

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

ecologia mediterranea

revue d'écologie terrestre et limnique



TOME IX-1983

FASCICULE 2

Directeur de la publication :

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

Secrétariat général :

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

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

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

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

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

FERRE, Y. (de), Professeur Laboratoire de Botanique, Université de Toulouse, Allées Jules-Guesde, 31000 TOULOUSE.

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

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

JOLY, P., Professeur Faculté des Sciences, 67000 STRASBOURG.

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

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

LOISEL, R., Maître-Assistant Laboratoire de Botanique et Ecologie Méditerranéenne, Faculté St-Jérôme 13397 Marseille Cedex 13.

LOSSAINT, P., Directeur de Recherches au C.N.R.S. C.E.P.E. Louis Emberger, B.P. 5051, 34033 MONTPELLIER.

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

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

VAN CAMPO, Professeur de Palynologie, Faculté des Sciences, 34000 MONTPELLIER.

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

ecologia mediterranea

revue d'écologie terrestre et limnique

PARUS :

ECOLOGIA MEDITERRANEA – TOME I - 1975 paru 1976
TOME II - 1976 paru 1977
TOME III - 1977 paru 1978
TOME IV - 1978 paru 1979
TOME V - 1979 paru 1980
TOME VI - 1980 paru 1981
TOME VII - paru 1981
TOME VIII - 4 fascicules parus 1982

Tous les tomes sont diffusés par le secrétaire général

G. BONIN
Laboratoire de Botanique et d'Ecologie Méditerranéenne
Faculté des Sciences de Saint-Jérôme
Rue Henri Poincaré
13397 MARSEILLE Cedex 4

**TOUS DROITS DE TRADUCTION, D'ADAPTATION ET DE REPRODUCTION PAR TOUS PROCÉDES
RESERVES POUR TOUS PAYS.**

La loi du 11 mars 1957 n'autorisant, aux termes des alinéas 2 et 3 de l'article 41, d'une part, que les «copies ou reproductions strictement réservées à l'usage privé et non destinées à une utilisation collective» et, d'autre part, que les analyses et les courtes citations dans un but d'exemple et d'illustration, «toute représentation ou reproduction intégrale, ou partielle, faite sans le consentement de l'auteur ou de ses ayants droit ou ayants cause, est illicite» (alinéa 1er de l'article 40). Cette représentation ou reproduction, par quelque procédé que ce soit, constituerait donc une contrefaçon sanctionnée par les articles 425 et suivants du Code pénal.

ISSN 0153-8756

Imprimé en France

Les communautés animales ripicoles du bassin versant de la rivière Aille (Var-France)

II) Composition et structure de la faune épigée

A. BOUMEZZOUGH*

RESUME : La faune ripicole épigée, constituée d'Invertébrés vivant dans les biotopes humides des cours d'eau, est étudiée dans une portion du réseau hydrographique de l'Aille, affluent de l'Argens, au sud de Vidauban. Situé en grande partie en terrain cristallin (Massif des Maures) plusieurs types de ruisseaux à régime différent sont prospectés : permanent, subtemporaire, temporaire.

Des comparaisons sont effectuées entre les divers ruisseaux (au nombre de 7) ; une méthodologie semi-quantitative est appliquée à 5 stations, 2 autres localisées, l'une sur un ruisseau temporaire, l'autre sur un ruisseau subtemporaire font l'objet d'une étude quantitative plus approfondie, en particulier ce qui a trait à la composition biotique et structurale de ces communautés animales.

L'inventaire spécifique global groupe 129 espèces, avec seulement 44 espèces strictement ripicoles, les principales familles étant par ordre décroissant : les Trechidae, les Staphylinidae (Coléoptères) et les Lycosidae (Arachnides).

SUMMARY : The ripicolous Invertebrate community is dwelling in various wet habitats along streamlets. This fauna was studied on the river banks of Aille and its affluents in the south east of France (chain of Maures - Var). Several types of streamlets have been prospected : permanent, subtemporary and temporary ones.

Comparisons have been carried out between 7 different streamlets : both composition and structure of their animal populations are exposed according to two different habitats, one in a subtemporary streamlets and the other in a temporary river.

The Invertebrate community comprises 129 species with only 44 strictly ripicolous ones, dominated by beetles (Trechidae and Staphylinidae) and spiders (Lycosidae).

Mots clés : Communautés animales ripicoles, composition, structure, ruisseaux permanents, subtemporaires, temporaires, Provence cristalline.

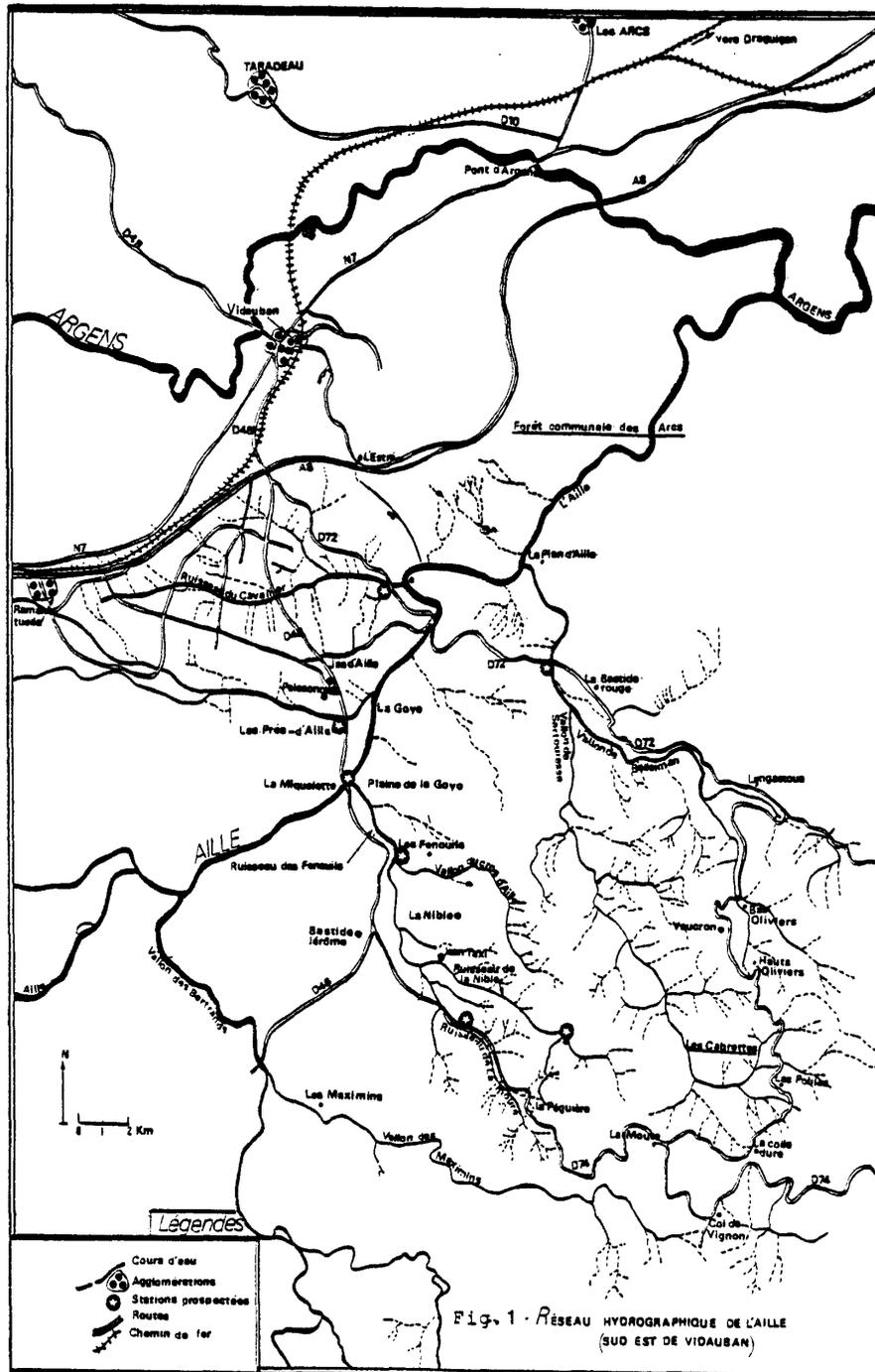
INTRODUCTION

Comme nous l'avions déjà signalé dans une note précédente (BOUMEZZOUGH et MUSSO, 1983), l'étude des populations animales ripicoles a fait l'objet, depuis une dizaine d'années, de recherches plus nombreuses et approfondies, ces travaux ayant été réalisés plus particulièrement dans le sud-est de la France, aussi bien en bordure de rivières que de mares. Une étude récente (ATGAY 1983) concernant le peuplement ripicole de quelques mares temporaires de Crau s'ajoute aux précédentes.

*Laboratoire d'Ecologie : Département de Biologie. Faculté des Sciences . Bd de Safi. B.P. S 15 MARRAKECH MAROC.

Le secteur prospecté dans ce travail, est localisé dans le massif des Maures, chaîne du midi méditerranéen français, dans la partie sud-est du département du Var, et s'étend à un ensemble de sept ruisseaux dont certains plus ou moins temporaires, et qui appartiennent tous au réseau hydrographique de l'Aille. Ces ruisseaux coulent soit sur substrat cristallin, soit dans le domaine détritique de la dépression Permienne où est située la commune de Vidauban.

I - PRESENTATION DES MILIEUX ETUDIES ET DESCRIPTION DES STATIONS (Fig. 1)



Sept stations ont été retenues sur sept ruisseaux. Il s'agit de la rivière Aille et des ruisseaux de la Nible, des Fenouils, de la Moure, des Près d'Aille, de Belleiman, du Cavalier⁽⁺⁾. Ces cours d'eau présentent des faciès très différents selon :

- le régime : l'Aille est permanent, certains sont subtemporaires (ruisseaux des Fenouils, de Belleiman, du Cavalier, des Près-d'Aille) et conservent des flaques d'eau pendant la période estivale, d'autres temporaires (ruisseaux de la Nible et de la Moure).

- le substrat : d'origine métamorphique et sédimentaire, il peut présenter une grande variété suivant les stations : affleurement de la roche mère, galets, sable, limons, vase.

- les berges : à faible pente (25 à 30°) dans les ruisseaux de l'Aille, Belleiman, Moure, Fenouils et Nible, elles sont très abruptes (environ 90°) dans les ruisseaux du Cavalier et des Près-d'Aille.

- la végétation riveraine : elle présente différents aspects :

- maquis bas à *Erica arborea* et *Arbutus unedo* le long du ruisseau de la Moure,
- ripisilve basse à *Alnus glutinosa* à Nible,
- ripisilve dense et touffue à *Ulmus campestris* dans les ruisseaux du Cavalier et des Près d'Aille,
- ripisilve haute à *Populus nigra* le long des berges de l'Aille,
- touffes de *Erica arborea* et *Juncus sp*, avec quelques pieds de *Alnus glutinosa* et *Populus nigra* dans le ruisseau des Fenouils,

- la végétation du bassin versant : certains ruisseaux coulent dans des secteurs "à végétation naturelle" (maquis, chênaie), tels les ruisseaux de la Nible et de la Moure ; les autres sont situés dans des zones cultivées (vignes).

La valeur du coefficient pluviométrique d'Emberger est normalement comprise entre 40 et 75, elle est de 45,2 pour Vidauban, ce qui situe ce secteur dans le climat mésoméditerranéen atténué.

Seule la faune des Invertébrés des ruisseaux de la Moure et de la Nible fera l'objet d'une étude quantitative, les 5 autres, d'une analyse qualitative et semi-quantitative.

II - METHODE D'ECHANTILLONNAGE DE LA FAUNE

A - PRELEVEMENTS QUANTITATIFS

J'ai utilisé un cadre en bois de 2 mètres de long sur 50 cm de large (surface égale à 1 m²), technique assez semblable à celle de FAVET (1981), pour la Durance. A l'intérieur de ce cadre, on soulève les pierres et les débris végétaux et la terre est grattée sur 5 cm environ de profondeur. Les animaux sont récoltés à l'aide d'un aspirateur à bouche et/ou d'une pince souple. La surface étudiée dans chaque micro-milieu correspond à 1 m² ; trois micromilieus sont choisis par station.

B - PRELEVEMENTS SEMI-QUANTITATIFS

Les prélèvements sont effectués dans la mesure du possible sur une superficie identique et pendant la même durée (1 h.).

(+) La description détaillée de ces stations a été présentée dans un travail antérieur (BOUMEZZOUGH 1983).

III - COMPOSITION BIOTIQUE DU PEUPEMENT EPIGEE

A - COMPOSITION BIOTIQUE STATIONNELLE

1 - Inventaire faunistique

Cet inventaire correspond aux récoltes dans les 7 stations et comprend l'ensemble des Invertébrés recueillis sous les pierres (cf. tableau placé en annexe).

2 - Composition biotique

2.1. Abondance des groupes zoologiques (Fig. 2 et 3).

L'inventaire faunistique comprend 129 espèces réparties en 4 classes : Crustacés, Myriapodes, Arachnides et Insectes avec une nette prédominance de l'Entomofaune et les Coléoptères en particulier (85 espèces, soit 65,89 % de la richesse totale du peuplement) avec 2 familles dominantes, les Trechidae et les Staphylinidae. Ces 2 familles correspondent avec les Arachnides (24 espèces) à 65,39 % du peuplement, l'ensemble des Coléoptères et des Arachnides atteignant 93,08 % (Fig. 3b)

En définitive, ces résultats sont très proches de ceux obtenus par plusieurs auteurs sur les communautés ripicoles d'eaux calmes ALQUIER 1974, GAUTIER (1977) et de cours d'eau (FAVET 1981, BIGOT et GAUTIER 1982).

Parmi ces 129 espèces récoltées dans l'interface entre le domaine aquatique et le domaine terrestre, combien appartiennent-elles à la faune ripicole ?

2.2. Les types écologiques et leur importance relative dans le peuplement.

GACHET (1971) établit une classification et définit avec précision la terminologie des groupes d'espèces rencontrés dans cet écotone : espèces aliénées, hôtes, indigènes hétérozones, indigènes homozones. Les 3 premières catégories d'espèces constituent le peuplement ripicole *sensu lato* et sont composées d'éléments d'origine terrestre (frondicole, lapidicole, sabulicole) et aquatique. A cet ensemble s'oppose les espèces indigènes homozones et représentent la communauté ripicole *sensu stricto*.

Ainsi la communauté étudiée sur le réseau hydrographique de l'Aille et qui comporte 129 espèces se répartit comme suit :

- 16 espèces aquatiques soit 12,4 %
- 44 espèces ripicoles soit 34,10 %
- 69 espèces terrestres soit 53,48 %.

On observe donc pour l'ensemble des populations, une dominance des espèces terrestres, représentées essentiellement par des organismes hygrophiles et le plus souvent lapidicoles.

Cette dominance spécifique des espèces terrestres ne s'observe pas sur le plan des effectifs ; on note en effet :

- espèces aquatiques 4,98 % (176 individus)
- " terrestres 18,04 % (637 ")
- " ripicoles 76,97 % (2718 ")

Ces résultats sont proches de ceux obtenus par FAVET (1981) qui note : espèces aquatiques 4,16 %, terrestres 9,25 %, ripicoles 86,59 %. On constate donc que malgré leur faible représentativité (44 espèces sur 129 au total), les espèces ripicoles constituent un effectif élevé, résultats qui nous permettent de conclure que cet écotone demeure extrêmement favorable à cette faune.

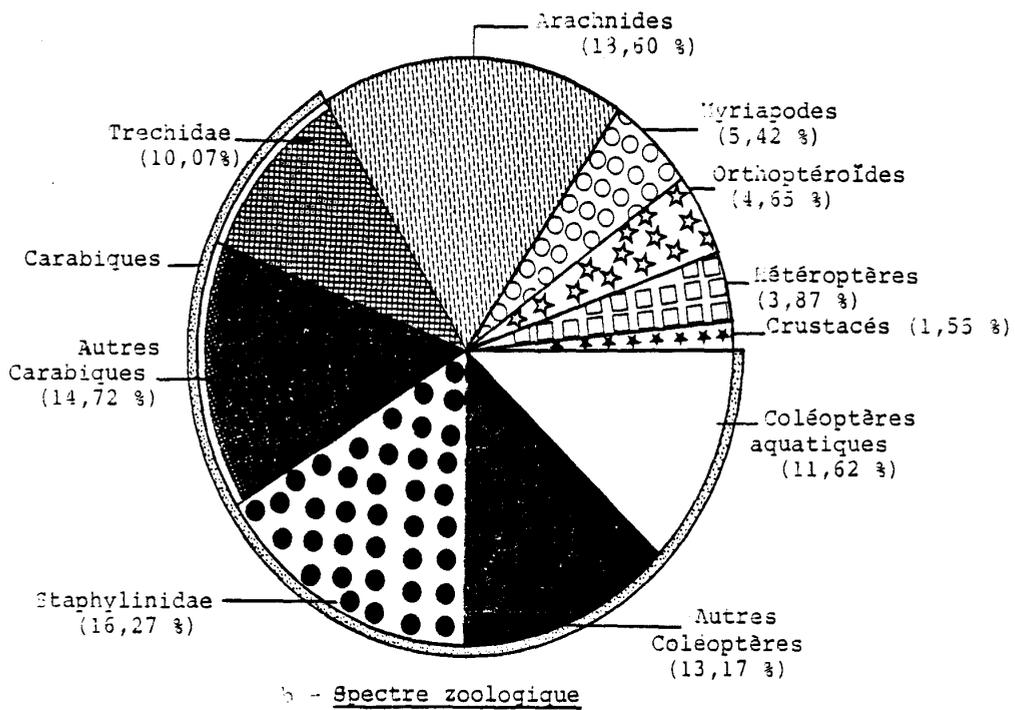
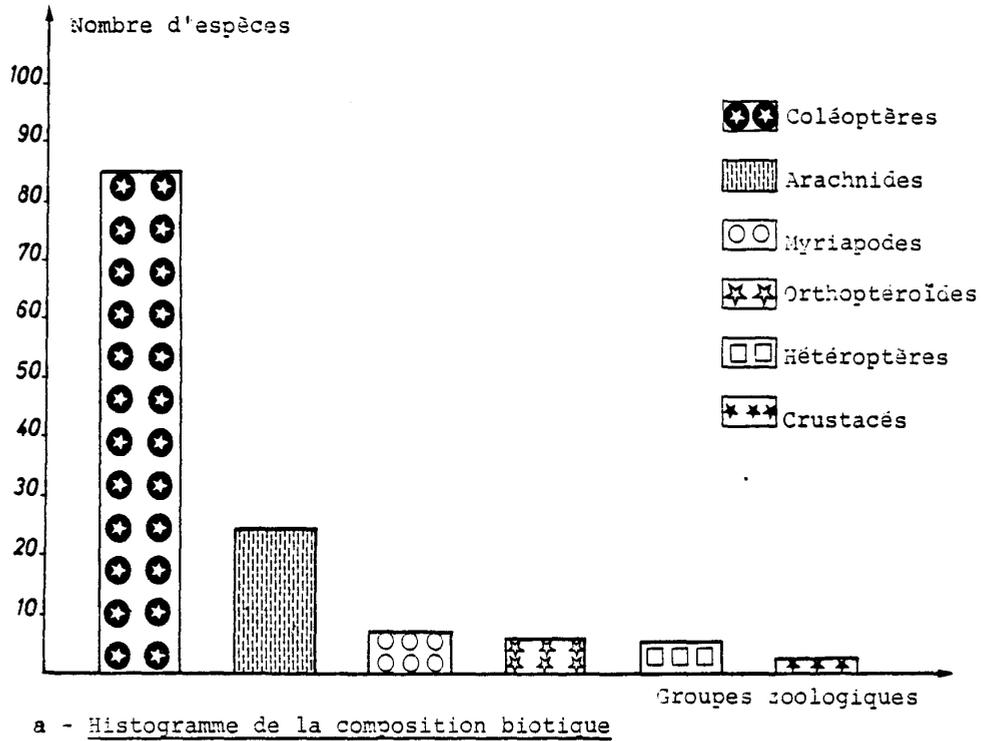


Fig. 2 - Composition biotique de la communauté du secteur étudié

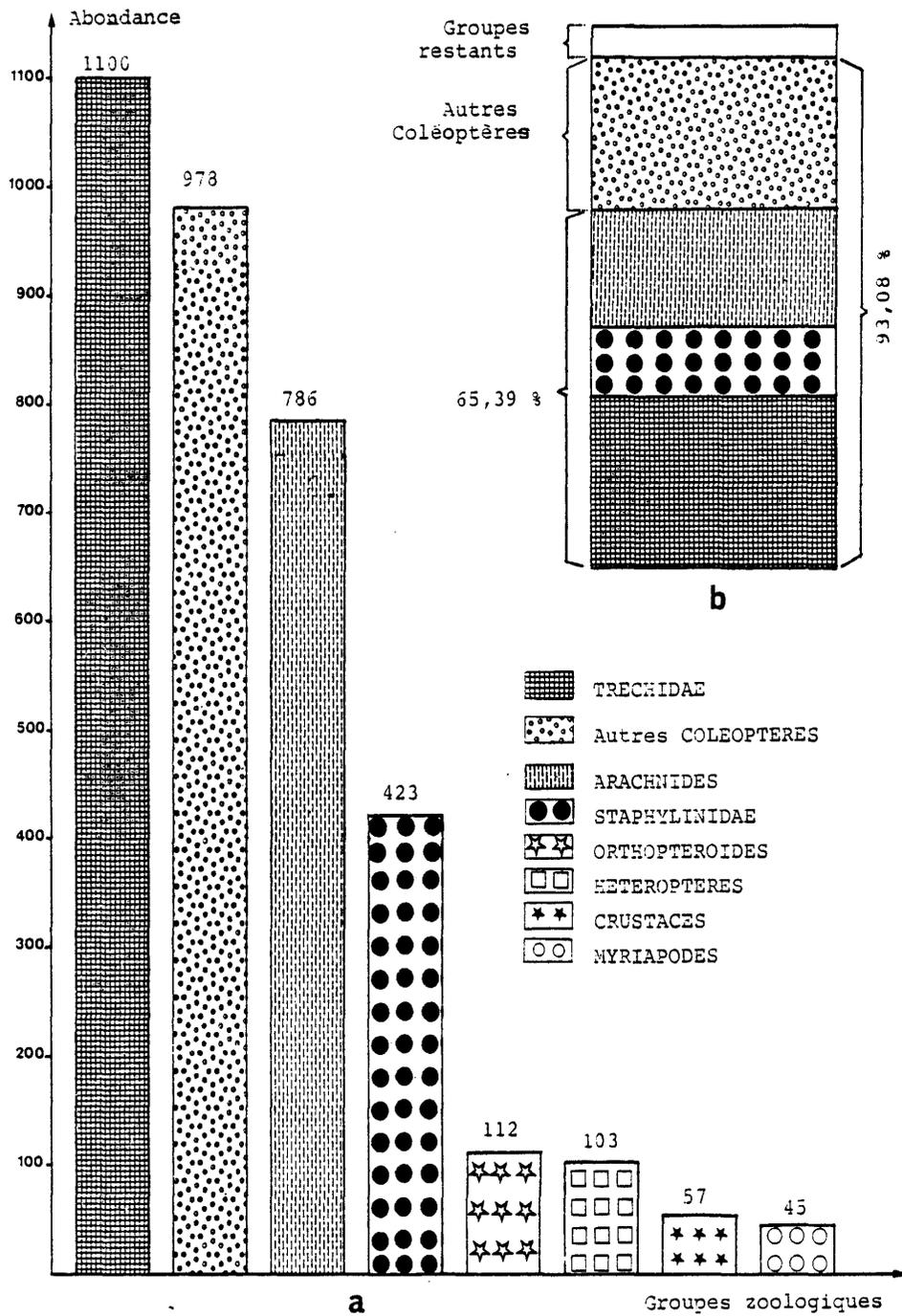


Fig. 3 - a: Abundance des groupes zoologiques
 b: Spectre zoologique des abondances

Cette hétérogénéité des espèces ripicoles *sensu lato* est due, comme nous l'avons vu, aux facteurs suivants : ripisilve, proximité du domaine terrestre, organismes aquatiques.

