples des contrées traversées et surtout de toutes les péripéties de ses pérégrinations.

Ce texte est précédé d'une longue introduction qui le replace dans son contexte historique et retrace les aléas de sa publication. De très nombreuses notes infra-paginales contribuent à illustrer "A Life of Travels" et en constituent un commentaire très documenté.

Sans être un ouvrage fondamental pour la bibliothèque des scientifiques, ce petit récit est suffisamment attachant pour être conseillé à tous ceux d'entre eux qui ont su garder la faculté de sourire et de s'émerveiller.

Imprimé au C.R.D.P. de Marseille
en janvier 1988

*

Dépôt légal imprimeur : 1er trimestre 1988

INSTRUCTIONS AUX AUTEURS

Les articles proposés doivent être envoyés, dactylographiés, au Secrétariat général de la Revue. Ils seront soumis à l'un des membres du comité de lecture ou du comité de rédaction avant confirmation de leur acceptation.

Ils devront être dactylographiés alors, pour le tirage offset, suivant les normes de la Revue. Celles-ci seront précisées aux auteurs par le Secrétariat lors de la confirmation de l'acceptation du manuscrit.

Tous les schémas et graphiques devront être réduits au format 21 x 29,7. Dans le cas contraire, cette réduction sera faite aux frais des auteurs. Les articles ne pourront dépasser 20 pages dactylographiées à titre gracieux. Les pages supplémentaires seront aux frais des auteurs.

Les abonnés peuvent publier dans *Ecologia Mediterranea* des travaux originaux et des mises au point sur des sujets se rapportant à l'écologie générale terrestre et limnique en région méditerranéenne et à l'écologie appliquée. Ceux-ci peuvent être publiés en langue française de préférence mais aussi en langue anglaise, italienne ou espagnole. La présence du titre en langue anglaise et du résumé en langue anglaise ou espagnole est indispensable.

T A R I F

Tomes I, II, VII (2)	50 F
Tomes III, IV, V, VI, VII (1), VIII (1/2), VIII (3), VIII (4), IX (1), IX (2), IX (3/4), X (1/2), X (3/4), XI (2/3), XI (4)	70 F
Tomes VIII (1/2), XI (1)	120 F

Abonnement 1986 (Tome XII)	France : 300 F
	Etranger : 350 F

Collection ECOLOGIA

. Tome I à VII (2) inclus	250 F
. Tome I à VIII (4) inclus	350 F
. Tome I à IX (3/4) inclus	500 F
. Tome I à X (3/4) inclus	650 F
. Tome I à XI (4) inclus	800 F

Abonnement 1987 (Tome XIII)	France : 330 F
	Etranger : 380 F

Toutes les commandes doivent être faites auprès du Secrétariat de la Revue accompagnées du paiement par chèque ou mandat, libellé au nom de :

Régisseur d'Avances de l'Université AIX-MARSEILLE
Centre St-Jérôme, CCP n° 9404.68 M MARSEILLE

SOMMAIRE

M. CLERGUE-GAZEAU. — Influence du climat méditerranéen sur la faune simuliidienne (<i>Diptera</i> , <i>Nematocera</i>) d'une rivière pyrénéenne : la Massane	3
S.-N. MAGIORIS. — Check-list of the bird species have been observed in Cyclades, Aegean-Greece, during 19th and 20th century	15
L. BIGOT, M. KABAKIBI, R. LOISEL. — Effet spécifique immédiat du débroussaillage sur le peuplement des arthropodes frondicoles d'une chênaie à Chêne liège des Maures (Var)	23
S. NICOL-PICHARD. — Analyse pollinique d'une séquence tardi et postglaciaire à Tourves (Var, France)	29
H. MINEAU, S. PUECH. — Le mode de germination des diaspores et la résistance des plantes à la sécheresse estivale, chez quelques espèces herbacées colonisatrices de talus routiers	43
L. GRATANI. — A critical approach to the problem of the vigour of <i>Ammophila littoralis</i> (Beauv.) Rothm.	53
T. AMIN, Y. BEISSALAH, B. EL HAJZEIN, P. NEVILLE. — Variations de la régénération du pivot de jeunes plants de Chêne vert (<i>Quercus ilex</i> L.) après divers traumatismes	61
Ch. BALDY, M. BARBERO, H. MADJIDIEH. — Extinction du rayonnement et modifications du spectre solaire sous différents couverts du taillis de Chêne vert (<i>Quercus ilex</i> L.) de la forêt de la Gardiole de Rians (Var, France)	77
A. BOSCALLI. — Bruciatura e presenza di sulla nei pascoli seminati con questa specie	87
J.-M. GEHU, M. COSTA, E. BIONDI, J. FRANCK, M. ARNOLD. — Données sur la végétation littorale de la Crète (Grèce)	93
P. QUEZEL, M. BARBERO, A. BENABID. — Contribution à l'étude des groupements forestiers et pré-forestiers du Haut Atlas (Maroc)	107
Y. AKMAN, P. QUEZEL, E. YURDAKULOL, O. KETENOGLU, M. DEMIRORS. — La végétation des hauts sommets de l'Ilgaz Dag	119
J.-P. BARRY, X. JAOUEN, J. MUSSO, J. RISER. — Le problème des divisions bioclimatiques et floristiques au Sahara. Note VI : entre Sahel et Sahara : l'Adrar mauritanien. Approches biogéographique et géomorphologique	131
Analyse d'ouvrage.	183



CRDP MARSEILLE

CENTRE NATIONAL DE DOCUMENTATION PEDAGOGIQUE

CENTRE REGIONAL DE DOCUMENTATION PEDAGOGIQUE

Service d'impression — 31, boulevard d'Athènes 13232 Marseille Cedex 01