A ces facteurs il faut ajouter le régime des ruisseaux prospectés. En effet les ruisseaux du réseau hydrographique de l'Aille sont le plus souvent temporaires ou sub-temporaires, cette temporarité ayant pour effet d'augmenter dans le peuplement ripicole le nombre d'espèces aquatiques lors de la période estivale. Au cours de cette saison sèche, les espèces hygrophiles fuyant le microclimat chaud et sec qui règne sur les berges se déplacent vers la zone humide à la recherche d'un abri sous les pierres. Il se produit alors des phénomènes de compétition entre les espèces terrestres et les organismes aquatiques en particulier les Coléoptères *Dytiscidae* (*Agabus brunneus*) et les Hétéroptères *Nepidae* (*Nepa cinerea*).

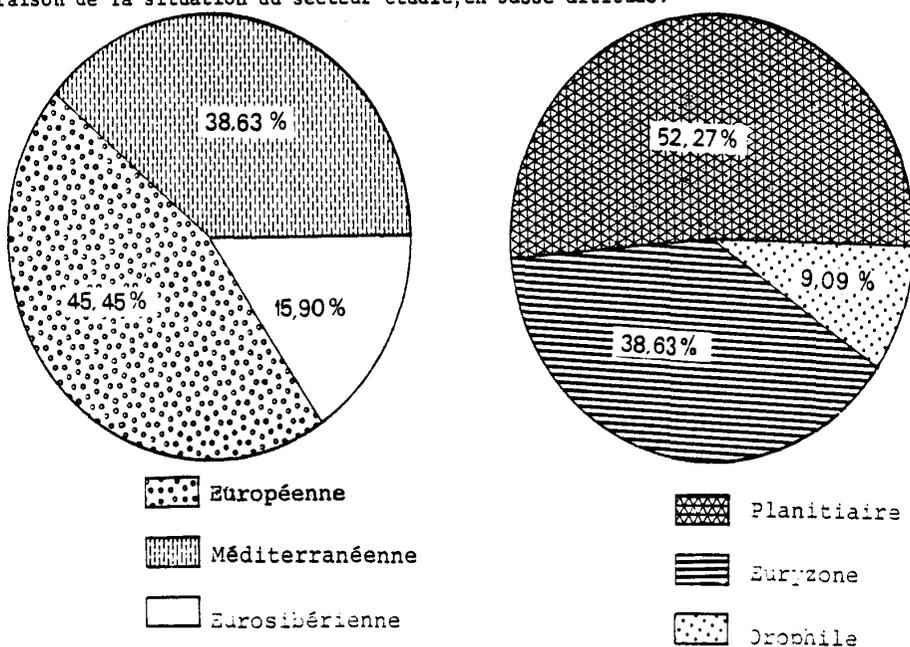
Malgré cette hétérogénéité du peuplement, la communauté ripicole *sensu stricto* reste toujours bien représentée et particulièrement adaptée à ce milieu humide.

3 - Origine biogéographique et tendance altitudinale du peuplement ripicole *sensu stricto*.

L'examen de la figure 4a, visualisant cette répartition, permet de mettre en évidence l'importance des espèces européennes (45,45 %) et méditerranéennes (38,63 %) et le faible pourcentage des espèces eurosibériennes (15,90 %).

Le secteur étudié dans la région de Vidauban étant isolé et situé dans un climat de type méditerranéen, avec un réseau hydrographique de même type, la présence dans mes relevés d'un pourcentage plus élevé d'espèces méditerranéennes semble donc normale.

Concernant les tendances altitudinales, elles sont illustrées dans la Figure 4 b. Les espèces planitiaires (de plaine) dominent (52,27 %), ce qui paraît normal en raison de la situation du secteur étudié, en basse altitude.



a- Répartition biogéographique.

b- Tendances altitudinales.

Fig: 4 - Répartition biogéographique et tendances altitudinales des espèces ripicoles.

La richesse spécifique, l'abondance des individus, peuvent varier selon les stations, il en est de même des populations qui ne sont pas toujours réparties uniformément.

La communauté ripicole reposant sur un milieu sans cesse renouvelé, il est souvent difficile de cerner les affinités existant entre les peuplements stationnels ; ce sera le but du paragraphe suivant.

B - ETUDE COMPARATIVE STATIONNELLE

1 - Richesse spécifique

La figure 5 illustre ainsi les variations stationnelles de la richesse spécifique de l'ensemble du peuplement et des populations ripicoles *sensu stricto*.

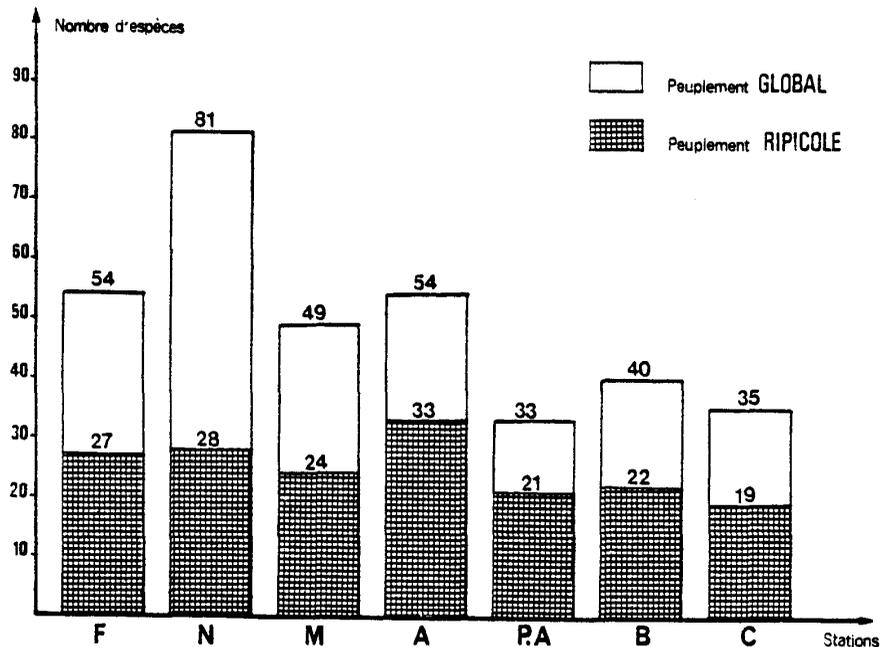


Fig: 5 - Histogramme des richesses spécifiques stationnelles.

F: FENOUILS , N: NIBLE , M: MOURE , A: AILLE , P.A: PRES D'AILLE , B: BELLEIMAN , C: CAVALIER

On observe que parmi les sept stations choisies, Nible se détache très nettement avec un peuplement de 81 espèces (ce nombre oscille entre 33 et 54 pour les autres stations). On constate aussi que cette station héberge un grand nombre d'espèces ripicoles *sensu stricto* (28) et le maximum d'espèces exclusives (21 espèces), soit 25,92 % de la richesse totale de la station (Fig. 6). Deux autres stations, Fenouils et Aille présentent quelques similitudes quant à la richesse totale (54 espèces), le nombre d'espèces ripicoles (27 et 33) et le nombre d'espèces exclusives (9 et 10). Il en est de même de 2 autres stations, Près-d'Aille et Cavalier situées sur un substrat constitué d'alluvions récentes, qui apparaissent comme les plus pauvres aussi bien en ce qui concerne le nombre total d'espèces (33 et 35) que celui des espèces ripicoles (21 et 19) et des exclusives (2 et 3).

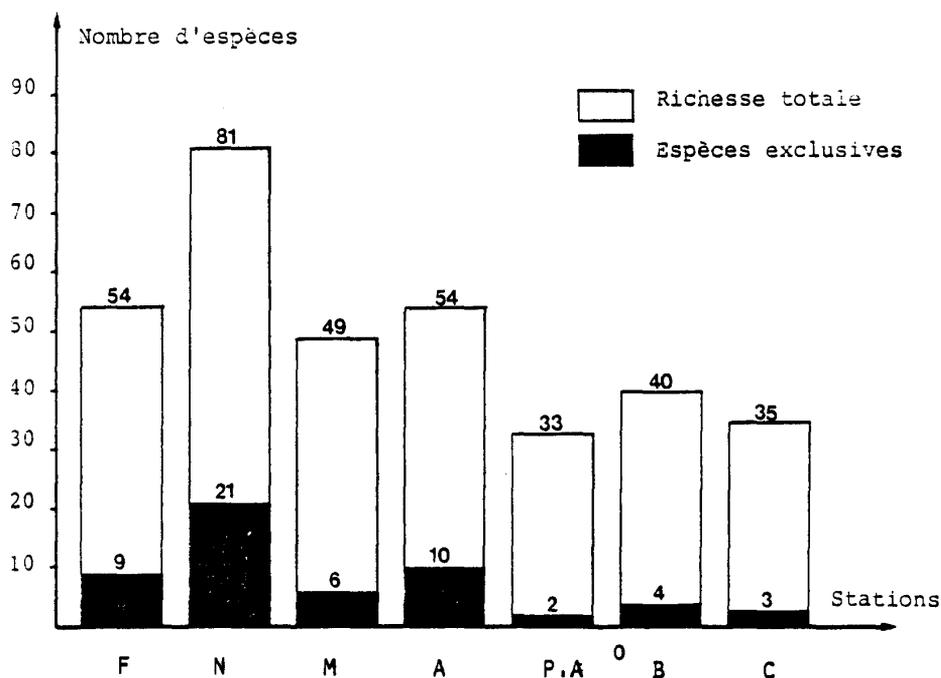


Fig: 6 - Richesses totales et espèces exclusives de chaque station prospectée.

F: Fenouils , N: Nible , M: Moure , A: Aille , P.A: Prés d'Aille
B: Belleiman , C: Cavalier.

En général, un biotope présentant des habitats variés et multiples, donc des potentialités de niches écologiques diversifiées, doit héberger un maximum d'espèces. Tel semble être le cas de la station de la Nible dont la richesse spécifique peut sans doute s'expliquer par son emplacement et son environnement. Située dans un domaine forestier "naturel" exempt de toute pollution humaine, en aval du déversoir d'une retenue collinaire, cette station constitue un milieu particulier où sont même rencontrées des espèces alpines (cf. Fig. 4).

2 - Evaluation du degré d'affinité entre les peuplements stationnels

Il a été calculé à l'aide du coefficient de JACCARD (1902) et appliqué successivement au peuplement ripicole *sensu stricto* et au peuplement global de la station.

On constate dans la figure 7 relative à l'ensemble de la communauté que, sans se ressembler fortement (les coefficients maximums entre les populations animales ne dépassent pas 47,82 %), les stations ne sont pas, non plus, très dissemblables (le plus petit coefficient correspond à 27,47 %). Par contre si l'on considère les noyaux d'affinités pour le peuplement ripicole *sensu stricto* (Fig. 8), les affinités entre stations sont très nettement plus élevées (les pourcentages sont compris entre 79,31 % pour le maximum et 50 % pour le minimum). La suppression des espèces aliénées, hôtes et indigènes hétérozones a eu pour effet d'augmenter considérablement les coefficients d'affinités.

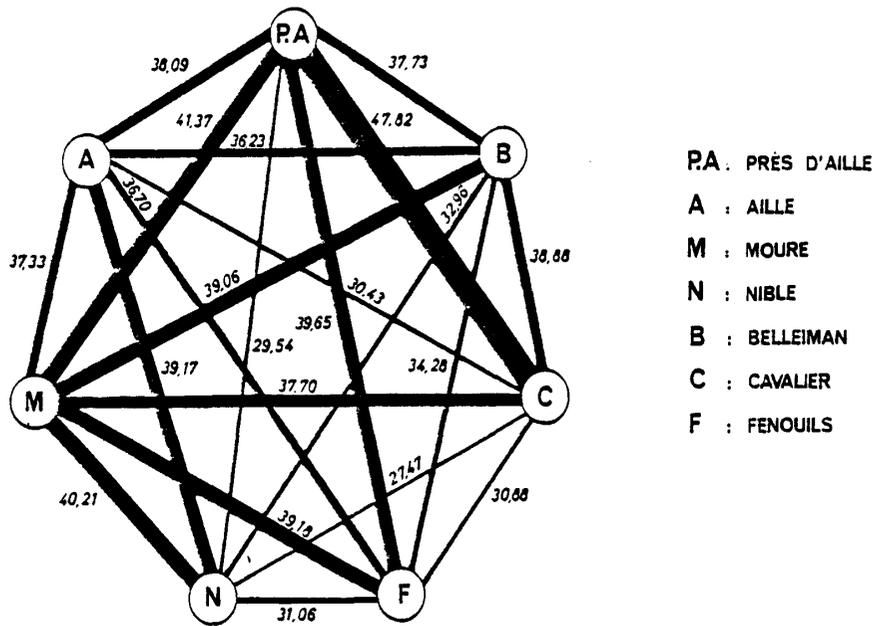


Fig: 7 - Représentation schématique des affinités coenotiques entre les stations étudiées, pour le peuplement global.
(Les valeurs ci-dessus ont été calculées par le coefficient de JACCARD et données en pourcentages).

Si nous considérons la Figure 8 et en ne prenant en compte que les valeurs supérieures à 60 %, 4 triangles peuvent être inscrits avec un sommet commun correspondant à la station de la Moure.

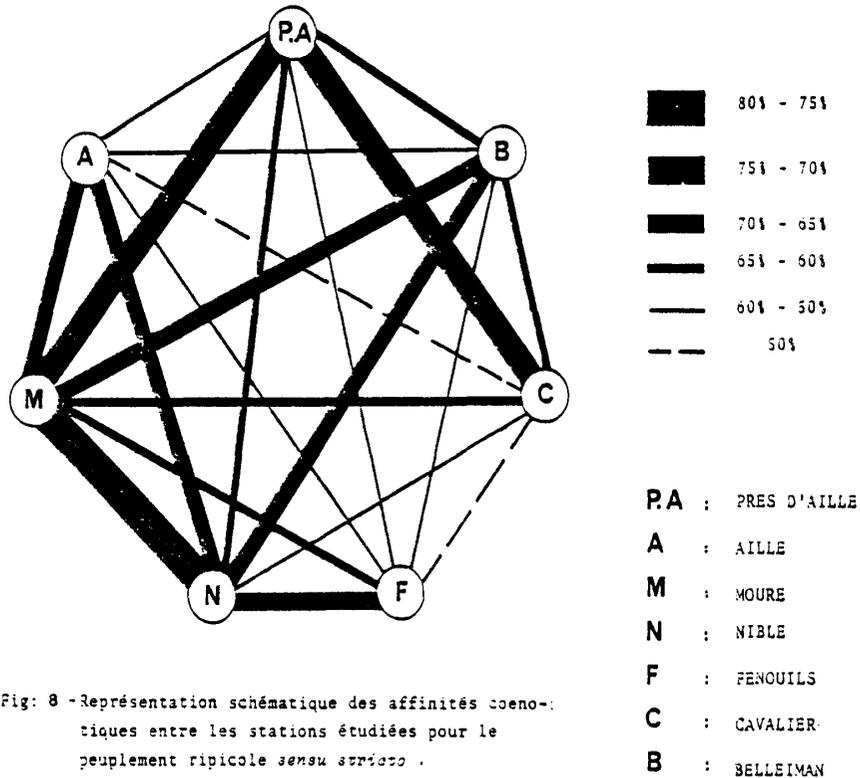


Fig: 8 - Représentation schématique des affinités coenotiques entre les stations étudiées pour le peuplement ripicole *sensu stricto*.

- 1° - L'ensemble Moure (M) - Près-d'Aille (P.A.) - Nible (N).
 2° - L'ensemble Moure (M) - Près-d'Aille (P.A.) - Cavalier (C).
 3° - L'ensemble Moure (M) - Aille (A) - Nible (N).
 4° - L'ensemble Moure (M) - Fenouils (F) - Nible (N)

1° - L'ensemble M - P.A. - N : cet ensemble réunit les plus forts coefficients de ressemblance avec 79,31 % entre M et N et 73,07 % entre M et P.A. Les facteurs abiotiques sont assez voisins, plus particulièrement la texture du substrat où dominent les sables grossiers. Ces trois stations ont pratiquement les mêmes caractères : deux ruisseaux temporaires (M et N), 1 subtemporaire (P.A.), de plus une végétation riveraine importante les recouvre.

2° - L'ensemble M - P.A. - C : ces trois ruisseaux possèdent des affinités élevées, plus de 73 % entre M-P.A.-C, 65,38 % entre M et C. Ces trois stations présentent les ressemblances suivantes :

- morphométrie des berges identiques (lit très encaissé),
 - texture du substrat, hétérogène (mélange d'éléments fins et grossiers)
- dans les 3 stations,
- régime hydrologique : 2 ruisseaux sont subtemporaires (C et P.A.), M est temporaire,
 - présence de ripisilve dense dans les 3 ruisseaux qui assure, comme dans l'ensemble précédent, une humidité persistante, très favorable aux espèces ripicoles.

3° - L'ensemble M - A - N présente un très fort coefficient d'affinité (67,64 % - 69,44 % - 79,31 %) avec une richesse spécifique très élevée en espèces ripicoles (33, 28, 24). La texture du sol, avec des graviers et sables grossiers sur éléments fins, constitue le principal caractère de ressemblance.

4° - L'ensemble M - N - F; les coefficients d'affinités présentent encore des valeurs élevées entre F et N (69,69 %) et N et M (79,31 %), un peu moins entre F et M (59,37 %), N et M étant deux ruisseaux temporaires qui confluent pour donner le ruisseau des Fenouils (F, subtemporaire). La texture du sol, une nouvelle fois (éléments grossiers reposant sur un substrat fin), est le point essentiel de ressemblance entre ces 3 stations.

Dans le diagramme relatif à l'ensemble biocénotique global (Fig. 7), le degré d'affinité entre N et F est relativement faible (31,06 %), il atteint 69,69 % si l'on ne considère que les espèces ripicoles strictes. Cette différence s'explique par la présence, dans la station de Nible, d'espèces hétérozones liées à la ripisilve à *Alnus glutinosa* installée sur les rives du ruisseau, ce qui détermine une chute importante du nombre d'espèces communes entre les stations et par suite une baisse du coefficient de ressemblance.

3 - Discussion

Les prélèvements ont été effectués de façon quantitative et semi-quantitative, le long des ruisseaux sur une distance plus ou moins grande en fonction des particularités du milieu ; ainsi dans toutes les stations, les différents milieux existants (galets, graviers, pierres, laisses, litière) ont été échantillonnés. Ceci explique que l'on obtienne des coefficients d'affinités élevés (79,31 %), assez proches les uns des autres.

Si nous considérons les valeurs des coefficients d'affinités pour la communauté ripicole *sensu stricto*, on constate que la plus faible valeur se situe aux environs de 50 % (48,38 %); ce qui correspond à un degré d'affinité assez important.

Quelques ressemblances existent entre les stations, nous les avons énumérées précédemment ; elles proviennent de l'interaction de plusieurs facteurs souvent difficiles à identifier et à quantifier. Des différences existent aussi, en particulier, l'absence dans la station du Cavalier et des Près-d'Aille de gros galets, refuges pour certaines Araignées *Lycosidae* et certains *Staphylinidae* comme *Paederus rubrothoracicus* absent dans la station des Près-d'Aille. De même, on a pu constater que les affinités entre les ruisseaux permanents (A) et les ruisseaux subtemporaires correspondent aux valeurs les plus faibles.

La texture du sol joue vraisemblablement un grand rôle dans la répartition des espèces ripicoles, la nature du substrat beaucoup moins puisque aucune différence sensible ne s'est manifestée entre les stations situées sur substrat cristallin et celles choisies dans la dépression permienne (alluvions récentes).

Le régime du cours d'eau ne semble pas, à priori, intervenir de façon prépondérante dans la richesse spécifique des communautés ripicoles. Bien que l'Aille (permanent) héberge le maximum d'espèces ripicoles (33) et se différencie assez nettement du Cavalier et des Près-d'Aille (ruisseaux subtemporaires) avec respectivement 19 et 21 espèces ripicoles, ces différences s'amenuisent très fortement avec les ruisseaux des Fenouils (subtemporaire) et de la Nible (temporaire) avec 27 et 28 espèces ripicoles.

C - DYNAMIQUE TEMPORELLE DE LA COMMUNAUTE RIPICOLE *SENSU STRICTO*

Contrairement à certaines populations ripicoles de bords d'étangs et en particulier d'étangs salés de Camargue où le peuplement ripicole ne peut exister "que durant une période de 6 mois environ, dans le meilleur cas" (GAUTIER, 1977), les communautés ripicoles de cours d'eau se rencontrent toute l'année. J'ai pu constater leur présence sur tous les ruisseaux (stations étudiées). FAVET (1981) fait état de mêmes observations pour la faune ripicole de Basse Durance ; il faut toutefois préciser que dans ce dernier cas, les populations subissent des fluctuations saisonnières plus ou moins importantes et imprévisibles, liées aux crues.

1 - Evolution des richesses spécifiques

Les courbes de la Figure 9 retracent l'évolution de la richesse spécifique dans les stations étudiées.

Nous constatons que le plus grand nombre d'espèces est récolté pendant la période comprise entre avril et octobre, le maximum de la richesse spécifique se situant en général au mois de juin ou de juillet pour la plupart des stations. On note cependant, pour certaines stations, un pic supplémentaire en mars (station de la Moure), en mai (Cavalier) et en septembre (Fenouils).

2 - Evolution des abondances

Les courbes relatives à l'évolution mensuelle des abondances (Fig. 10) sont très proches de celles retraçant l'évolution des richesses spécifiques. On

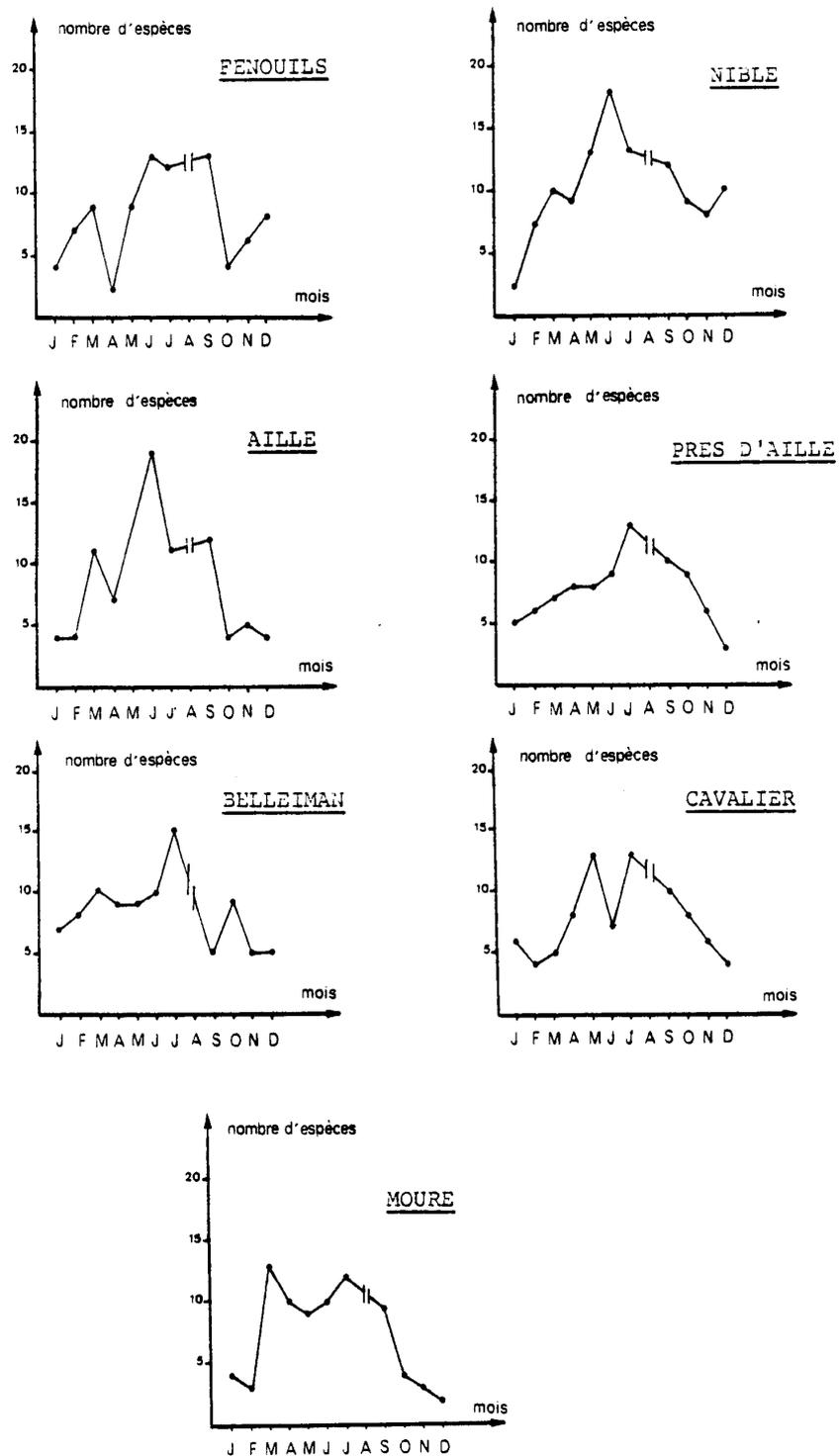


Fig: 9 - Evolution mensuelle des richesses spécifiques au niveau de chaque station prospectée. (Seules les espèces ripicoles sont prises en compte).

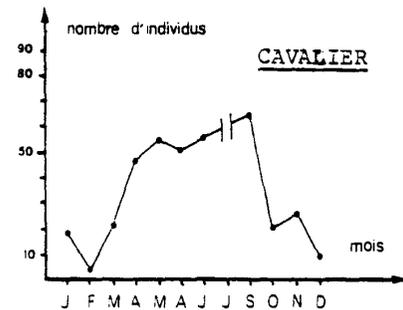
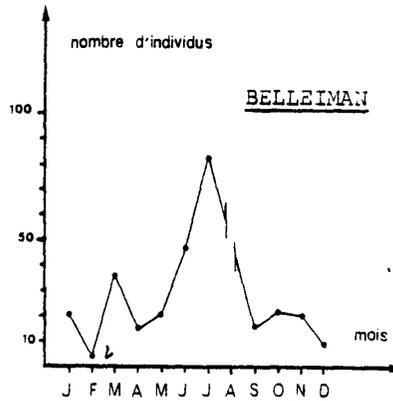
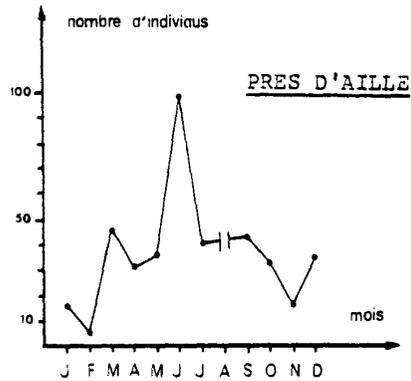
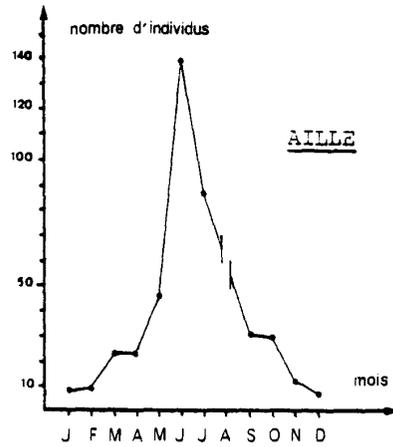
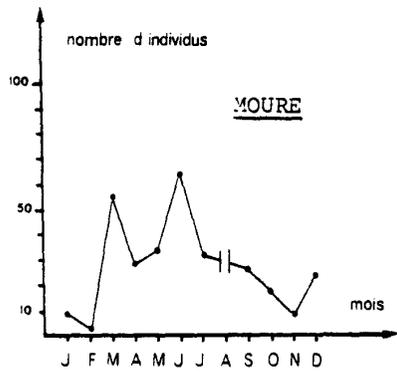
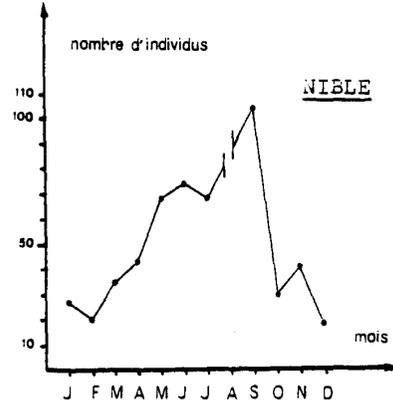
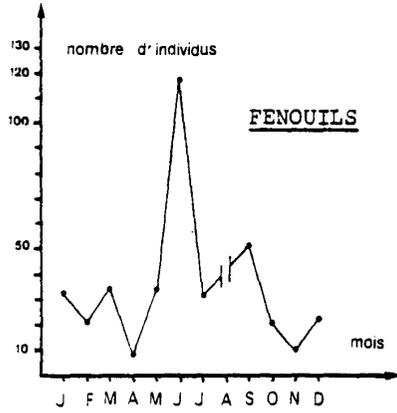


Fig: 10 - Evolution mensuelle des abondances dans les 7 stations étudiées.

constate, comme précédemment, une abondance maximale des individus pour la période comprise entre avril et octobre, cette remarque pouvant être généralisée à l'ensemble des stations. Le maximum d'individus récolté peut présenter quelques variations selon les stations et se situer en juin (station de la Moure, Aille, Prés.d'Aille, Fenouils), juillet (Belleiman), septembre (Cavalier et Nible).

En définitive, ces courbes montrent que la communauté ripicole est abondante dès la fin du printemps et au cours de la période estivale, puis chute brutalement en octobre ou novembre avec les premières crues automnales et les premiers froids pour se stabiliser ensuite à un niveau assez bas pendant toute la période hivernale.

IV - STRUCTURE DU PEUPEMENT RIPICOLE EPIGE *sensu stricto* (Tabl. I et II)

RANG	ESPECES	A	Ar. (%)	Ar. CUMULEE	CATEGORIES	NOMBRE	%
1	<i>Artosa variana</i>	32	15,157	15,157	Dominantes Ar > 5 %	6	57,54
2	<i>Paspalum rubrothoracicus</i>	72	13,308	28,465			
3	<i>Oedothorax fuscus</i>	51	3,428	37,391			
4	<i>Anomis ruficornis</i>	44	3,133	46,024			
5	<i>Cochlerus marginatus</i>	32	5,914	51,338			
6	<i>Calostoma hispanicum</i>	31	5,730	57,668			
7	<i>Pardosa morosa</i>	27	4,390	62,358	Influentes 2 % < Ar < 5 %	7	23,13
8	<i>Chlamyallus vestitus</i>	25	4,621	67,279			
9	<i>Abacetus salzmanni</i>	24	4,438	71,715			
10	<i>Peryphus genii</i>	23	4,251	75,966			
11	<i>Paratractus rufipennis</i>	23	4,251	80,217			
12	<i>Peryphus lateralis</i>	20	3,698	83,913			
13	<i>Arctosa cinerea</i>	16	2,957	86,370			
14	<i>Synschoetiatus elongatus</i>	10	1,348	88,718	Résidentes Ar < 2 %	15	13,03
15	<i>Pardosa proxima</i>	8	1,478	90,196			
16	<i>Trochosa ruricola</i>	8	1,478	91,674			
17	<i>Chlaenius velutinus</i>	7	1,293	92,967			
18	<i>Peryphus ustulatus</i>	7	1,293	94,260			
19	<i>Tachyura parvula</i>	5	1,109	95,369			
20	<i>Peryphus geniculatus</i>	5	0,924	96,293			
21	<i>Perileptus areolatus</i>	5	0,924	97,217			
22	<i>Chilopora longitarsus</i>	4	0,739	97,956			
23	<i>Synschoetiatus ruficornis</i>	3	0,554	98,510			
24	<i>Saida opacula</i>	3	0,554	99,064			
25	<i>Pterostichus lasserrei</i>	2	0,369	99,433			
26	<i>Peryphus andreae</i>	1	0,184	99,617			
27	<i>Stenus guttula</i>	1	0,184	99,801			
28	<i>Agonum nigrum</i>	1	0,184	99,985			
Total	28	541	100			28	

Tab. I : Liste des espèces ripicoles de la station de la Nible, avec leur abondance, leurs abondances relative et cumulée et leur classement hiérarchique en fonction des abondances relatives.

RANG	ESPECES	A	Ar. (%)	AR. CUMULEE	CATEGORIES	NOMBRE	%
1	<i>Peryphus lateralis</i>	77	16,360	16,360	Dominantes Ar > 5 %	3	62,36
2	<i>Pasderus rubrothoracicus</i>	56	12,334	28,694			
3	<i>Oedothorax fuscus</i>	54	11,894	41,188			
4	<i>Arctosa variana</i>	37	8,149	49,337			
5	<i>Peryphus genéi</i>	35	7,709	57,046			
6	<i>Anchus ruficornis</i>	27	5,947	62,993			
7	<i>Pardosa morosa</i>	21	4,625	67,618	Influantes 2 % < Ar < 5%	3	26,13
8	<i>Chlaenius vestitus</i>	13	3,364	71,982			
9	<i>Ochterus marginatus</i>	17	3,744	75,726			
10	<i>Penetratus rufipennis</i>	16	3,524	79,251			
11	<i>Abacetus salmanni</i>	13	2,863	81,714			
12	<i>Perileptus areolatus</i>	13	2,863	84,577			
13	<i>Synchaetictus ruficornis</i>	11	2,422	86,999			
14	<i>Synchaetictus elongatus</i>	10	2,202	89,201			
15	<i>Pardosa proxima</i>	3	1,762	90,963	Résidentes Ar < 2 %	13	10,79
16	<i>Arctosa leopardus</i>	3	1,762	92,725			
17	<i>Peryphus andreas</i>	7	1,541	94,266			
18	<i>Peryphus ustulatus</i>	7	1,541	95,807			
19	<i>Stenus guttula</i>	5	1,101	96,908			
20	<i>Trogophiloeus rivularis</i>	4	0,881	97,789			
21	<i>Philonthus rufimanus</i>	2	0,440	98,229			
22	<i>Gabrius nigricollis</i>	2	0,440	98,669			
23	<i>Chlaenius velutinus</i>	2	0,440	99,109			
24	<i>Trochosa ruficollis</i>	1	0,220	99,329			
25	<i>Taraxia bolivari</i>	1	0,220	99,549			
26	<i>Pterostichus lasserrei</i>	1	0,220	99,769			
27	<i>Peryphus geniculatus</i>	1	0,220	99,989			
Total	27	454	100			27	

Tab. II : Liste des espèces ripicoles de la station des Fenouils, avec leur abondance, leurs abondances relative et cumulée et leur classement hiérarchique en fonction des abondances relatives.

Les paragraphes précédents nous ont permis de découvrir la faune ripicole *sensu stricto*, d'établir son inventaire faunistique, de connaître sa richesse spécifique, sa répartition, son cortège d'espèces étrangères au milieu. Ces données sont cependant insuffisantes pour approfondir sa connaissance, d'autres éléments, d'autres moyens doivent être utilisés. Il faut pouvoir quantifier l'importance écologique d'une espèce par rapport aux autres, préciser la composition spécifique d'un peuplement et la comparer aux autres, connaître enfin la manière dont les individus sont quantitativement répartis entre les espèces. J'ai utilisé pour cela des coefficients écologiques analytiques (abondance, fréquence) et synthétiques (diversité, équitabilité).

Après avoir étudié l'ensemble de la communauté ripicole épigée sur une portion du réseau hydrographique de l'Aille (7 ruisseaux), seule la faune ripicole *sensu stricto* fera l'objet dans ce chapitre, d'études plus approfondies. Les recherches sont effectuées dans deux stations, choisies sur deux ruisseaux différents : la Nible et les Fenouils.

A - ABONDANCE

KROGERUS (1932) propose une classification selon laquelle on distingue en fonction des abondances relatives (A_r) : des espèces dominantes ($A_r > 5 \%$), influentes ($2\% < A_r < 5\%$) résidentes ($A_r < 2\%$).

Les 2 tableaux I et II (cf. pages précédentes) illustrent les résultats obtenus dans les 2 stations de la Nible et des Fenouils.

On constate que le pourcentage des populations des 3 catégories d'espèces est peu différent d'une station à l'autre.

B - ABONDANCES RELATIVES CUMULEES

Il est intéressant aussi, pour avoir un premier aperçu sur la structure des communautés, de dresser la courbe des abondances relatives cumulées (Fig. 11 ; Tabl. I et II).

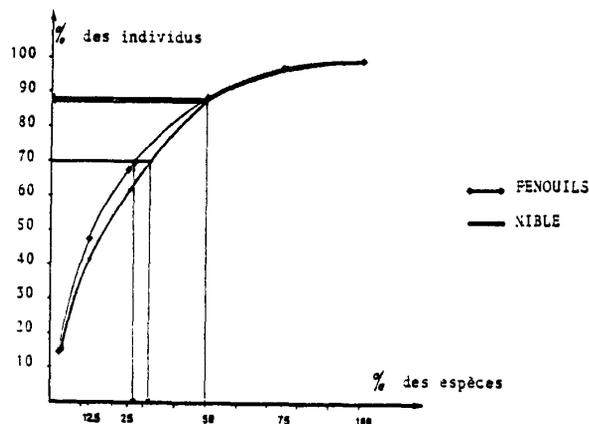


Fig: 11 - Courbes des abondances relatives cumulées en fonction du nombre d'espèces exprimé en % par rapport au nombre total d'espèces du peuplement, dans les stations de la Nible et des Fenouils

Pour les populations ripicoles étudiées, on observe que le déséquilibre entre l'ensemble des espèces du peuplement global est notable puisque la moitié des espèces représente, dans les 2 stations, la quasi totalité des individus, soit 88,53 % dans la station de la Nible et 88,58 % dans la station des Fenouils.

De même 70 % des individus sont répartis entre 32 % des espèces dans la station de la Nible et 27 % des espèces dans la station des Fenouils, ce qui montre une nouvelle fois que ces deux communautés ont une structure assez voisine (28 espèces dans la Nible, 27 dans les Fenouils).

Cette étude des abondances n'apporte qu'une information partielle, elle doit être complétée par l'analyse de la fréquence.

C - FREQUENCE

Comme de nombreux auteurs, nous pouvons distinguer, des groupes d'espèces en fonction de leur fréquence (F) : espèces constantes ($F > 50 \%$), espèces accessoires ($25\% < F < 50\%$), espèces accidentelles ($10\% < F < 25\%$), espèces sporadiques ($F < 10\%$). Les résultats sont réunis dans les tableaux III et IV et montrent que les fréquences, dans une même station, sont très variables d'une espèce à l'autre, mais aussi que la

fréquence d'une espèce peut varier d'une station à l'autre.

L'association de la fréquence et de l'abondance relative permet de préciser, pour les espèces, leur degré d'inféodation au milieu. Comme FAVET (1981) j'utiliserai la classification suivante (cf. page 20).

RANG	ESPECES	Ar (%)	F. (%)	Classement des espèces
1	<i>Arctosa variata</i>	15,157	72,72	C
2	<i>Paederus rubrothracicus</i>	13,308	90,90	C
3	<i>Oedothorax fuscus</i>	9,426	54,54	C
4	<i>Anchus ruficornis</i>	8,133	63,63	C
5	<i>Ochterus marginatus</i>	5,914	63,63	C
6	<i>Celostoma hispanicum</i>	5,730	72,72	C
7	<i>Pardosa morosa</i>	4,990	45,45	As
8	<i>Chlaeniellus vestitus</i>	4,621	45,45	As
9	<i>Abacetus salzmanni</i>	4,436	54,54	C
10	<i>Peryphus genei</i>	4,251	54,54	C
11	<i>Penetratus rufipennis</i>	4,251	54,54	C
12	<i>Peryphus lateralis</i>	3,696	18,18	Ac
13	<i>Arctosa cinerea</i>	2,957	18,18	Ac
14	<i>Synechostictus elongatus</i>	1,848	36,36	As
15	<i>Pardosa proxima</i>	1,478	27,27	As
16	<i>Trochosa ruricola</i>	1,478	9,09	S
17	<i>Chlaenius velutinus</i>	1,293	45,45	As
18	<i>Peryphus ustulatus</i>	1,293	18,18	Ac
19	<i>Tachyura parvula</i>	1,109	36,36	As
20	<i>Peryphus geniculatus</i>	0,924	18,18	Ac
21	<i>Perileptus areolatus</i>	0,924	18,18	Ac
22	<i>Chilopora longitarsus</i>	0,739	9,09	S
23	<i>Synechostictus ruficornis</i>	0,554	18,18	Ac
24	<i>Salda opacula</i>	0,554	18,18	Ac
25	<i>Pterostichus lasserrei</i>	0,369	18,18	Ac
26	<i>Peryphus anareae</i>	0,184	9,09	S
27	<i>Stenus guttula</i>	0,184	9,09	S
28	<i>Agonum nigrum</i>	0,184	9,09	S
Total	28			

Tab. III - Tableau regroupant les abondances relatives (Ar), les fréquences (F) et la classification des espèces (station de la Nible).
C: Constantes, As: Accessoires, Ac: Accidentelles et S: Sporadiques

RANG	ESPECES	Ar (%)	F (%)	Classement des espèces
1	<i>Peryphus lateralis</i>	16,960	54,54	C
2	<i>Paederus rubrothoracicus</i>	12,334	72,72	C
3	<i>Oedothorax fuscus</i>	11,894	54,54	C
4	<i>Arctosa variana</i>	8,149	45,45	As
5	<i>Peryphus genei</i>	7,709	45,45	As
6	<i>Anchus ruficornis</i>	5,947	45,45	As
7	<i>Pardosa morosa</i>	4,625	36,36	As
8	<i>Chlaeniellus vestitus</i>	3,964	36,36	As
9	<i>Ochterus marginatus</i>	3,744	36,36	As
10	<i>Penetratus rufipennis</i>	3,524	36,36	As
11	<i>Abacetus salzmanni</i>	2,863	54,54	C
12	<i>Perileptus areolatus</i>	2,863	18,18	As
13	<i>Synechostictus ruficornis</i>	2,422	36,36	As
14	<i>Synechostictus elongatus</i>	2,202	54,54	C
15	<i>Pardosa proxima</i>	1,762	18,18	Ac
16	<i>Arctosa leopardus</i>	1,762	18,18	Ac
17	<i>Peryphus andreae</i>	1,541	9,09	S
18	<i>Peryphus ustulatus</i>	1,541	18,18	Ac
19	<i>Stenus guttula</i>	1,101	27,27	As
20	<i>Trogophloeus rivularis</i>	0,881	9,09	S
21	<i>Philonthus rufimannus</i>	0,440	9,09	S
22	<i>Gabrieus nigritulus</i>	0,440	18,18	Ac
23	<i>Chlaenius velutinus</i>	0,440	18,18	Ac
24	<i>Trochosa ruricola</i>	0,220	9,09	S
25	<i>Tetrix bolivari</i>	0,220	9,09	S
26	<i>Pterostichus lasserrei</i>	0,220	9,09	S
27	<i>Peryphus geniculatus</i>	0,220	9,09	S
TOTAL	27	100 %		

Tab. IV - Tableau regroupant les abondances relatives (Ar), les fréquences (F) et la classification des espèces (station des Fenouils)
 C: Constantes, As: Accessoires, Ac: Accidentelles et S: Sporadiques

espèces fondamentales ($F > 50\%$ et $A_r > 10\%$, espèces constantes : $F > 50\%$ et $A_r < 10\%$, espèces compagnes : $20\% < F < 50\%$, espèces accessoires : $5\% < F < 20\%$, espèces sporadiques : $F < 5\%$.

On obtient alors pour la station de la Nible :

- 2 espèces fondamentales : *Arctosa variana*, *Paederus rubrothoracicus*,
- 7 espèces constantes : *Oedothorax fuscus*, *Anchus ruficornis*, *Ochterus marginatus*, *Celostoma hispanicum*, *Abacetus salzmanni*, *Peryphus genei*, *Penetratus rufipennis*
- 6 espèces compagnes : *Synechostictus elongatus*, *Pardosa proxima*, *Pardosa morosa*, *Chlaeniellus vestitus*, *Chlaenius velutinus*, *Tachyura parvula*.
- 13 espèces accessoires.

Pour la station des Fenouils, on note :

- 3 espèces fondamentales : *Peryphus lateralis*, *Paederus rubrothoracicus*, *Oedothorax fuscus*,
- 2 espèces constantes : *Abacetus salzmanni*, *Synechostictus elongatus*.
- 9 espèces compagnes : *Arctosa variana*, *Peryphus genei*, *Anchus ruficornis*, *Pardosa morosa*, *Chlaeniellus vestitus*, *Ochterus marginatus*, *Penetratus rufipennis*, *Synechostictus ruficornis*, *Stenus guttula*.
- 13 espèces accessoires.

En définitive, si on observe le classement hiérarchique des espèces, il apparaît que malgré quelques légères variations existant dans les diverses catégories d'espèces, aucune différence notable n'apparaît dans la faune ripicole des deux milieux étudiés. En effet, *Paederus rubrothoracicus* classée comme fondamentale est une espèce ubiquiste, *Oedothorax fuscus* placée dans les fondamentales dans la station des Fenouils est constante à Nible, de même *Peryphus lateralis*, espèce fondamentale dans les Fenouils, est placée dans les espèces influentes à Nible.

D - DENSITES

- La densité moyenne observée dans la station de la Nible est de 8,69 individus/m² pour le peuplement ripicole *sensu stricto*, elle est de 13,30 individus/m² pour le peuplement global.

- Dans la station des Fenouils, la densité moyenne de la communauté ripicole correspond à 7,50 individus/m², elle est de 10,9 individus/m² pour l'ensemble du peuplement.

Il n'y a donc pas en définitive de différences notables entre les deux peuplements, pour les deux stations étudiées.

Les densités enregistrées à Nible et Fenouils sont très faibles en comparaison des densités trouvées par FAVET (1981) pour la communauté ripicole de Basse Durance ; l'auteur signale en effet pour le peuplement ripicole de plage humide des valeurs comprises entre 200 individus/m² et 1.624 individus/m² pour la période optimale, c'est-à-dire de mai jusqu'aux crues d'automne. Même pendant la période la plus favorable, les densités enregistrées à Nible et dans les Fenouils n'atteignent respectivement que 30 et 28 individus/m².

E - DIVERSITE SPECIFIQUE

J'ai utilisé l'indice de diversité de SHANNON ; il s'exprime par la formule suivante* :

$$I_{sh} = K \left(\log Q - \frac{1}{Q} \sum q_i \log q_i \right)$$

Cet indice traduit la manière dont les individus sont quantitativement répartis entre les espèces et tient compte aussi de la richesse du peuplement. Un indice élevé correspondra ainsi à une répartition homogène des espèces, inversement si une ou plusieurs espèces de la communauté dominent, l'indice demeurera faible.

Seront également pris en compte :

- la diversité maximale : $I_{max} = \log_2 S$ (S : richesse du peuplement)

- l'équitabilité (E) : $E = \frac{I_{sh}}{I_{max}} \times 100$

Le tableau V regroupe les valeurs calculées pour ces 3 paramètres dans les 2 stations étudiées (Nible et Fenouils).

Stations Indices	N I B L E				F E N O U I L S			
	Micromilieux			Global	Micromilieux			Global
	NI	NI I	NI II I		FI	FI I	FI II I	
Ish (bits)	4,64	2,87	3,22	4,10	3,38	3,65	3,22	3,98
I _{max} (bits)	4,39	3,45	4,00	4,85	4,08	4,17	3,58	4,75
E(%)	82,22	83,19	80,50	84,39	82,84	87,53	89,94	83,70

Tab. V - Valeurs globales des diversités et de l'équitabilité pour les deux stations étudiées.

- Dans la station de la Nible, la diversité réelle est élevée (4,10 bits), ce qui indique que le peuplement est diversifié. L'écart entre la diversité réelle observée et la diversité maximale étant peu prononcé, la faune qu'héberge le biotope peut être considérée comme très diversifiée. On doit noter cependant que des différences assez nettes existent dans les trois micromilieux étudiés dont les diversités varient de 2,87 à 4,64 bits.

Quant à l'équitabilité, elle est de 84,39 %. Cette valeur élevée permet de conclure que le peuplement ripicole des rives de la Nible est stable et que la répartition des individus au sein des espèces est homogène.

* Voir dans le travail de DAJET (1976) les explications concernant la formule.

- La station des Fenouils montre une diversité élevée du peuplement ($I_{sh} = 3,98$ bits), une répartition assez homogène des individus entre les espèces ($I_{max} = 4,75$ bits) et une bonne stabilité du peuplement ; la valeur de l'équitabilité ($E = 83,70\%$) reflète cette stabilité de la communauté ripicole résidente des berges des Fenouils. Cette stabilité se retrouve au niveau des micromilieus prospectés (F_I, F_{II}, F_{III}) qui présentent pour cet indice des valeurs très proches (Tab. V).

F - DYNAMIQUE TEMPORELLE DE LA COMMUNAUTE RIPICOLE

Après l'étude d'ensemble réalisée précédemment sur la zocénose ripicole des ruisseaux de la Nible et des Fenouils, qui a permis de préciser la composition biotique et structurale des 2 communautés, il est intéressant d'observer les réactions de la faune aux différents facteurs abiotiques saisonniers et de connaître les fluctuations et l'évolution de ces communautés sur un cycle annuel.

1 - Variations des densités

La Figure 12 retrace l'évolution mensuelle des densités du peuplement global et du peuplement ripicole dans les deux stations étudiées (Nible et Fenouils). Les courbes des deux peuplements présentent, dans les deux stations, des tracés assez proches, plus ou moins parallèles. Les fluctuations saisonnières et l'environnement physique et chimique agissent donc de façon identique sur les deux communautés.

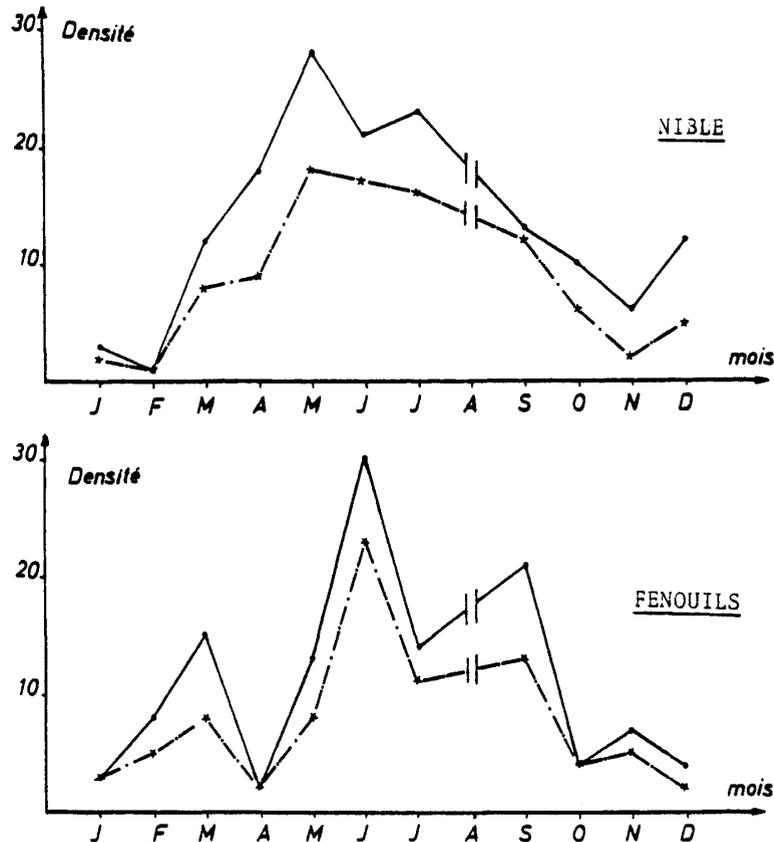


Fig. 12 - Evolution des densités du peuplement global (—) et du peuplement ripicole (---) dans les stations de la Nible et des Fenouils.

Les plus fortes densités, comme les plus fortes richesses spécifiques (cf. Fig. 9 et 10) s'observent entre le mois d'avril et le mois d'octobre, les plus faibles correspondant aux mois d'hiver. Certains facteurs interviennent sur les communautés de façon prépondérante ; ainsi, dans la station des Fenouils la crue d'avril a provoqué une chute brutale de la densité. Dans cette station les bords du ruisseau sont pourvus de galets et sables grossiers abritant de nombreuses espèces, le passage d'une crue, un tant soit peu brutale, bouleverse le milieu et perturbe la zoocénose. Par contre, aucune fluctuation n'apparaît dans la courbe des densités de la station de la Nible, pour la même période ; ce phénomène est dû à la situation topographique de la station, située au déversoir d'une retenue collinaire, elle se trouve ainsi moins exposée à une crue violente et soudaine.

2 - Variations des diversités

2.1. Diversité réelle (cf. Fig. 13 et 14)

Bien qu'il soit difficile de comparer les indices de diversité réelle d'un mois à l'autre, le nombre d'espèces n'étant pas le même, les courbes retraçant l'évolution saisonnière de la structure des deux communautés ripicoles, apportent quelques informations.

Ainsi dans la station des Fenouils, l'indice (Ish) est toujours supérieur ou voisin de 2 bits, sauf pour le mois d'avril où une crue soudaine a modifié le nombre d'espèces et l'abondance des individus ripicoles faisant chuter brutalement l'indice à 0,76 bits ; seules quelques espèces ont pu résister à l'écoulement brusque des eaux.

Dans la Nible, les variations mensuelles de Ish sont plus atténuées et toujours supérieures à 2 bits ; un pic à 3,59 bits en juin précise la période optimale où la faune est la plus diversifiée.

2.2. Diversité maximale (cf. Fig. 13 et 14)

Les tracés des courbes suivent très fidèlement ceux de la diversité réelle, excepté pour une courte période (juin) dans la station des Fenouils.

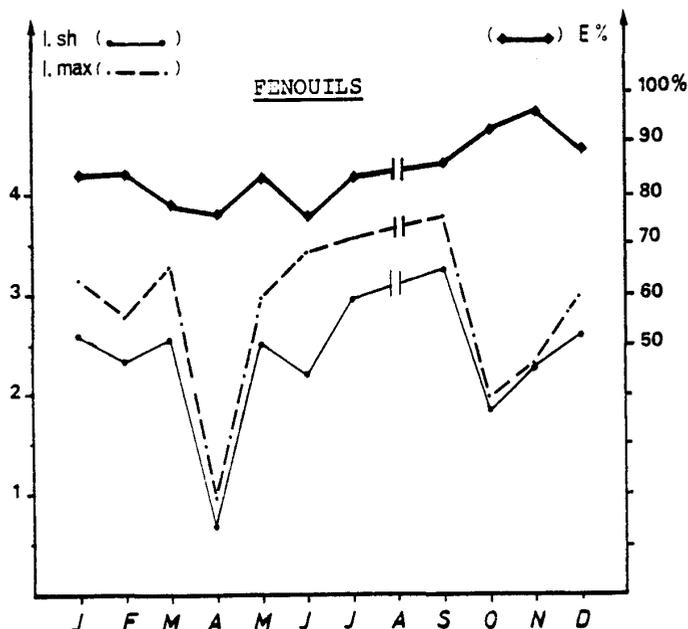


Fig. 13 - Variations temporelles des diversités et de l'équitabilité dans la station des Fenouils.

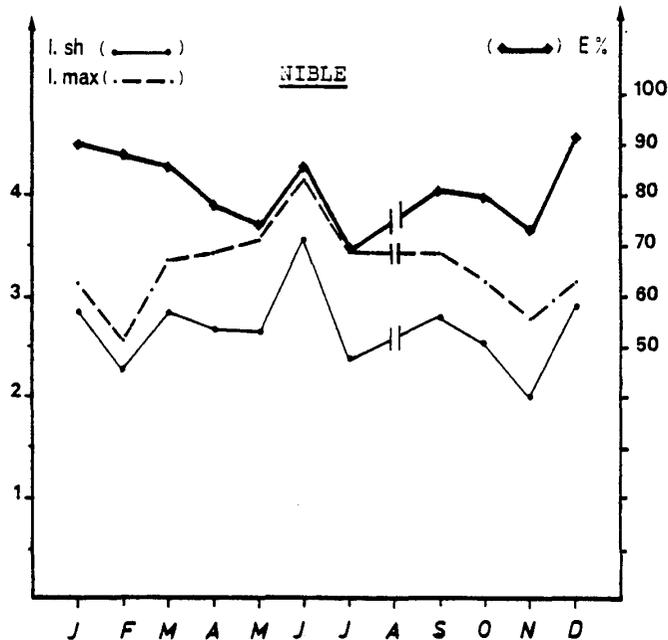


Fig. 14 - Variations temporelles des diversités et de l'équitabilité dans les stations de la Nible.

Il faut noter aussi que les maximums et les minimums n'ont pas les mêmes valeurs et se situent à des périodes différentes d'une station à l'autre ; le maximum atteint 4,17 bits en juin à Nible, 3,75 bits en septembre dans les Fenouils.

3 - Variations de l'équitabilité (cf. Fig. 13 et 14)

Dans la station des Fenouils, le tracé de la courbe est toujours au dessus de 75 %, ce qui témoigne d'une certaine stabilité de la communauté et d'un bon équilibre entre les espèces ; sa plus faible valeur est enregistrée en juin (75,66 %) période au cours de laquelle on note une baisse de la diversité. Même lors de la période de crue (fin avril) où on enregistre une chute brutale des diversités, l'équilibre est maintenue dans la communauté. C'est au mois de novembre, marqué par une diminution importante des effectifs et de la diversité, que le peuplement ripicole montre la meilleure équirépartition.

Pour la station de la Nible, l'équilibre est bon et demeure au dessus de 69 %. La plus faible valeur de l'équitabilité correspond au mois de juillet (69,06 %), période au cours de laquelle dominant 3 espèces (*Paederus rubrothoracicus*, *Cochterus marginatus* et *Abacetus salzmanni*), la meilleure équirépartition se situant au cours des mois les plus froids (92,35 % en décembre, 90 % en janvier).

4 - Discussion

La dynamique de la structure du peuplement, étudiée à travers l'évolution des diversités et de l'équitabilité, montre que la communauté ripicole présente des valeurs moyennes pour les diversités réelles et maximales (comprises entre 2 et 4 bits) excepté pour une courte période en avril dans la station des Fenouils où le passage d'une crue a provoqué la diminution du nombre d'espèces et des effectifs. Si nous

considérons la diversité réelle théorique établie à partir de toutes les espèces récoltées dans le milieu sur un cycle annuel, l'indice devient très élevé pour les deux stations (4,10 bits à Nible ; 3,98 bits dans les Fenouils), la valeur de la diversité réelle, calculée pour le mois de juin à Nible (3,72 bits) est donc très proche de cette valeur théorique.

Les courbes de l'équitabilité précisent que cette communauté est relativement stable pendant toute l'année et bien équilibrée même après le passage de la crue d'avril (Fenouils) et au cours de la saison froide (décembre et janvier), période qui correspond en général à une désorganisation des populations ripicoles de la plage humide, les individus se réfugiant vers l'arrière plage et le talus pour fuir les conditions défavorables de température sévissant au voisinage de l'eau.

CONCLUSION

Comme dans tous les travaux ayant trait aux Invertébrés ripicoles épigés peuplant les bords de ruisseaux ou de mares, le réseau hydrographique de l'Aille (zone inexploitée dans ce domaine) rassemble un grand nombre d'espèces aquatiques, terrestres, et des individus strictement inféodés à cet écotone. Le nombre d'espèces ripicoles *sensu stricto* est faible, 44, par rapport aux 129 espèces recensées globalement dans ce milieu ; cette pauvreté spécifique est toutefois fortement compensée par l'abondance de ces communautés animales indigènes homozones avec 77 % de l'ensemble du peuplement. Comme dans la plupart des travaux cités précédemment ce sont les Coléoptères (Trechidae et Staphylinidae) et les Araignées Lycosidae qui constitue l'essentiel de cette faune hygrophile.

Sept stations ont été étudiées, situées sur sept ruisseaux à régime hydrologique différent : permanent, subtemporaire, temporaire. La comparaison des richesses spécifiques stationnelles a montré en fait des différences minimes, qu'il s'agisse d'une rivière permanente (33 espèces ripicoles pour l'Aille), d'un ruisseau subtemporaire (27 espèces dans la station des Fenouils) ou temporaire (28 espèces à Nible). Ces résultats, par le nombre d'espèces ripicoles récoltées (pour tout le réseau étudié) s'apparentent à ceux obtenus par BIGOT (1977) pour les espèces ripicoles corses (43, mais y compris les populations peuplant les berges des étangs et des rivages marins) mais sont assez éloignés des relevés obtenus le long de rivières du sud est de la France : 62 espèces pour l'ouvéze (Vaucluse, BIGOT et GAUTIER, 1982), 61 espèces pour la basse Durance (BIGOT, com. verb.), 71 espèces pour plusieurs rivières alpines (y compris les bordures de lacs et de nevés) dans le Parc des Ecrins (GAUTIER, 1980), 72 espèces pour 2 stations en basse Durance (FAVET, 1981). Une étude plus complète, actuellement en cours, sur un réseau hydrographique de type montagnard méditerranéen (oued Reraia ; Maroc) avec des ruisseaux à régime hydrologiques différents devrait amener d'autres éléments de comparaison et compléter ainsi ces premiers résultats.

REMERCIEMENTS

Je tiens à remercier Monsieur J.J. MUSSO (Laboratoire d'Ecologie, St-Jérôme, Marseille) qui a bien voulu relire mon manuscrit, Messieurs GARNIER et HABAI pour leur aide matérielle sur le terrain et Madame PASSEREL pour la dactylographie.

ANNEXES

ESPECES			STATIONS								
			F	N	M	A	PA	B	C	ERS	
ARACHNIDES	LYCOSIDAE	<i>Arctosa varians</i> Koch	+	+	+	+	+	+		x	
		<i>A. cinerea</i> Fabricius	+	+		+					x
		<i>A. leopardus</i> Sundevall				+					x
		<i>Pardosa morosa</i> Koch	+	+	+	+			+		X
		<i>P. proxima</i> Koch	+	+	+	+			+		x
		<i>Lycosa manicata</i> Thorell	+	+	+					+	
		<i>Trochosa ruricola</i> de Geer	+	+							+
		<i>Alopecosa pulverulenta</i> Clerck			+						+
	THOMISIDAE	<i>Philodromus</i> sp			+	+					
		<i>Xysticus</i> sp							+		
	ERIGONIDAE	<i>Oedothorax fuscus</i> Blackwall	+	+	+	+	+	+	+	+	x
	TETRAGNATHIDAE	<i>Pachygnatha clerckei</i> Sundevall		+							
		<i>Tetragnatha</i> sp.	+				+				
	PISAURIDAE	<i>Pisaura mirabilis</i> Clerck		+	+						
	CLUBIONIDAE	<i>Clubiona</i> sp.	+	+	+						
	THERIIDAE	<i>Textrix coarctata</i> Duftschmidt		+	+						
		<i>Theridion ovatum</i> Clerck	+	+						+	
	DRASSIDAE	<i>Zelotes</i> sp.					+				
		<i>Drassodes</i> sp			+				+		
	ATYPIDAE	<i>Nemesia</i> sp.								+	
SALTICIDAE	<i>Sitticus floricola</i> Koch	+	+								
	<i>Sattis barbipes</i> Simon			+							
LINYPHIIDAE	<i>Linyphia</i> sp.	+	+								
PHALANGIDAE	<i>Phalangium</i> sp	+									
CRUSTACES	ONISCOIDAE	<i>Oniscus</i> sp.	+	+				+	+	+	
	ARMADILLIDIIDAE	<i>Armadillidium vulgare</i> Latreille	+	+					+		

MYRIAPODES	GLOMERIDAE	<i>Glomeris marginata</i> Villers	+	+					
	POLYDESMIDAE	<i>Polydesmus</i> sp.	+						
	CYLINDROIULIDAE	<i>Iulus</i> sp.	+		+		+	+	
	CRASPEDOSOMATIDAE	<i>Craspedosoma</i> sp.	+	+			+	+	
	LITHOBIIDAE	<i>Lithobius muticus</i> Koch	+		+		+		
		<i>L. forficatus</i> Linné	+	+					
	SCUTIGERIDAE	<i>Scutigera</i> sp.			+		+		
INSECTES									
ORTHOPTEROIDES									
	GRYLLIDAE	<i>Gryllus campestris</i> Linné	+	+	+		+		
	ECTOBIIDAE	<i>Ectobius lividus</i> Fabricius				+		+	
	TETRIGIDAE	<i>Tetrix bolivari</i> Saulcy	+			+			x
	FORFICULIDAE	<i>Forficula auricularia</i> Linné						+	
	LABIDURIDAE	<i>Euborellia moesta</i> Géné	+		+			+	+
		<i>Labidura riparia</i> Pallas				+			x
COLEOPTERES	TRECHIDAE	<i>Peryphus genei</i> Müller	+	+	+	+	+	+	+
		<i>P. lateralis</i> Dejean	+	+	+	+	+	+	+
		<i>P. tibialis</i> Duftschmidt	+						x
		<i>P. ustulatus</i> Linné	+	+	+	+	+	+	+
		<i>P. geniculatus</i> Heer				+		+	x
		<i>P. andreae</i> Fabricius	+	+	+	+	+	+	+
		<i>Perileptus areolatus</i> Creutzer	+	+	+	+	+	+	+
		<i>Synechostictus elongatus</i> Dejean	+	+	+	+	+	+	+
		<i>S. ruficornis</i> Strum	+	+	+	+	+	+	+
		<i>S. cribrum</i> Jacquelin Du Val					+		x
		<i>Oxys harpaloides</i> Serville	+	+	+	+	+	+	+
		<i>Tachyura parvula</i> Dejean		+	+	+	+	+	+
		<i>Aaxphidion flavipes</i> Linné					+	+	x

ESPECES		STATIONS							F	N	M	A	PA	.B	C	ERS
PTEROSTICHIDAE	<i>Abacetus salmanni</i> Germar	+	+	+	+	+	+	+	+							x
	<i>Anchus ruficornis</i> Goeze	+	+	+	+	+	+	+	+							x
	<i>Pterostichus lasserrei</i> Dejean	+	+	+	+	+	+	+	+							x
	<i>Amara aenea</i> de Geer		+													
	<i>Agonum nigrum</i> Dejean		+													x
	<i>Calathus fuscipes</i> Goeze		+													
	<i>Platysma nigrata</i> Fabricius		+													
HARPALIDAE	<i>Harpalus distinguendis</i> Duftschmidt ...		+			+										
	<i>Stenolophus teutonius</i> Schrank		+	+		+										
	<i>S. mixtus</i> Herbst	+	+	+							+					
	<i>Acupalpus brunnipes</i> Sturm							+								x
NEBRIIDAE	<i>Nebria brevicollis</i> Fabricius									+	+		+			
PATHROBIIDAE	<i>Penetratus rufipennis</i> Dejean	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	x	
CALLISTIDAE	<i>Chlaenius velutinus</i> Duftschmidt	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	x	
	<i>Chlaeniellus vestitus</i> Paykull	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	x	
STAPHYLINIDAE	<i>Paederus rubrothoracicus</i> Goeze	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	x	
	<i>P. fuscipes</i> Curtis		+													
	<i>Quedius tristis</i> Gravenhorst	+				+		+								
	<i>Q. rufipes</i> Gravenhorst							+					+		x	
	<i>Staphylinus aethiops</i> Waltl												+			
	<i>Stenus guttula</i> Müller	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	x	
	<i>S. pusillus</i> Stephens			+												
	<i>Gauropterus fulgidus</i> Fabricius		+													
	<i>Lathrobium multipunctum</i> Gravenhorst ..													+		
	<i>Trogophloeus rivularis</i> Motschoulsky ..	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	x	
	<i>Philonthus rufimannus</i> Erichson	+				+									x	
	<i>Ph. concinnus</i> Gravenhorst	+														
	<i>Ph. punctus</i> Gravenhorst					+										
	<i>Ph. fulvipes</i> Fabricius					+									x	
	<i>Philonthus sp.1</i>		+													
	<i>Philonthus sp.2</i>		+													
	<i>Chilopora longitarsus</i> Erichson		+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	x	
<i>Gabrius dimidiatipennis</i> Erichson					+											
<i>G. nigrifilus</i> Gravenhorst	+										+			x		
<i>Aleochara curtula</i> Goeze							+									
<i>A. crassicornis</i> Bois du Val et Lacodane .							+							x		

HE'TEROCERIDAE	<i>Heterocerus flexuosus</i> Stephens						+														x		
ELATERIDAE	<i>Drasterius binaculatus</i> Rossi						+	+														+	
COCCINELLIDAE	<i>Propylea 14 - punctata</i> Linné						+																
	<i>Coccinella septumpunctata</i> Linné						+															+	
CHRYSOMELIDAE	<i>Timarcha tenebricosa</i> Fabricius						+																
	<i>Psylliodes dulcamarae</i> Koch						+															+	
	<i>Agelastica alni</i> Linné						+																
	<i>Galiruca rufescens</i> Joanis																					+	
OMOPHRONIDAE	<i>Omophron limbatum</i> Fabricius																					+	
																							+
CURCULIONIDAE	<i>Thylacites fritillum</i> Panzer.....	+	+																				
	<i>Dorytomus longimanus</i> Förster						+															+	
	<i>Brachycerus algirus</i> Fabricius																					+	
SPHAERIDIIDAE	<i>Celostoma hispanicum</i> Küster						+	+	+														
HYDROBIIDAE	<i>Anacaena globulus</i> Paykull	+																					
	<i>A. limbata</i> Fabricius	+	+				+	+	+														
	<i>A. bipustulata</i> Marshan	+					+																
	<i>Cymbiodita marginella</i> Fabricius						+																
	<i>Laccobius sinuatus</i> Motschoulsky	+					+															+	
	<i>L. alutaceus</i> Thomson						+																
	<i>Helochares lividus</i> Förster						+																
HYDROPORIDAE	<i>Stictonectes lepidus</i> Olivier																					+	
	<i>Graptodytes ignotus</i> Mulsant																					+	
	<i>Agabus brunneus</i> Fabricius																					+	
DRYOPIDAE	<i>Dryops algiricus</i> Lucas	+	+				+	+														+	
	<i>D. rufipes</i> Krynicki						+															+	
	<i>D. luridus</i> Erichson	+	+				+																
	<i>Helichus substriatus</i> Müller																					+	
CANTHARIDAE	<i>Malthodes</i> sp.	+	+																			+	
CYMINDIDAE	<i>Cymindis coadunata</i> Dejean																					+	

ESPECES		STATIONS							ERS
		F	N	M	A	PA	B	C	ERS
TENEBRIONIDAE	<i>Nalassus assimilis</i> Küster		+						
	<i>Biopanes meridionalis</i> Mulsant				+				
HISTERIDAE	<i>Saprinus furvus</i> Erichson		+						
LAGRIIDAE	<i>Lagria hirta</i> Linné		+						
DASYTIDAE	<i>Henicopus pilosus</i> Scopoli							+	
CICINDELIDAE	<i>Cicindela flexuosa</i> Fabricius	+							+
	<i>C. campestris</i> Linné	+							
HETEROPTERES									
OCHTERIDAE	<i>Ochterus marginatus</i> Latreille	+	+	+					x
HYDROMETRIDAE	<i>Hydrometra stagnorum</i> Latreille	+	+		+	+			
VELIDAE	<i>Velia saulii</i> Tamanini	+	+	+		+	+		
LYGEIDAE	<i>Rhopalus distinctus</i> Signoret.....		+						
SALDIDAE	<i>Salda opacula</i> Zetterstedt		+						x

INVENTAIRE FAUNISTIQUE DANS LES SEPT STATIONS ETUDIEES

(F : FENOUILS, N : NIBLE, M : MOURE, A : AILLE, P.A. : PRES D'AILLE,
B : BELLEMAN, C : CAVALIER, E.R.S. : Espèces ripicoles sensu stricto).

BIBLIOGRAPHIE

- ALQUIER C. (1974). Le peuplement de la frange capillaire des mares temporaires en moyenne Camargue. *Thèse de spécialité (Ecologie) - Aix Marseille III*, 143 p
- ATGAY F. (1983). La communauté des Arthropodes des bords de mares à niveau variable de la Crau (Bouches-du-Rhône). *Thèse de spécialité (Zooécologie), Aix-Marseille III*, 192 p.
- BIGOT L. (1977). Contribution à la connaissance des zoocénoses ripicoles de surface en Corse. *Ecologia Mediterranea*, 3, 5-12.
- BIGOT L. et GAUTIER G. (1982). La communauté des Arthropodes des rives de l'Ouvèze (Vaucluse). *Ecologia Mediterranea*, 4, 11-36.
- BOUMEZZOUGH A. (1983). Les communautés animales ripicoles épigées et endogées du bassin versant de la rivière Aille (Var-France). *Thèse de spécialité (Zoo-écologie). Aix-Marseille III*, 191 p.
- BOUMEZZOUGH A. et MUSSO J.J. (1983). Etude des communautés animales ripicoles du bassin de la rivière Aille (Var-France) I : aspects biologiques et éco-éthologiques. *Ecologia Mediterranea*, IX, 1, 31-56.
- DAJET J. (1976). Les modèles mathématiques en écologie. Masson édit. Paris, 172 p.
- FAVET C. (1981). Communautés ripicoles de la basse Durance. *Thèse de spécialité (Zoo-écologie). Aix-Marseille III*, 371 p.
- GACHET M. (1971). Etude des fluctuations de la faune ripicole macroscopique d'un étang de la région grenobloise. *Trav. Lab. Hydrobiol. Grenoble*, 62, 17-57.
- GAUTIER G. (1977). Etude écologique des communautés de Tréhidés ripicoles, halophiles en Camargue laguno-marine. *Thèse de spécialité (Zooécologie). Aix-Marseille III*, 157 p.
- GAUTIER G. (1980). Les communautés de Coléoptères et d'Araignées des biotopes humides dans le parc national des Ecrins. *Ecologia Mediterranea*, 5, 3-24.
- JACCARD P. (1902). Lois de distribution florale dans la zone alpine. *Bull. Soc. Vaual. Sc. Nat.*, 38, 69-130.
- KROGERUS R. (1932). Über die Okologie und Verbreitung des Arthropoden der Triebsandgebiete an den Küsten Finnlands. *Acta. zool. fenn*, 12, 310 p.

Etude du zooplancton de trois lacs de barrage corses

Y. BRESSAC*

MOTS CLES - Hydrobiologie, zooplancton, crustacés, lacs de barrage, inventaire spécifique, évolution saisonnière, Corse.

RESUME - Le zooplancton des 3 lacs de barrage étudiés en Corse est caractérisé par un nombre réduit d'espèces et des densités faibles. Dans les plus grands de ces lacs, Tolla et Calacuccia, les fluctuations saisonnières de niveau (marnage) empêchent le développement d'espèces héloplanctoniques; dans la plus petite de ces retenues, Ocana, le temps de renouvellement de l'eau est trop court pour permettre l'installation d'espèces limnoplanktoniques.

SUMMARY - Crustacean zooplankton of corsican man-made lakes is characterised by few species and low densities. In the greatest ones, Tolla and Calacuccia, seasonal level fluctuations prevent helioplanktonic species development; in the smallest one, Ocana, water renewing time is too short to allow limnoplanktonic species development.

INTRODUCTION

Différentes campagnes de prélèvements effectuées en 1980 et 1981 sur 3 retenues hydroélectriques corses ont permis d'évaluer l'influence de l'insularité sur leur communauté zooplanctonique.

Pour cela, les résultats obtenus sur le zooplancton de ces 3 lacs ont été comparés avec les données de la littérature sur des retenues comparables du continent (GREGOIRE, 1981; CHAMPEAU et col., 1982; BRESSAC, 1982); des lacs naturels corses (LINBERG, 1959; MARGARITORA et col., 1975; SCHACHTER et CHAMPEAU, 1969; DUSSART, 1969); ces trois retenues de Corse peu après leur mise en eau (SCHACHTER et CHAMPEAU, 1969; MARGARITORA et col., 1975).

Des données sur l'évolution saisonnière du peuplement de ces lacs et sur la répartition spatiale des différentes espèces rencontrées apportent des éléments complémentaires à cette comparaison.

I - SITUATION ET CARACTÉRISTIQUES DES RETENUES

Le lac de Tolla, situé à 560 m d'altitude sur le fleuve Prunelli, a une capacité de 32 millions de m³. Il est soumis à un marnage (variation de niveau)

* Laboratoire d'Hydrobiologie, Université de Provence, 1, place Victor Hugo, 13331 MARSEILLE Cedex 3.

quotidien, de 50 à 70 cm; annuel, de 20 à 25 m. Le temps de renouvellement de l'eau est de 80 jours.

Le petit réservoir d'Ocana est alimenté par les eaux de Tolla. Sa capacité est de 30.000 m³ et son niveau pratiquement constant. Le temps de renouvellement de l'eau est inférieur à 1h.30.

La retenue de Calacuccia, sur le Golo, s'étend sur 270 km² à 780 m d'altitude. Sa capacité est de 25 millions de m³ et elle est soumise à un marnage annuel de 30 mètres. Le temps de renouvellement de l'eau est de 70 jours.

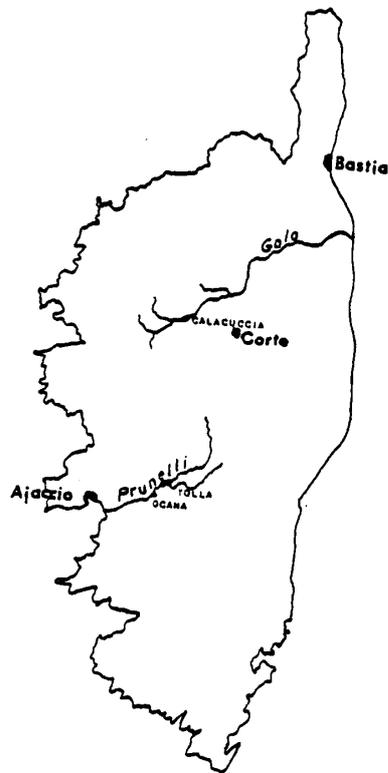


Fig.1 - Situation géographique des retenues de Tolla, Ocana et Calacuccia.

II - MÉTHODES DE PRÉLÈVEMENT

Les prélèvements ont été réalisés de façon à explorer séparément la zone littorale et la zone pélagique.

Dans la zone littorale, réduite dans ces milieux artificiels, des données qualitatives sont obtenues avec un trait au "filet à main" (70 u de vide de maille).

Dans la zone pélagique, un trait quantitatif, fond-surface est effectué au filet de type Nansen (70 u de vide de maille, 50 cm de diamètre). De plus, pour connaître la répartition verticale des animaux sur la colonne d'eau, plusieurs traits horizontaux à différentes profondeurs (0-5,5-10 et 10-20m) sont réalisés avec un échantillonneur de type Clarke-Bumpus. L'appareil, muni d'un filet de 125 u de vide de maille, est tracté à une vitesse de 120 m/mn, sur un parcours de 300 m décrivant un "aller-retour" (BRESSAC, 1982).

III - RÉSULTATS

Le peuplement zooplanctonique n'est pas identique dans les trois retenues.

A - Le zooplancton de la retenue de Tolla

1 - Inventaire

- Crustacés : Cladocères : *Daphniidae* *Daphnia longispina* variété *lacustris* SARS (1862)
Ceriodaphnia pulchella, SARS (1862)
Bosminidae *Bosmina longirostris* (O.F.MULLER, 1785)
Chydoridae *Biapertura affinis* (LEYDIG, 1860)
Chydorus sphaericus (O.F.MULLER, 1785)
- Copépodes : *Cyclopoida* *Cyclopidae*
Megacyclops viridis (JURINE, 1820)
Diacyclops bisetosus (REHBERG, 1880)
Tropocyclops prasinus (FISCHER, 1860)
- Harpacticoida* *Canthocamptidae*
Bryocamptus pygmeus (SARS, 1863)
- Rotifères : *Conochilidae*

Aucun des Cladocères n'a encore été signalé à Tolla puisqu'ils ne sont pas mentionnés dans le travail de MARGARITORA et col. (1975) ; *Ceriodaphnia pulchella* et *Bosmina longirostris* n'ont pas encore été signalées en Corse. En revanche MARGARITORA et col. ont rencontré *Chydorus sphaericus* dans presque toutes les stations qu'ils ont prospectées en Corse. De même, pour les Daphnies, les individus récoltés à Tolla en 1982 présentent la même morphologie que ceux récoltés la même année à Calacuccia et correspondent à la description qu'en font ces auteurs pour la population de Tolla.

Quant aux Copépodes, toutes les espèces récoltées au cours de notre étude avaient déjà été signalées à Tolla par SCHACHTER et CHAMPEAU (1969) à l'exception de *Tropocyclops prasinus* présent en Corse dans d'autres milieux selon ces auteurs.

2 - Répartition et densité du peuplement

En hiver, le peuplement de la zone pélagique n'est représenté que par une espèce, le Cladocère *Daphnia longispina*, avec une densité très faible : 10^3 individus/m³. Dans la zone littorale, pourtant dépourvue d'herbier, se rencontrent les 4 espèces de Copépodes hélioplanctoniques déjà citées et le petit Cladocère *Chydorus sphaericus* mais la densité du peuplement est extrêmement faible : quelques individus pour 4m³ d'eau filtrés.

Au printemps, la crue provoque un mélange des eaux qui a pour résultats une différenciation moins nette des peuplements de ces deux zones.

Dans la zone pélagique le Cladocère *D. longispina* est toujours présent mais le peuplement se diversifie :

- prolifération de Rotifères ($25 \cdot 10^3$ individus/m³ dans les premiers mètres et 1 à $5 \cdot 10^3$ sur le reste de la colonne d'eau);
- présence de quelques individus des espèces *Biapertura affinis* et *Ceriodaphnia pulchella* et des Copépodes hélioplanctoniques.

Dans la zone littorale les Rotifères sont encore dominants mais avec des densités plus réduites ($8 \cdot 10^3$ ind./m³); les Copépodes sont mieux représentés que dans la zone pélagique.

En été, les Rotifères ont disparu. Dans la zone pélagique *D. longispina* est toujours bien représentée (10 à $12 \cdot 10^3$ ind./m³ dans les 10 premiers mètres et $1,5 \cdot 10^3$ jusqu'au fond) mais *Ceriodaphnia pulchella* domine le peuplement avec $15 \cdot 10^3$ ind./m³ dans les couches superficielles. *C. sphaericus* et *B. longirostris* sont présents mais rares. Les Copépodes sont de nouveau cantonnés à la zone littorale.

B - Le zooplancton de la retenue d'Ocana

1 - Inventaire

Cladocères : *Chydoridae* *Chydorus sphaericus* (O.F.MULLER, 1785)
Alona quadrangularis (O.F.MULLER, 1785)
Alona costata SARS, 1862
Alona guttata SARS, 1862

Copépodes : *Cyclopoida* *Cyclopidae*
Paracyclops fimbriatus (FISCHER, 1853)

Ostracodes : non déterminés.

Parmi les Cladocères récoltés dans ce lac seule *Alona costata* n'a pas été signalée par MARGARITORA et col. (1975).

Le cycloptide *P. fimbriatus* n'est pas non plus cité par SCHACHTER et CHAMPEAU (1969) mais sa présence dans ce type de milieu n'est pas surprenante. Le renouvellement rapide de l'eau de cette retenue explique la présence de cette espèce décrite comme très eurytope et rhéophile par DUSSART (1969). Cet auteur et CHAMPEAU (1970) la rangent parmi les éléments à large répartition et fréquent en zone méditerranéenne.

2 - Répartition et densité du peuplement

Tout au long de l'année, le peuplement zooplanctonique de la retenue d'Ocana se limite à quelques individus (petits Cladocères en majorité), récoltés parmi les végétaux de la zone littorale.

Le faible temps de renouvellement des eaux de ce lac ne permet pas le développement d'espèces eulimnoplantoniques comme *D. longispina*.

C - Le zooplancton de la retenue de Calacuccia

1 - Inventaire

Cladocères : *Daphniidae* *Daphnia longispina* variété *lacustris* SARS (1862)
Bosminidae *Bosmina longirostris* (O.F.MULLER, 1785)
Chydoridae *Chydorus sphaericus* (O.F.MULLER, 1785)
Alona rectangula SARS, 1861

Copépodes : *Cyclopoida* *Cyclopidae*
Cyclops lacustris corsicanus (LINDBERG, 1955)
Acanthocyclops robustus (SARS, 1863)

Une comparaison a pu être faite avec les observations de MARGARITORA et col. (1975) sur la communauté de Cladocères de ce même lac. Nos prélèvements de novembre 1980, juillet et septembre 1982 montrent toujours la dominante du Cladocère *D. longispina* ; les individus des espèces *C. sphaericus* et *A. rectangula* sont rares. Parmi les espèces récoltées en 1975, *Ceriodaphnia laticauda* P.E. MULLER, 1867 et *Diaphanosoma brachyurum* (LIEVIN, 1848) n'ont plus été retrouvées. En revanche, *B. longirostris* qui n'avait pas été récoltée précédemment est actuellement très bien représentée dans le lac, avec une densité souvent aussi importante que *D. longispina*.

Parmi les Copépodes, en novembre 1980 et juillet 1981 un cycloptide était récolté en abondance. Les individus ont pu être rapportés à l'espèce *Cyclops lacustris corsicanus*, selon les diagrammes de DUSSART (1969).

La comparaison des individus de Calacuccia avec ceux récoltés par B. ROCHE en 1981 dans le lac de Nino où a été décrit le type (*C. rubens corsicanus*, LINDBERG, 1955 b; *C. lacustris corsicanus*, DUSSART, 1969) permet de confirmer cette détermination.

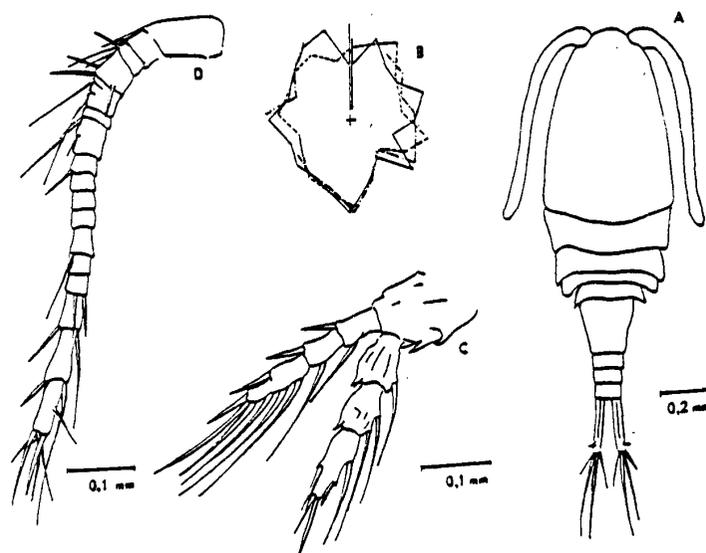


Fig.2 - *Cyclops lacustris corsicanus* : A, aspect morphologique d'un adulte femelle :
 B, diagrammes de détermination : individus récoltés à Calacuccia
 type selon B.DUSSART (1969)
 individus récoltés au lac de Nino;
 C, P₄ ; D, antennules : C et D sont des critères morphologiques caractéristiques des espèces de ce groupe de cyclopidés.

En septembre 1981, seuls quelques *C.lacustris corsicanus* persistent et la plupart des cyclopidés récoltés appartient à une espèce d'*Acanthocyclops* du groupe *robustus*.

2 - Répartition et densité du peuplement

Les prélèvements n'ont pas été assez fréquents pour décrire l'évolution saisonnière du peuplement. Ils ont cependant permis de constater dans ce lac une plus grande homogénéité du zooplancton au sein de la masse d'eau : le peuplement est identique dans la zone littorale et dans la zone pélagique. De plus la densité du peuplement est plus importante qu'à Tolla avec, en moyenne, $10 \cdot 10^3$ ind./m³.

IV - DISCUSSION

Le zooplancton des lacs de barrage corses est, comme celui des retenues du sud-est de la France, pauvre en espèces et en individus (GREGOIRE, 1981; CHAMPEAU et col., 1982; BRESSAC, 1982).

Dans les plus grands, Tolla et Calacuccia, un important marnage saisonnier empêche le développement des espèces hélioplanctoniques, très nombreuses dans les lacs naturels.

Dans le plus petit, Ocana, le temps de renouvellement des eaux est trop court pour permettre le développement d'espèces typiquement limnoplantoniques.

Les espèces récoltées dans ces trois retenues sont des espèces communes, fréquentes dans les lacs de barrage des régions tempérées. Cependant trois points sont à souligner :

1) L'absence de Copépodes limnoplantoniques dans la retenue de Tolla rappelle la raréfaction de ce groupe de Crustacés dans le lac de Sainte-Croix sur le Verdon, quelques années après sa mise en eau (CHAMPEAU et col., 1982). Cette raréfaction

semble liée au caractère oligotrophe de ces milieux, qui se traduit à Sainte-Croix comme à Tolla par un peuplement phytoplanctonique peu abondant et peu diversifié.

2) Les Copépodes cyclopidés sont bien représentés à Calacuccia, lac à tendance plus mésotrophe; mais les Copépodes calanoïdes sont absents. Cependant Calacuccia, par ses caractéristiques se rapproche de Serre-Ponçon sur la Durance, où se développe *Acanthodiaptomus denticornis*. Cette espèce, connue dans les lacs de barrage du sud de la France (lacs du Verdon, GREGOIRE, 1981; CHAMPEAU et col., 1982; Serre-Ponçon, BRESSAC, 1982) a une large répartition géographique mais n'a jamais encore été récoltée en Corse.

De nombreuses autres espèces de calanoïdes ont été signalées en Corse par SCHACHTER et CHAMPEAU (1969) et CHAMPEAU (1970 et 1971). Il faut préciser que ces auteurs ont principalement étudié des milieux temporaires; or les espèces qu'ils y ont trouvées ont besoin pour la plupart de subir une phase de dessiccation afin de réaliser leur cycle de développement. De ce fait, ces espèces ne peuvent coloniser les milieux permanents que sont les lacs de barrage.

3) Le remplacement du cycloptide *Cyclops vicinus vicinus*, le plus fréquent dans les retenues du sud de la France par *C.lacustris corsicanus* qui est peut-être une endémique corse. Ce cas d'endémisme dans le zooplancton d'eau permanente en Corse est intéressant à noter d'autant que CHAMPEAU (1970) a signalé l'absence d'endémisme dans la communauté zooplanctonique des eaux temporaires de l'île.

BIBLIOGRAPHIE

- BRESSAC Y. (1982). Contribution à l'étude du peuplement zooplanctonique d'un lac de barrage : la retenue hydroélectrique de Serre-Ponçon.
Thèse de 3ème cycle, Université Aix-Marseille I : 153 p. O.A.C.N.R.S.
- CHAMPEAU A. (1970). Recherches sur l'écologie et l'adaptation à la vie latente des Copépodes des eaux temporaires provençales et corses.
Thèse d'Etat, Université Aix-Marseille I : 360 p.
- CHAMPEAU A. (1971). Originalité du peuplement en Copépodes dans les eaux temporaires de Basse-Provence et de Corse.
Annales de l'Université de Provence, XLV : 55-80.
- CHAMPEAU A. et col. (1982). Les retenues hydroélectriques du Verdon : impact sur la rivière, conséquences du marnage. *Bull. Soc. Ecol.*, 13, 2 : 203-239.
- DUSSART B. (1969). Les Copépodes des eaux continentales d'Europe occidentale. T. II: Cyclopoïdes et Biologie. *Ed. N. Boubée et Cie* : 292 p.
- GREGOIRE A. (1981). Contribution à l'étude hydrobiologique d'une rivière aménagée : Le Verdon (Alpes de Haute-Provence). Les lacs de barrage et les tronçons de cours d'eau à débit régulé.
Thèse d'Etat, Université Aix-Marseille I : 213 p., 64 figures.
- LINDBERG K. (1959). Contribution à l'étude de la faune d'eau douce de Corse: les Copépodes. In ANGELIER (E.) et col. *Hydrobiologie de la Corse*: 57-63.
- MARGARITORA F.G., CHAMPEAU A. et FERRARA O. (1975). Contribution à l'étude de la faune des eaux stagnantes de Corse. Les Cladocères (Crustacés).
Rev. Biol. Ecol. méditer. Tome II n°3 : 3-14.
- SCHACHTER D. et CHAMPEAU A. (1969). Contribution à l'étude écologique de la Corse. I les Copépodes des eaux stagnantes. *Vie et Milieu, C, XX, 1* : 41-56.

Les chênaies à feuillage caduc de Corse

A BOYER*
J. GAMISANS*
M. GRUBER*
P. QUEZEL*

RESUME - Les auteurs décrivent trois groupements liés aux forêts de chênes à feuillage caduc de Corse. Les Chênaies supraméditerranéennes constituent une association nouvelle l'Oenanthro-Quercetum pubescentis-petraeae qui s'intègre avec les chênaies les plus alticoles (Asperulo-Taxetum Gamisans 1975, quercetosum pubescentis) au Lathyrion veneti (Gamisans 1975 et aux Fagetalia sylvaticae Paul. 1928. Les chênaies de l'étage mésoméditerranéen sont incluses dans l'Asplenio-Quercetum ilicis (Br.-Bl. 1936) Rivas-Martinez 1974 où elles différencient une sous-association quercetosum pubescentis.

SUMMARY - The authors describe three groupings linked with the deciduous corsican woods of oaks. The supramediterranean groves of oaks constitute a new plant-community the Oenanthro-Quercetum pubescentis-petraeae which is enclosed with the groves of oaks of more high altitude (Asperulo-Taxetum Gamisans 1975, quercetosum pubescentis) in the Lathyrion veneti Gamisans 1975 and in the Fagetalia sylvaticae Paul. 1928. The mesomediterranean woods of oaks are enclosed in the Asplenio-Quercetum ilicis (Br.-Bl. 1936) Rivas-Martinez 1974 where they individualize a subassociation quercetosum pubescentis.

RESUMEN - Los autores describen tres comunidades vegetales relacionadas con los bosques de robles caducifolios de Córcega. Los robledales supramediterraneos constituyen una nueva asociación, el Oenanthro-Quercetum pubescentis-petraeae que se integra con los robledales mas alticólos (Asperulo-Taxetum Gamisans 1975, quercetosum pubescentis) en el Lathyrion veneti Gamisans 1975 y en las Fagetalia sylvaticae Paul. 1928. Los robledales del piso mesomediterraneo estan incluidos en el Asplenio-Quercetum ilicis (Br.-Bl. 1936) Rivas-Martinez 1974 donde constituyen una subasociación quercetosum pubescentis.

MOTS CLES : Phytosociologie, chênaies à feuillage caduc, Corse.

INTRODUCTION

Les chênes à feuillage caduc ne marquent pas le paysage corse comme celui d'autres régions d'Europe. Certains secteurs de l'île en sont complètement dépourvus et en général les forêts de ces chênes sont rares. Toutefois, des excursions automnales permettent de repérer aisément ces arbres dont le feuillage marcescent et marron tranche en cette saison sur celui du reste de la végétation. On peut alors noter que ces chênes existent dans de nombreuses régions à l'état disséminé aux étages mésoméditerranéen, supraméditerranéen ainsi qu'à la base du montagnard. Ça et là, ils constituent même

★
Laboratoire de Botanique et Ecologie Méditerranéenne, Faculté des Sciences de
Marseille-St-Jérôme, rue H.Poincaré, 13397 Marseille Cedex 13

des peuplements souvent encore jeunes mais qui finiront (si la pression humaine continue à diminuer et si les incendies les épargnent) par former localement des bois d'étendue non négligeable.

Deux espèces peuvent être reconnues dans ces chênaies caducifoliées de Corse : *Quercus pubescens* Willd. et *Q. petraea* (Matt.) Liebl. En fait, il semble y avoir dans l'île une large introgression entre ces deux taxons et les formes intermédiaires sont très fréquentes. A l'étage mésoméditerranéen, c'est presque toujours *Q. pubescens* qui domine et à l'étage montagnard c'est essentiellement *Q. petraea* ; à l'étage supraméditerranéen, les deux taxons et les formes intermédiaires sont représentés avec dominance d'un ensemble ou l'autre suivant les secteurs.

L'histoire de la végétation de la Corse telle qu'a pu la proposer REILLE (1975) montre que des chênaies à feuillage caduc étaient bien développées en Corse depuis environ onze mille ans avant le présent (date la plus ancienne notée dans les sondages polliniques). Après diverses fluctuations altitudinales liées à des variations climatiques, les chênaies ont brutalement régressé au Moyen-Age, probablement sous l'action humaine.

Actuellement les secteurs de Corse où les chênes caducifoliés sont suffisamment nombreux pour pouvoir constituer dans un avenir plus ou moins lointain de véritables forêts sont les suivants :

- massif du San Petrone : Monte Sant'Angelo de la Casinca, piémont et plaine orientale au niveau de la Castagniccia et de l'Alesani.
- massif du Cintu : Balagne ; région d'Olmi-Capella ; secteur d'Asco ; Niolu.
- massif du Rotundu ; piémont est du massif, entre Corte et Vivariu ; vallée du Tavignanu.
- massif du Renosu : vallées du Fium'orbu (Ghisoni), du Prunelli (Bastelica), du Taravu (près de Palneca).

ETUDE PHYTOSOCIOLOGIQUE

Les forêts de ces chênes sont pour la plupart soit très jeunes, soit délabrées par le passage des troupeaux. Il a été difficile de pouvoir effectuer des relevés significatifs des stades vraiment sylvatiques, car les forêts bien constituées et non pâturées sont rares. Les relevés rassemblés ont permis de reconnaître trois groupements floristiquement distincts :

- les chênaies de l'étage mésoméditerranéen,
- les chênaies de l'étage supraméditerranéen,
- les chênaies situées à la limite des étages supraméditerranéen et montagnard.

Les forêts de chênes de l'étage supraméditerranéen sont celles qui sont les mieux développées et aussi les plus importantes pour ce qui concerne l'analyse phytosociologique. C'est donc par elles que sera commencée cette étude.

- I - LES CHENAIES CADUCIFOLIÉES DE L'ÉTAGE SUPRAMÉDITERRANÉEN : *OENANTHO* (*pimpinelloidis*) - *QUERCETUM PUBESCENTIS* - *PETRAEAE* Boyer, Gamisans, Gruber et Quezel ass. nova (tableau n° II), Holotypus relevé n° 12 - *saniculetosum* (7 - 15) Holotypus relevé n° 12, - *oenanthesum* (1 - 6) Holotypus relevé n° 4.

1 - Localisation des relevés

- 1 - Ghisoni près du hameau de Casevecchie.
- 2 - Route de Vivariu à Venacu, 700 m au nord de Vivariu.
- 3 - Au NNW de Bastelica, 500 m au NW de Spelonchelle en bordure de la route D 27.
- 4 - Ibidem, tout près de Spelonchelle.
- 5 - Massif du San Petrone, Valle d'Alesani, entre Alesani et Perelli, lieu-dit Fette Busso.
- 6 - Ibidem, même secteur.
- 7 - Vallée du Taravu, route D 28, 100 m à l'W du Pont de la Dispensa, rive droite du Taravu.
- 8 - Vallée du Taravu, route D 28, 500 m au S de Palneca, rive droite du Taravu.
- 9 - Ibidem.
- 10 - Ibidem.
- 11 - Vallée du Taravu, route D 228, 1,2 km au SE de Giovicacce.
- 12 - Vallée du Taravu, route D 28, 50 m au SW du Pont de la Dispensa.
- 13 - Ghisoni près du hameau de Cavu.
- 14 - 2 km au SW de Ghisoni, en amont du Pont de Chigheri.
- 15 - Au NNW de Bastelica, entre la route D 27 et le ruisseau d'Ajara.

2 - Stratification de la végétation

Les arbres dominants appartiennent tantôt à *Q. pubescens* tantôt à des formes proches de *Q. petraea* ou intermédiaires entre ces deux taxons. *Fraxinus ornus* est presque constant dans ces forêts ; *Ilex aquifolium*, *Castanea sativa*, *Alnus cordata*, *Acer obtusatum*, *Acer Monspessulanum*, *Sorbus Domestica*, *Quercus ilex* peuvent aussi y être présents, sans jamais toutefois jouer de rôle important.

Suivant les secteurs, il peut s'agir soit de futaies plus ou moins équiennes de 50 à 80 ans d'âge environ (Taravu), soit de futaies beaucoup plus hétérogènes dont les plus vieux éléments dépassent largement le siècle (Bastelica).

La strate arbustive assure un degré de recouvrement non négligeable. Il faut y noter la fréquence d'*Erica arborea* et la faible importance d'*Arbutus unedo* déjà limité à cette altitude par la rigueur du climat.

La strate herbacée y est généralement bien développée.

3 - Composition floristique et place de ce groupement en synsystématique

Un certain nombre d'espèces ont en Corse nettement leur optimum dans

ce type de forêts (*Oenanthe pimpinelloides*, *Hieracium sabaudum*, ...) et permettent de définir une association nouvelle l'*Oenanthe - Quercetum pubescentis - petraeae* Boyer, Gamisans, Gruber et Quézel.

Le problème des unités supérieures dans lesquelles peut s'intégrer cette association est un peu plus délicat à aborder. Le cortège floristique de ce groupement est marqué par la juxtaposition de trois ensembles :

- un lot d'espèces habituellement considérées comme indicatrices des *Quercetea pubescentis* (en particulier des unités italo-balkaniques) : *Melitis melissophyllum*, *Oenanthe pimpinelloides*, *Sorbus domestica*, *Astragalus glycyphyllos*, *Hypericum montanum*, *Cyclamen repandum*, *Lathyrus venetus*, *Silene viridiflora*, ...

- un ensemble de plantes acidophiles pouvant caractériser les *Quercetalia robori - petraeae* : *Hieracium sabaudum*, *Teucrium scorodonia*, *Castanea sativa*, *Quercus petraea*, *Luzula forsteri*, *Conopodium majus*, *Viola riviniana*, ...

- un bon nombre de taxons caractéristiques du *Fraxino - Carpinion* et des *Fagetalia* : *Festuca heterophylla*, *Geranium nodosum*, *Mercurialis perennis*, *Brachypodium sylvaticum*, *Ilex aquifolium*, *Allium pendulinum*, *Prunus avium*, *Alnus cordata*, *Sanicula europaea*, *Melica uniflora*, *Mycelis muralis*, *Ranunculus lanuginosus*, *Galium rotundifolium*, *Galium odoratum*, *Moehringia trinervia*, ...

La position de cette association dans l'étagement de la végétation (étage supraméditerranéen) et la fréquence parmi les chênes à feuillages caducs de *Quercus pubescens* pourrait conduire à rapprocher ce groupement des *Quercetea pubescentis*.

En fait, les espèces caractéristiques de cette classe sont peu nombreuses en Corse où il faut noter l'absence ou l'extrême rareté* de *Cytisus sessilifolius*, *Laburnum anagyroides*, *Rhamnus saxatilis*, *Asparagus tenuifolius*, *Acer opalus*, *Cotinus coggygria*, *Trifolium rubens*, *T. medium*, *T. alpestre*, *Coronilla emerus**, *Sorbus torminalis*, *Helleborus foetidus**, *Colutea arborescens**, *Viburnum lantana*, *Prunus mahaleb*, *Primula veris* subsp. *columnae*, *Cornus mas*, *Cnidium silaifolium*, *Ligustrum vulgare*, *Lathyrus niger**, *Hypericum hyssopifolium*, *Acer campestre*, ...

Ainsi, il est absolument exclu de pouvoir reconnaître en Corse l'alliance *Quercion pubescentis - petraeae* (= *Buxo - Quercion*).

Parmi les alliances italo-balkaniques des *Querceta pubescentis*, seuls quelques éléments de l'*Ostryo - Carpinion* (*Ostrya carpinifolia*, *Lathyrus venetus*) et du *Melitto - Quercion frainetto* (*Oenanthe pimpinelloides*, *Silene viridiflora*) sont présents dans l'île. Ces taxons atteignent souvent leur limite occidentale de répartition en Corse et leur nombre apparaît trop réduit pour que l'on puisse se référer à ces alliances .

En résumé, le manque de nombreuses caractéristiques des *Quercetea pubescentis* rend difficile en Corse la référence à cette unité. Cette absence peut

être liée à divers facteurs ayant pu jouer simultanément ⁽¹⁾ :

- les substrats calcaires sont rares en Corse ; or sans être strictement calcicoles, de nombreuses caractéristiques des *Quercetea pubescentis* ont une préférence marquée pour les substrats calcaires.

- au facteur précédent qui a pu limiter l'installation de certains de ces taxons en Corse, s'ajoute l'isolement qui a probablement joué un rôle de filtre non négligeable dans l'arrivée de bon nombre d'espèces des *Quercetea pubescentis* sur l'île (si l'extension de l'aire de ces espèces s'est faite pendant une interruption complète des communications entre Corse et continent). Un phénomène analogue a été noté en Crète (BARBERO et QUEZEL 1980) où tous les groupements forestiers s'intègrent à la classe des *Quercetea ilicis* depuis le bord de mer jusqu'à la limite supérieure des forêts, sans apparition des *Quercetea pubescentis*.

De la même façon que pour les *Quercetalia pubescentis*, le cortège d'acidophiles pouvant caractériser les *Quercetalia robori - petraeae* ne paraît pas suffisant pour que l'on puisse inclure ce groupement dans cette unité, essentiellement liée aux climats atlantique ou subatlantique. D'ailleurs, les groupements issus de la dégradation de l'*Oenanthe - Quercetum* ne sont pas des landes des *Calluno - Ulicetea* mais des formations à *Erica arborea* dominant ou des fruticées plus basses appartenant à l'*Helichryso - Genistetum salzmanni* Gamisans 1975.

Par contre, la liste des espèces des *Fagetalia sylvaticae* apparaît relativement importante. Le *Fraxino - Carpinion*, dont les groupements occupent en région atlantique ou continentale l'étage collinéen humide, est représenté par quelques espèces (*Festuca heterophylla*, *Geranium nodosum*, *Brachypodium sylvaticum*, ...) mais qui ne sont pas en nombre suffisant pour qu'une référence à cette unité soit possible. Au sein des *Fagetalia*, l'*Oenanthe - Quercetum* peut être plus aisément inclus dans l'alliance *Lathyrion veneti* décrite provisoirement par GAMISANS (1975) pour rassembler des groupements de bois-mixtes situés dans le nord de la Corse (GAMISANS 1975 et 1977). L'étude de l'*Oenanthe - Quercetum* ainsi que celle des bois-mixtes à *Alnus cordata*, *Ostrya* et *Castanea* réalisée par ailleurs (GAMISANS & al. 1983) permettent de confirmer le *Lathyrion veneti* en tant qu'alliance rassemblant les groupements corses les plus thermophiles des *Fagetalia*, groupements essentiellement développés à l'étage supraméditerranéen.

Le *Lathyrion* réunit donc d'une part des associations homologues de celles du *Fraxino - Carpinion* (mais dans un contexte climatique et floristique de type supraméditerranéen), d'autre part des groupements de chênes à feuillage caduc où en raison du faible nombre d'espèces des *Quercetea pubescentis* les caractéristiques des *Fagetalia* dominent.

Ainsi cette alliance regroupe des ensembles de végétation, partiellement équivalents du point de vue écologique, au *Fraxino - Carpinion* et aux *Quercetea pubescentis* et qui, pour des raisons de composition floristique doivent être rangés dans l'ordre des *Fagetalia*.

(1) Une analyse identique a déjà été faite par l'un de nous à propos d'autres groupements sylvatiques de l'étage supraméditerranéen en Corse (GAMISANS, 1975, 1977 : 361-363).

A la suite de divers travaux (GAMISANS 1975 et 1977, GAMISANS et al. 1983) et de celui qui est présenté ici, le *Lathyrion veneti* peut être localement caractérisé par :

<i>Lathyrus venetus</i>	<i>Poa trivialis</i> subsp. <i>sylvicola</i>
<i>Festuca heterophylla</i>	<i>Hypericum montanum</i>
<i>Teucrium scorodonia</i>	<i>Astragalus glycyphyllos</i>
<i>Cyclamen repandum</i>	<i>Castanea sativa</i>
<i>Cyclamen linearifolium</i>	<i>Prunus avium</i>
<i>Brachypodium sylvaticum</i>	<i>Alnus cordata</i>
<i>Ilex aquifolium</i>	<i>Mercurialis perennis</i>
<i>Polystichum setiferum</i>	<i>Ostrya carpinifolia</i>
<i>Melittis melissophyllum</i>	<i>Sorbus domestica</i>

Deux sous-alliances peuvent y être distinguées :

- *Lathyrion* rassemblant les groupements les plus mésophiles (bois-mixtes divers, forêts d'*Alnus cordata*, certaines châtaigneraies et bois d'*Ostrya*) très proches du *Fraxino - Carpinion* et où les espèces significatives suivantes sont fréquentes :

<i>Geranium nodosum</i>	<i>Euphorbia dulcis</i>
<i>Allium pendulinum</i>	<i>Hypericum androsaemum</i>
<i>Allium ursinum</i>	<i>Circaea lutetiana</i>
<i>Phyllitis scolopendrium</i>	<i>Stachys sylvatica</i>
<i>Veronica montana</i>	<i>Ornithogalum pyrenaicum</i>
<i>Primula vulgaris</i>	<i>Tilia cordata</i>

- *Buxenion* regroupant les bois relativement plus secs (ayant le plus d'affinités avec les *Quercetea pubescentis*) dont les caractéristiques et différentielles sont :

<i>Quercus pubescens</i>	<i>Acer monspessulanum</i>
<i>Quercus pubescens</i> x <i>petraea</i>	<i>Buxus sempervirens</i>
<i>Fraxinus ornus</i>	<i>Viola alba</i> subsp. <i>dehnhardtii</i>

La création d'une telle alliance peut apparaître comme artificielle, néanmoins c'est la seule solution qui, en Corse, permet de rendre compte de la composition floristique des divers types de forêts de l'étage supraméditerranéen, développées exclusivement sur les substrats siliceux.

La comparaison avec les groupements individualisés par OBERDORFER & HOFMANN (1967) dans l'Apennin du nord est fort intéressante. Dans cette contrée nettement plus septentrionale, la végétation sylvatique de l'étage collinéen s'encarte là dans deux unités classiques :

- le *Fraxino - Carpinion* (*Carpinenion betuli*, *Fagetalia*) pour ce qui concerne les chênaies à *Quercus petraea* (et autres groupements) installées sur substrat siliceux ;

- l'*Ostryo - Carpinion* (*Orno - Ostryon*, *Quercetea pubescentis*) rassemblant les chênaies à *Quercus pubescens* et les ostryaies développées sur calcaire où les espèces des *Fagetalia* sont rares.

De même BARBERO & BONO (1970 : 157 - 162) ont pu rapporter certaines chênaies pubescentes (*Orno - Quercetum pubescentis* Klika 1938) des Alpes apuanes et de l'Apennin ligure à l'*Ostryo - Carpinion*. Existants surtout sur calcaire mais aussi parfois sur silice, ces chênaies sont effectivement assez riches en caractéristiques des *Quercetea pubescentis*.

En Corse, région plus méridionale et presque exclusivement siliceuse, il est impossible de reconnaître l'*Ostrya - Carpinion* étant donné la dominance des caractéristiques des *Fagetalia*, mais il est aussi difficile d'identifier clairement le *Fraxino - Carpinion*. D'où l'intérêt du *Lathyrion* en tant qu'alliance relativement thermophile des *Fagetalia*.

4 - Les sous-associations

Les relevés 7 à 15 du tableau n° II sont un peu plus riches en caractéristiques du *Lathyrion* et des *Fagetalia*, ce qui traduit des conditions plus mésophiles ; ils peuvent être rassemblés dans une sous-association *saniculetosum* (*Holotypus* relevé n° 12).

Les relevés 1 à 6 correspondent à des conditions plus sèches et constituent la sous-association *oenanthesum* (*Holotypus* relevé n° 4).

5 - Répartition

L'*Oenantho - Quercetum pubescentis x petraeae* regroupe la plupart des chênaies caducifoliées de l'étage supraméditerranéen, hormis celles de l'horizon tout à fait supérieur de l'étage qui font la transition vers des groupements nettement plus montagnards. En Corse, ces chênaies sont actuellement peu répandues (Castagniccia, Tartagine, Niolu, Vénacais - Tavignanu, Fium'Orbu, Prunelli, Taravu). Elles l'ont été beaucoup plus par le passé et, la pression humaine diminuant, elles sont en train de regagner çà et là un peu du terrain perdu. De nos jours, les peuplements de chênes à feuillage caduc dans les régions citées sont en voie de reconstitution et la plupart sont encore loin d'atteindre le stade de maturité que constitue l'*Oenantho - Quercetum*.

6 - Place de l'*Oenantho - Quercetum* dans la dynamique de la végétation

Les chênaies de l'*Oenantho - Quercetum pubescentis* constituent un des groupements sylvatiques potentiels à l'étage supraméditerranéen, probablement celui qui a occupé le plus d'espace par le passé. Cette association peut être située dans la série supraméditerranéenne du pin laricio et des chênes (GAMISANS 1975) où elle constitue le climax d'une sous-série à chênes caducifoliés (voir aussi GAMISANS & GRUBER 1980 : 103).

II - LES CHÊNAIES CADUCIFOLIEES A L'ÉTAGE MÉDOMÉDITERRANÉEN : *ASPLENIO - QUERCETUM ILLICIS* (Br.-Bl. 1936) Rivas-Martinez 1974, *quercetosum pubescentis* Boyer, Gamisans, Gruber et Quezel, subassoc. nova. *Holotypus* relevé n° 7, tableau n° I

1 - Localisation des relevés

- 1 - 1,4 km au N de Vivariu, près du ravin de Bottegliaju.
- 2 - 1 km au N de Vivariu, en bordure de la route N 193.
- 3 - 1,5 km au SE de Venacu, au lieu-dit, Acqua fredda.
- 4 - Route N 194, 3,5 km au SW de Ghisoni.
- 5 - 2 km au S de Venacu, près du Riu Seccu.

- 6 - Ghisoni près du village.
- 7 - Ghisoni, lieu-dit Casevecchie.
- 8 - Castagniccia, vallée de Fiumaltu, entre la route D 205 et Casalta.
- 9 - Vallée de Fiumaltu au niveau du Ponte Biancu, pente au N du Ponte.

2 - Stratification de la végétation

La strate arborescente de ces forêts est généralement dominée par *Quercus pubescens* (les formes intermédiaires avec *Q. petraea* semblent en être absentes), parfois accompagnée (Castagniccia) d'*Ostrya carpinifolia* qui peut être co-dominant (relevé n° 8). *Fraxinus ornus* y est constant, *Castanea sativa* et *Sorbus domestica* y sont parfois présents. Il s'agit surtout de forêts encore jeunes et dans la strate arbustive, *Arbutus unedo* et *Erica arborea* occupent encore une place importante. *Quercus ilex*, presque toujours présent est cependant faiblement développé. La strate herbacée offre un recouvrement relativement important.

3 - Composition floristique et place de ce groupement dans la synsystématique

Relativement à l'*Oenanthe - Quercetum pubescentis*, il faut noter dans ces chênaies une diminution notable du nombre et surtout de la fréquence des espèces du *Lathyrion* et des *Fagetalia sylvaticae*, tandis que les caractéristiques des *Quercetea ilicis* y jouent un rôle important. C'est ce qui nous a conduit à inclure ce groupement dans cette dernière classe où il peut être considéré, à partir des relevés étudiés, comme constituant une sous-association (*quercetosum pubescentis*) de l'*Asplenio - Quercetum ilicis* (la présence d'espèces thermophiles comme *Clematis flammula* ou *Smilax aspera* permet de penser qu'un *Viburno - Quercetum ilicis quercetosum pubescentis* pourra être également individualisé).

En fait, la transition se fait imperceptiblement entre ce groupement et l'*Oenanthe - Quercetum* plus alticole. Il faut d'ailleurs remarquer que *Hieracium sabaudum* et *Oenanthe pimpinelloides*, deux des caractéristiques de l'*Oenanthe - Quercetum*, y ont encore une fréquence élevée. Ces chênaies sont encore assez jeunes et il est possible qu'à maturation complète, sur des sols épais, la composition floristique du sous-bois se rapproche un peu plus de celle de l'*Oenanthe - Quercetum*.

4 - Répartition

Ce type de chênaie est en train de s'étendre à l'étage mésoméditerranéen, en particulier dans les secteurs à substrats meubles (alluvions dans la plaine orientale de la Corse) ou sur les sols profonds, bien conservés; mais les stades vraiment mûrs, sont encore rarement constitués. Les principales régions où ces chênaies se développent sont : le piémont de la Castagniccia et la plaine orientale, la Balagne, la région d'Olimi Capella, les parties basses des bassins du Tavignanu et du Fium'Orbu.

5 - Dynamique

L'*Asplenio - Quercetum ilicis quercetosum pubescentis* constitue sans aucun doute un des groupements climaciques de l'étage mésoméditerranéen en Corse,

dans les secteurs à sols assez profonds ou sur les substrats peu compacts ou fissurés. Il constitue donc le stade terminal d'une série (ou sous-série) mésoméditerranéenne du chêne pubescent (voir GAMISANS, GRUBER & al. 1981 : 88 ; GAMISANS 1981 : 274).

III - LES CHÊNAIES CADUCIFOLIÉES À LA LIMITE DES ÉTAGES SUPRAMÉDITERRANÉEN ET MONTAGNARD ; *Asperulo - Taxetum baccatae* Gamisans 1970, *quercetosum pubescentis* Boyer, Gamisans, Gruber et Quézel, subassoc. nova. Holotypus relevé n° 4, tableau n° III

1 - Localisation des relevés

Ce type de chênaie alticole semble actuellement très rare en Corse et n'a été observé qu'au Monte Sant'Angelu de la Casinca (massif du San Petrone). Tous les relevés du tableau III (1, 2, 3, 4, 5) proviennent de la coupole sommitale de ce sommet, entre 950 et 1200 m.

2 - Stratification

Cette forêt est essentiellement constituée par *Quercus pubescens* ; les formes proches de *Q. petraea* y semblent rares. Ces chênes sont souvent issus de taillis (la présence d'aires à charbon de bois témoigne d'une ancienne exploitation dans ce but). La majorité de ceux qui constituent actuellement la strate arborescente ne semblent guère excéder 50 à 80 ans d'âge, mais des individus nettement plus vieux sont disséminés çà et là et constituent même localement des peuplements plus denses. À côté des chênes, cette strate ne comporte que quelques spécimens d'*Ilex aquifolium*, *Fraxinus ornus*, *Acer pseudoplatanus* et *Ostrya carpinifolia*. Au niveau des arbustes, il faut par contre noter le recouvrement important d'*Ilex aquifolium*. La strate herbacée y est bien développée.

3 - Composition floristique et place de ce groupement en synsystématique

Ces chênaies sont les plus alticoles actuellement connues en Corse. Elles occupent même des altitudes (950-1200 m) où se développe habituellement la hêtraie. Il se trouve que *Fagus sylvatica* est absent du Monte San'Angelu (un peu isolé du reste du massif du San Petrone), il n'a ainsi pas pu concurrencer les chênes caducifoliés qui ont occupé tout l'espace disponible jusqu'au sommet.

Relativement à l'*Oenanthe - Quercetum pubescentis*, ces chênaies alticoles sont un peu plus riches en espèces des *Fagetalia sylvaticae*, par contre, la plupart des caractéristiques de l'*Oenanthe - Quercetum* (*Oenanthe pimpinelloides*, *Hieracium sabaudum*, ...) en sont absentes et il n'est donc pas possible de les rapporter à cette association, vis-à-vis de laquelle elles apparaissent plus méso-philés. Elles peuvent être intégrées dans l'alliance *Lathyrion veneti* mais se situent là dans le *Lathyrion* (fréquence de *Geranium nodosum*, *Primula vulgaris*, ...) et non dans le *Buxenion* (absence des différentielles thermophiles). L'ensemble du cortège floristique et en particulier la présence de *Geranium nodosum*, *Galium odoratum*, *Mercurialis perennis* permet de les considérer comme incluses dans l'*Asperulo - Taxetum baccatae* Gamisans 1970 dont elles constituent une sous-association (2) *quercetosum pubescentis*.

4 - Répartition

L'*Asperulo - Taxetum quercetosum pubescentis* occupe l'horizon tout à fait supérieur de l'étage supraméditerranéen où il assure la transition vers l'étage montagnard. L'inclusion dans l'horizon inférieur de ce dernier pourrait même être envisagée. Ce groupement n'a été mis en évidence pour l'instant que sur le Monte Sant'Angelu de la Casinca. Il est possible qu'il soit retrouvé ailleurs en Corse. Il est en tout cas probable que ces chênaies ont été par le passé bien plus répandues (REILLE 1975) mais dans les massifs où *Fagus sylvatica* est aujourd'hui présent, l'horizon inférieur des hêtraies les a très certainement remplacées.

5 - Dynamique

Ce groupement a sans aucun doute valeur de climax dans les massifs dont l'altitude maximale est comprise entre 1000 et 1300 m. Il est difficile, sans avoir étudié les groupements de dégradation, de dire si l'*Asperulo - Taxetum quercetosum* s'intègre dans la série supraméditerranéenne des bois mixtes (GAMISANS 1975 et 1977) ou bien s'il permet d'individualiser une série montagnarde des chênes caducifoliés (ou simplement une sous-série de la série du hêtre).

CONCLUSION

Cette étude a permis de mieux cerner la place des chênaies à feuillage caduc dans l'ensemble de la végétation sylvatique de la Corse. Trois groupements ont été distingués : ils correspondent à trois niveaux altitudinaux. L'intégration des chênaies supraméditerranéennes dans le *Lathyrion veneti* et les *Fagetalia sylvaticae* a été discutée.

Ces types de forêts sont actuellement peu développés en Corse. Ils l'ont été beaucoup plus par le passé. La pression humaine (déboisements, incendie, pâturage) semble avoir été le facteur essentiel de leur déclin vers le moyen-âge. Celle-ci ayant diminué notablement ces dernières décennies, il est probable que ces chênaies vont avoir tendance à reconquérir au moins une partie du territoire climatique perdu.

Ce travail a permis de donner un aperçu de l'organisation et de la composition floristique des trois types de chênaies caducifoliées susceptibles de prendre plus d'importance dans le paysage végétal de la Corse.

(2) L'*Asperulo - Taxetum* correspond à des groupements résiduels à *Taxus* et *Ilex* dont le cortège floristique est presque identique à celui de ces chênaies. Ces dernières sont certainement plus représentatives du climax dominant à ce niveau, mais les règles de nomenclature phytosociologique font que l'on doit se référer au nom le plus anciennement publié.

LISTE DES NOMS D'UNITÉS PHYTOSOCIOLOGIQUES CITÉES DANS LE TEXTE

Quercetea ilicis Br.-Bl. 1947

Viburno-Quercetum ilicis (Br.-Bl. (1915) 1936) Rivas-Mart. 1974

Asplenio-Quercetum ilicis (Br.-Bl. 1936) Rivas-Mart. 1974

* *quercetosum pubescentis* Boyer, Gamisans, Gruber et Quézel.

Querco-Fagea Fukarek et Fabijanic 1968

Quercetea pubescentis (Oberdorfer 1948) Doing Kraft 1955

Quercetalia pubescentis Br.-Bl. (1931) 1932

Quercion pubescentis-petraeae Br.-Bl. 1931 (= *Buxo-Quercion*
Zolyomi et Jakucs (1957) 1961)

Ostryo-Carpinion orientalis Horvat (1954) 1959

Orno - Quercetum pubescentis Klika 1931

Melitto-Quercion frainetto Barbero, Bonin, Gamisans et Quézel 1976

Querco-Fagetea Br.-Bl. et Vlieg. 1937

Quercetalia robori-petraeae Tüxen 1931

Fagetalia sylvaticae Pawl. 1928

Fraxino-Carpinion Tüxen 1936

Lathyrion veneti Gamisans 1975

Lathyrion veneti Gamisans 1975

- *Asperulo-Taxetum* Gamisans 1970 * *quercetosum pubescentis* Boyer,
Gamisans, Gruber et Quézel

Buxenion Gamisans 1975

* *Oenantho-Quercetum pubescentis-petraeae* Boyer, Gamisans, Gruber et
Quézel

* *oenanthetosum* Boyer, Gamisans, Gruber et Quézel

* *saniculetosum* Boyer, Gamisans, Gruber et Quézel

BIBLIOGRAPHIE

- BARBERO M., et BONO G. 1970. La végétation sylvatique thermophile de l'étage collinéen des Alpes apuanes et de l'Apennin ligure. *Lavori della Società italiana di Biogeografia*, I : 147-182.
- BARBERO M. et QUEZEL P., 1980. La végétation forestière de Crète. *Ecologia Mediterranea*, 5 : 175-210.
- BONIN G. & GAMISANS J., 1976. Contribution à l'étude des forêts de l'étage supraméditerranéen de l'Italie méridionale. *Doc. Phytos.*, fasc. 19-20 : 73-88.
- GAMISANS J., 1970. Les vestiges de formations sylvatiques dans le massif de Tenda (Corse). *Bull. Soc. Sci. Hist. Nat. Corse*, 90 (597) : 39-65.
- GAMISANS J., 1975. La végétation des montagnes corses. thèse Marseille : 1-295.
- GAMISANS J., 1977. La végétation des montagnes corses. *Phytocoenologia*, 4 (3) : 317-376.
- GAMISANS J., 1981. Hêtre, sapin, bouleau et pin laricio en Corse. *Revue Forestière Française* 33 (4) : 259-277.
- GAMISANS J. & GRUBER M., 1980. Les groupements végétaux du Niolu (Corse). Carte de la végétation au 1/25 000. *Ecologia Mediterranea*, 6 : 101-114.
- GAMISANS J., GRUBER M., CLAUDIN J. & CASANOVA J.-B., 1981. Carte de la végétation du Haut-Vénacais au 1/25 000 : notice. *Ecologia Mediterranea*, 7 (1) : 85-97.
- GAMISANS J., GRUBER M. & QUEZEL P., 1983. Les forêts de *Castanea sativa*, *Alnus cordata* et *Ostrya carpinifolia* du massif du San Petrone (Corse). *Ecologia Mediterranea* 9 (1) : 89 -99.
- OBERDORFER E. & HOFMANN A., 1967. Beitrag zur Kenntnis der Vegetation der Nordapennin. *Beitr. Naturk. Forsch. Südw.-Dtl.*, XXVI (1) : 83-139.
- REILLE M., 1975. Contribution pollénanalytique à l'histoire de la végétation tardi-glaciaire et holocène de la montagne corse. Thèse Marseille.

N° de relevé	:	1	2	3	4	5	6	7	8	9
Surface (m ²)	:	400	400	200	200	200	200	200	100	100
Recouvrement % arborescent	:	80	90	70	95	80	80	80	60	70
% herbacé	:	40	20	60	40	50	70	40	60	40
Pente (°)	:	60	60	40	70	20	10	30	50	30
Exposition	:	20	25	15	30	25	30	30	5	40
Altitude (m)	:	NE	E	ENE	E	NW	SSW	S	S	SW
Substrat	:	500	530	470	650	600	750	800	400	400
	:	gr	gr	gr	gr	ca	gr	gr	sch	sch

Caractéristiques de l'Asplenio-Quercetum ilicis et des unités supérieures :

<i>Asplenium onopteris</i>	+	1.1	1.1	+	+	1.1	+	+	+	+
<i>Rubia peregrina</i> subsp. <i>requienii</i>	1.1	1.1	1.1	2.1	+	1.1	1.1	2.2	1.1	1.1
<i>Erica arborea</i> a	2.3	1.1	1.2	1.1	3.3	2.2	2.2	+	1.1	1.1
h	.	.	.	.	.	.	.	+	+	+
<i>Arbutus unedo</i> a	.	1.1	2.3	2.2	2.3	2.2	.	1.1	+	+
h	.	.	1.1	.	.	+	.	+	.	.
<i>Pulicaria odora</i>	.	2.2	+	+	+	+	+	+	+	.
<i>Viola alba</i> subsp. <i>dehnhardtii</i>	1.1	1.2	1.1	.	.	.	.	1.2	+	+
<i>Quercus ilex</i> A	.	.	.	.	.	.	1.1	+	+	+
a	+	+	.	.	.	+	.	1.1	+	+
h	.	+	.	.	+	.	.	+	+	.
<i>Clematis flammula</i>	+	+	1.1	.	.	.	.	.	.	1.1
<i>Rosa sempervirens</i>	+	.	1.1	.	.	.	.	+	+	+
<i>Cytisus villosus</i> a	.	1.1	.	.	.	2.3	.	2.3	1.3	1.3
<i>Lonicera etrusca</i>	+	.	1.2	.	.	.	.	2.2	.	.
<i>Lathyrus latifolius</i>	.	.	1.2	2.2	.	.	.	+	.	.
<i>Ruscus aculeatus</i>	.	.	.	.	.	.	+	.	1.2	.
<i>Carex distachya</i>	+	.	.	.	.	.	+	.	.	.
<i>Galium scabrum</i>	.	+	.	.	2.2	.	.	.	.	.
<i>Phillyrea angustifolia</i> a	.	.	1.3	.	.	.	.	+	.	.
<i>Smilax aspera</i>	.	.	.	.	.	.	.	1.1	.	.
<i>Viburnum tinus</i> a	.	.	.	.	2.2	.	.	.	.	.
<i>Pyrus amygdaliformis</i> a	.	+	.	.	.	.	.	.	.	.
<i>Daphne gnidium</i>	.	+	.	.	.	.	.	.	.	.
<i>Euphorbia characias</i>	.	.	.	.	.	.	2.1	.	.	.

Différentielles de la sous-association quercetosum pubescentis :

<i>Quercus pubescens</i> A	4.5	4.5	4.4	3.3	3.4	4.4	4.4	2.2	2.2	2.2
a	+	+	+	.	.	+	.	2.2	1.1	1.1
h	1.1	1.1	1.1	.	.	1.1	.	1.1	1.1	1.1
<i>Hieracium sobaudum</i>	2.2	1.1	+	1.2	.	+	1.1	.	.	.
<i>Oenanthe pimpinelloides</i>	1.1	.	1.1	2.1	+	.	+	.	.	.

Transgressives du Lathyrion et des Fagetalia :

<i>Lathyrus venetus</i>	2.2	.	1.2	1.1	.	.	2.3	+	.	.
<i>Fraxinus ornus</i> A	+	1.1	1.1	1.1	.	.	.	1.1	2.3	2.3
a	+	1.1	1.1	.	.	2.3	+	1.1	1.1	1.1
h	1.1	1.1	1.1	.	1.1	1.1	.	1.1	1.1	1.1
<i>Brachypodium sylvaticum</i>	.	1.3	2.2	.	.	.	.	+	1.2	1.2
<i>Teucrium scorodonia</i>	1.2	1.1	.	.	.	.	.	1.2	1.1	1.1
<i>Astragalus glycyphyllos</i>	+	.	.	1.1	.	.	.	.	.	.
<i>Ostrya carpinifolia</i> A	.	.	.	.	.	.	.	3.3	1.1	1.1
a	.	.	.	.	.	.	.	1.1	1.1	1.1
h	.	.	.	.	.	.	.	1.1	+	+
<i>Sorbus domestica</i> A	.	1.1	.	.	.	.	.	.	.	.
a	.	1.1	.	.	.	.	.	+	.	.
h	.	+	.	.	.	.	.	+	.	.
<i>Castanea sativa</i> A	.	.	.	.	.	.	.	1.1	1.1	1.1
a	.	.	.	.	.	.	.	1.1	+	+
h	.	.	.	.	.	.	.	1.1	.	.
<i>Festuca heterophylla</i>	+	.	.	.	.	.	.	+	.	.
<i>Acer monspessulanum</i> A	.	.	.	.	.	.	+	.	.	.
<i>Cephalanthera longifolia</i>	+	.	.	.	.	.	.	.	.	.
<i>Hypericum montanum</i>	.	.	.	.	.	.	.	.	+	+
<i>Silene viridiflora</i>	.	.	.	.	.	.	+	.	.	.
<i>Cyclamen repandum</i>	+	.	.	.	.	.	.	.	.	.
<i>Prunus avium</i>	.	.	.	.	.	.	.	+	.	.
<i>Tilia cordata</i> a	.	.	.	.	.	.	.	.	+	.
<i>Melica uniflora</i>	.	.	.	.	+	.	.	.	.	.
<i>Digitalis lutea</i>	.	.	.	.	.	.	.	.	+	.
<i>Veronica officinalis</i>	1.2	.	.	.	.	2.2	.	.	.	.

TABLEAU I - ASPLENIO - QUERCETUM ILICIS QUERCETOSUM PUBESCENTIS

N° de relevé	:	1	2	3	4	5	6	7	8	9
Surface (m ²)	:	400	400	200	200	200	200	200	100	100
Recouvrement % arborescent	:	80	90	70	95	80	80	80	60	70
arbusatif	:	40	20	60	40	50	70	40	60	40
herbacé	:	60	60	40	70	20	10	30	50	30
Pente (°)	:	20	25	15	30	25	30	30	5	40
Exposition	:	NE	E	ENE	E	NW	SSW	S	S	SW
Altitude (m)	:	500	530	470	650	600	750	800	400	400
Substrat	:	gr	gr	gr	gr	ca	gr	gr	sch	sch

Transgressives des Quercu-Fagetea et Quercu-Fagea :

<i>Clinopodium vulgare</i>	1.2	1.2	1.2	.	.	+	.	+	+
<i>Crataegus monogyna</i> a	.	.	+	+	.	.	1.1	1.1	1.1
h	.	.	.	.	.	.	.	.	+
<i>Helleborus lividus</i> subsp. <i>corsicus</i>	+	.	1.1	+	.	.	+	.	+
<i>Hedera helix</i>	.	.	1.2	.	+	.	1.1	2.3	2.3
<i>Tamus communis</i>	.	+	+	.	.	.	.	1.1	1.1
<i>Fragaria vesca</i>	+	1.2	.	.	.	.	.	1.2	+
<i>Clematis vitalba</i>	+	+	.	.	.	.	.	1.1	1.1
<i>Prunus spinosa</i> a	+	1.2	.	+	.	.	1.1	.	.
<i>Agrimonia eupatoria</i>	+	+	1.1	+	.	.	.	.	.
<i>Potentilla micrantha</i>	1.1	.	.	.	.	.	1.1	.	.
<i>Epipactis latifolia</i>	+	+	.	.	.	.	.	.	.
<i>Cynosurus elegans</i>	.	.	.	.	+	.	1.1	.	.
<i>Sedum cepaea</i>	.	+	+	.	.	.	.	.	.
<i>Viola riviniana</i>	1.1	.	.	.	.	.	1.1	.	.
<i>Carex olbiensis</i>	.	.	1.1	.	.	.	.	.	.
<i>Conopodium majus</i>	.	.	.	+	.	.	.	.	.
<i>Luzula forsteri</i>	.	+	.	.	.	.	.	.	.
<i>Hieracium</i> gr. <i>murorum</i>	.	.	.	.	1.1	.	.	.	.
<i>Lapsana communis</i>	.	.	.	.	.	.	2.1	.	.
<i>Limodorum abortivum</i>	.	+	.	.	.	.	.	.	.
<i>Cornus sanguinea</i> a	.	.	.	.	.	.	.	.	+

Compagnes :

<i>Galium mollugo</i>	+	1.2	+	1.1	.	.	+	.	+
<i>Achillea ligustica</i>	+	2.3	+	2.3	.	.	+	.	.
<i>Rubus</i> sp.	1.2	1.1	.	.	.	.	.	3.3	1.3
<i>Hieracium racemosum</i>	1.1	1.2	+	.	.	.	.	.	.
<i>Anthoxanthum odoratum</i>	.	.	.	1.1	+	1.1	.	.	.
<i>Teucrium chamaedrys</i>	.	+	.	1.1	.	.	.	.	1.2

FIGURENT EGAGEMENT DANS CES RELEVES :

2 fois : *Rosa canina* (1,7) ; *Pteridium aquilinum* (4,9) ; *Cruciata glabra* (3,6) ; *Vicia* gr. *cracca* (2,4) ; *Cytisus scoparius* (a) (4,6) ; *Brachypodium pinnatum* (1,4) ; *Cistus craticus* (4,6) ; *Brachypodium rotundum* (5,6) ; *Festuca* gr. *ovina* (5,7).

1 fois : *Asphodelus ramosus* (1) ; *Pinus pinaster* (4) ; *Jasione montana* (4) ; *Carlina corymbosa* (4) ; *Lotus delortii* (4) ; *Rubus ulmiifolius* (4) ; *Trifolium pratense* (4) ; *Potentilla recta* (4) ; *Cistus salvifolius* (8) ; *Dactylis glomerata* (6) ; *Campanula rapunculoides* (7) ; *Vitis vinifera* (8) ; *Origanum vulgare* (8) ; *Centaurium erythraea* (9).

TABLEAU I - ASPLENIO - QUERCETUM ILICIS QUERCETOSUM PUBESCENTIS
Suite

N° de relevé	:	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
Surface (m ²)	:	100	100	100	100	400	200	100	200	200	200	200	400	100	100	100
Recouvrement	:	80	90	70	85	90	90	80	80	90	90	70	90	100	90	65
Z arborescent	:	30	15	50	20	30	5	50	50	30	30	40	50	10	0	20
arbusatif	:	30	40	40	60	50	70	30	50	70	70	70	60	30	60	60
herbacé	:	25	20	10	10	15	20	35	25	25	30	20	40	15	20	30
Pente (°)	:	S	NE	S	E	E	E	ENE	ENE	ENE	ENE	N	NNW	E	W	NW
Exposition	:	800	600	800	740	500	500	770	800	800	800	590	750	750	950	750
Altitude (m)	:	gr	gr	gr	gr	sch	sch	gr	gr	gr	gr	gr	gr	gr	gr	gr
Substrat	:															

Caractéristiques de l'association :

<i>Oenanthe pimpinelloides</i>	+	+	2.1	2.2	2.2	1.1	1.1	1.1	1.1	1.1	+	1.1	1.1	1.1	1.1	1.2
<i>Hieracium sabaudum</i>		2.2	.	+	+	.	.	.	+	1.2	1.2	+	2.2	1.2	.	.
<i>Cephalanthera longifolia</i>	.	.	.	.	.	.	.	.	+	1.1	.	+	.	.	.	.
<i>Trifolium ochroleucum</i>	.	.	1.2	+	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	1.2
<i>Silene viridiflora</i>	.	.	+	1.1	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.

Caractéristiques du lathyrion veneti :

<i>Teucrium scorodonia</i>	1.1	1.1	2.2	2.2	1.2	1.1	1.1	2.1	1.1	.	1.2	1.1	1.1	1.1	2.2	2.2
<i>Lathyrus venetus</i>	+	2.2	1.2	1.2	1.1	1.2	1.1	.	1.1	2.2	1.1	2.2	2.3	2.3	.	.
<i>Festuca heterophylla</i>	.	.	2.3	3.3	1.1	1.1	1.1	1.1	2.2	1.2	1.2	1.2	.	.	2.2	2.2
<i>Cyclamen repandum</i>	.	.	.	.	2.2	1.1	1.1	+	1.1	.	1.1	1.1	.	.	.	.
<i>Brachypodium sylvaticum</i>	.	.	1.2	.	.	.	1.1	.	1.2	.	+	+	+	.	.	.
<i>Ilex aquifolium</i> A	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	1.2	.	.	.	.
a	.	.	.	.	.	+	.	.	.	.	.	.	.	.	.	+
<i>Polystichum setiferum</i>	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	+	.	.	.	.
<i>Poa trivialis</i> subsp. <i>sylvicola</i>	.	.	.	1.2	.	1.1	.	.	1.1	.	1.1	.	.	.	.	1.2
<i>Hypericum montanum</i>	.	.	.	.	.	.	.	+	.	.	.	+	.	.	+	.
<i>Astragalus glycyphyllos</i>	2.1	.	.	.	.	.	.	.	.	.	1.1	.	+	1.3	.	.
<i>Castanea sativa</i> A	.	.	.	.	.	.	.	.	+	.	1.3	+	2.3	.	.	.
a	.	.	.	.	+	.	.	.	.	.	.	+	.	.	.	.
h	.	.	.	.	.	.	.	+	.	.	+	+	.	.	.	.
<i>Melittis melissophyllum</i>	.	.	.	.	1.2	1.1	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
<i>Sorbus domestica</i> A	.	.	.	.	.	.	.	.	+	.	.	.	.	.	.	.
a	.	.	+	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
h	.	.	+	.	.	.	.	.	+	.	.	.	.	.	.	.
<i>Prunus avium</i> a	.	+	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
<i>Alnus cordata</i> A	.	.	.	.	.	2.2	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
<i>Geranium nodosum</i>	.	.	.	.	.	.	.	.	.	+	1.3	2.2	.	.	.	+
<i>Mercurialis perennis</i>	.	.	.	.	1.2	.	.	.	.	.	+	1.3	.	2.2	1.2	1.2
<i>Allium pendulinum</i>	.	.	.	.	.	.	.	.	+	1.1	.	+	.	.	.	.

Différentielles du Buxenion :

<i>Quercus pubescens</i> A	3.3	4.4	3.4	4.4	4.5	3.4	.	.	.	.	3.3	+	4.4	5.5	3.4	3.4
a	.	.	1.1	1.1	1.1	.	.	.	.	.	+	+	2.2	.	.	1.1
h	.	1.1	1.1	1.1	+	.	.	.	.	.	1.1	+	.	1.1	1.1	1.1
<i>Quercus petraea</i> x <i>pubescens</i> A	.	.	.	.	.	.	4.4	3.3	4.4	4.5	2.2	4.5	.	.	.	.
a	.	.	.	.	.	.	.	1.1	1.1	1.1	+	1.2	.	.	.	.
h	.	.	.	.	.	.	1.1	2.1	2.2	2.1	+	1.1	.	.	.	.
<i>Fraxinus ornus</i> A	1.2	.	.	.	+	1.1	2.2	1.1	1.2	.	.	1.2	.	1.2	.	.
a	.	.	.	+	.	+	1.1	1.1	1.1	1.1	1.1	2.2	+	.	.	1.1
h	.	1.1	.	.	+	1.1	2.2	+	1.1	1.1	1.1	1.1	.	.	.	+
<i>Viola alba</i> subsp. <i>dehnhardtii</i>	.	1.1	.	.	1.1	1.1	+	.	+	1.2	.	.	.	1.1	.	.
<i>Rubia peregrina</i> subsp. <i>requienii</i>	.	+	.	.	+	+	+	.	+	.	+	+	.	1.1	.	.
<i>Lonicera etrusca</i>	.	.	.	.	.	.	.	1.1	+	+	+	.	.	.	.	.
<i>Ruscus aculeatus</i>	1.1	.	.	1.2	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
<i>Acer monspessulanum</i> A	2.3	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.

Suite page suivante

Caractéristiques des *Fagetalia* :

<i>Ranunculus lanuginosus</i>	1.1	.	+	+	1.1	1.1	.	.	.	.	.	+	+	.	+
<i>Veronica officinalis</i> .....	.	+	.	.	.	.	+	1.1	+	+	1.3	.	.	.	.
<i>Galium odoratum</i> .....	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	1.4	.	.	.
<i>Poa nemoralis</i> .....	.	.	.	.	+	+	.	.	+	.	.	.	.	.	.
<i>Moehringia trinervia</i> .....	.	.	.	.	1.2	+	.	.	.	.	+	.	.	.	.
<i>Monotropa hypopitys</i> .....	+	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
<i>Fagus sylvatica</i> A .....	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	+	.	.	.
<i>Prenanthes purpurea</i> .....	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	2.2	.
<i>Cephalanthera damasonium</i> .....	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
<i>Sanicula europaea</i> .....	.	.	+	+	.	.	+	+	+	1.2	1.2	1.2	+	+	1.2
<i>Melica uniflora</i> .....	.	.	.	1.2	.	.	.	.	2.3	1.2	.	1.2	.	1.2	1.3
<i>Mycelis muralis</i> .....	.	.	.	.	.	.	.	.	.	+	+	1.1	+	.	+
<i>Galium rotundifolium</i> .....	.	.	.	.	1.1	.	1.1	.	.	.	.	1.2	+	.	.
<i>Acer obtusatum</i> a .....	.	.	.	.	.	.	.	.	+	.	.	.	.	.	.
h .....	.	.	.	.	.	.	.	.	.	+	.	.	.	.	.

Caractéristiques des *Querceto-Fagetea* et *Querceto-Fagea* :

<i>Crataegus monogyna</i> a	1.1	+	+	1.1	1.1	1.1	.	.	+	1.1	+	1.2	.	+	1.2
h .....	.	.	+	+	.	.	1.1	.	+	+	.	+	.	.	+
<i>Hedera helix</i> .....	.	.	.	2.2	2.3	1.2	1.1	1.1	1.2	.	1.2	1.2	.	1.1	1.2
<i>Clinopodium vulgare</i> .....	.	+	1.1	1.1	1.1	1.1	1.1	.	1.2	1.1	1.2	+	1.2	.	1.2
<i>Helleborus lividus</i> subsp. <i>corsicus</i>	+	.	.	.	+	1.1	.	.	.	.	+	+	.	+	+
<i>Fragaria vesca</i> .....	.	1.2	.	.	1.2	1.2	2.1	2.2	1.1	1.2	.	1.1	1.1	1.1	.
<i>Viola riviniana</i>	+	.	.	.	1.1	1.1	1.1	1.2	1.1	.	1.1	1.2	.	.	1.1
<i>Luzula forsteri</i> .....	.	.	.	.	1.1	+	.	.	+	.	1.1	+	.	+	+
<i>Potentilla micrantha</i>	+	.	+	.	1.1	1.1	.	.	.	1.1	1.1	+	.	.	2.2
<i>Hieracium</i> gr. <i>murorum</i> .....	.	.	.	.	.	.	+	+	1.2	1.1	1.1	.	.	1.1	1.2
<i>Clematis vitalba</i>	+	.	.	.	+	+	.	.	+	.	+	+	+	.	.
<i>Prunus spinosa</i> a	+	.	.	1.2	.	.	1.1	1.2	+	1.3	+	.	.	.	.
h .....	.	.	.	.	.	.	.	.	+	.	.	.	.	.	.
<i>Lapsana communis</i> .....	.	+	+	1.1	.	1.1	.	.	.	.	+	+	.	.	.
<i>Geum urbanum</i> .....	.	.	.	1.2	+	+	.	.	+	.	+	+	.	.	.
<i>Tamus communis</i>	+	.	.	1.2	.	1.1	.	.	.	.	.	+	+	1.2	.
<i>Euonymus europaeus</i> a .....	.	.	.	+	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	+
<i>Epipactis latifolia</i> .....	.	.	+	.	+	.	.	.	.	.	+	+	.	.	.
<i>Conopodium majus</i> .....	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	1.1	.	.	+
<i>Cephalanthera rubra</i> .....	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	1.1	.	.
<i>Carex olbiensis</i> .....	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	1.1	.	.	.	.
<i>Daphne laureola</i> .....	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	+	.	.	.	.
<i>Cynosurus elegans</i> .....	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	1.1	.	.	.	.

TABLEAU II - OENANTHO - QUERCETUM PUBESCENTIS
Suite

Suite page suivante

N° de relevé	:	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	
Surface (m ²)	:	100	100	100	100	400	200	100	200	200	200	200	400	100	100	100	
Recouvrement	z arborescent	:	80	90	70	85	90	90	80	80	90	90	70	90	100	90	65
	arbustif	:	30	15	50	20	30	5	50	50	30	30	40	50	10	0	20
	herbacé	:	30	40	40	60	50	70	30	50	70	70	60	30	60	60	
Pente (°)	:	25	20	10	10	15	20	35	25	25	30	20	40	15	20	30	
Exposition	:	S	NE	S	E	E	E	ENE	ENE	ENE	ENE	N	NNW	E	W	NW	
Altitude (m)	:	800	600	800	740	500	500	770	800	800	800	590	750	750	950	750	
Substrat	:	gr	gr	gr	gr	sch	sch	gr									

Espèces des Quercetea ilicis :

<i>Asplenium onopteris</i>	+	+	.	.	.	+	+	.	+	.	+	.	.	.	+	+
<i>Quercus ilex</i> A	1.1	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
	a	.	.	.	.	+	.	.	+	+	+	+	.	.	.	.
<i>Arbutus unedo</i> a	.	.	2.2	.	+	.	+	.	.	+	+	.	+	.	.	.
<i>Pulicaria odora</i>	.	.	+	+	.	.	.	.	+	1.1	.	.	.	.	.	.
<i>Lathyrus latifolius</i>	+	.	+	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
<i>Carex distachya</i>	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	+	.	.	.	.
<i>Euphorbia characias</i>	1.1	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.

Compagnes :

<i>Pteridium aquilinum</i>	+	3.2	1.2	.	2.3	2.2	.	1.1	+	1.1	3.4	.	2.2	.	1.2
<i>Cruciata glabra</i>	.	1.2	1.1	1.1	1.2	1.1	+	+	1.1	+	+	+	2.2	.	2.2
<i>Rubus</i> sp.	.	.	2.2	1.2	.	.	+	+	.	.	1.2	1.2	.	.	2.2
<i>Erica arborea</i> a	1.1	+	1.2	.	1.1	.	1.1	+	.	.	1.3	.	.	+	.
	h	.	+	.	.	.	.	.	.	.	+	.	.	.	.
<i>Galium mollugo</i>	+	.	1.2	1.2	.	.	+	.	+	.	.	1.2	+	+	1.1
<i>Rosa canina</i>	3.1	.	+	+	.	.	.	.	.	.	+	+	1.1	.	.
<i>Vicia tenuifolia</i>	.	.	1.2	.	.	.	+	1.1	+	.	.	.	1.1	1.1	.
<i>Achillea ligustica</i>	1.1	+	.	.	.	.	.	+	+	+	.	.	.	1.1	.
<i>Ranunculus bulbosus</i>	.	.	.	.	.	+	.	+	+	+	.	+	.	.	.
<i>Asphodelus ramosus</i>	.	.	.	.	.	.	+	+	+	1.1	+	.	.	.	+
<i>Cytisus scoparius</i> a	+	.	1.3	.	.	.	.	+	.	.	+	.	.	.	1.2
	h	.	+	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
<i>Lotus corniculatus</i>	.	.	.	.	1.2	+	.	+	.	.	.	.	.	.	.
<i>Brachypodium pinnatum</i>	2.1	3.3	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	1.3	2.2	.

FIGURENT EGALEMENT DANS CES RELEVES :

- 3 fois : *Rubus ulmifolius* (1,2,13) ; *Allium parviflorum* (2,13,14).
- 2 fois : *Aristolochia rotunda* (5,6) ; *Holcus mollis* (9,11) ; *Digitalis purpurea* var. *gyspergerae* (1,6) ; *Listera ovata* (9,12) ; *Trifolium pratense* (13,14) ; *Festuca gr. ovina* (13,14) ; *Holcus lanatus* (13,14) ; *Plantago lanceolata* (1,14).
- 1 fois : *Dactylorhiza maculata* (10) ; *Anthoxanthum odoratum* (7) ; *Teucrium chamaedrys* (14) ; *Pancreatum illyricum* (8) ; *Potentilla recta* (13) ; *Cistus salviifolius* (1) ; *Dactylis glomerata* (4) ; *Arrhenatherum elatius* subsp. *sardoum* (2) ; *Origanum vulgare* (14) ; *Silene vulgaris* (13) ; *Asplenium trichomanes* (14) ; *Hieracium umbrosum* (2) ; *Lathyrus pratensis* (13) ; *Inula conyza* (4) ; *Pinus laricio* (A) (13) ; *Agrostis stolonifera* (13) ; *Prunella vulgaris* (13) ; *Euphorbia insularis* (14) ; *Solidago virgaurea* (14) ; *Rhinanthus alectorolophus* (15) ; *Galium spurium* (4).

TABLEAU II - OENANTHO - QUERCETUM PUBESCENTIS
Suite

N° de relevé	:	1	2	3	4	5
Surface (m ²)	:	400	200	200	400	200
Recouvrement % arborescent	:	60	95	70	60	70
: arbustif	:	20	20	50	50	50
: herbacé	:	40	15	40	60	60
Pente (°)	:	15	15	20	30	30
Exposition	:	N	N	N	N	NNE
Altitude (m)	:	915	910	1050	1080	1090
Substrat	:	sch	sch	sch	sch	sch
<u>Espèce arborescente dominante, différentielle de la sous-association :</u>						
<i>Quercus pubescens</i> A	.....	4.4	3.4	4.4	4.4	3.4
a	.....	+	+	1.1	2.2	1.2
h	.....	1.1	+	1.1	1.1	1.1
<u>Caractéristiques et différentielles de l'association et du Lathyrion :</u>						
<i>Geranium nodosum</i>	.....	1.2	+	2.2	1.2	1.2
<i>Galium odoratum</i>	.....	1.2	+	1.2	2.2	2.2
<i>Mercurialis perennis</i>	.....	.	.	1.2	2.2	2.2
<i>Primula vulgaris</i>	.....	.	.	+	1.1	+
<u>Caractéristiques du Lathyrion veneti :</u>						
<i>Teucrium scorodonia</i>	.....	1.2	+	1.2	1.1	+
<i>Festuca heterophylla</i>	.....	1.2	+	2.2	2.2	1.2
<i>Polystichum setiferum</i>	.....	2.2	1.2	2.3	2.3	2.2
<i>Ilex aquifolium</i> A	.....	.	.	.	+	.
a	.....	2.2	2.2	3.3	2.2	2.3
h	.....	+	+	1.1	1.1	+
<i>Lathyrus venetus</i>	.....	.	.	1.2	1.2	1.2
<i>Cyclamen repandum</i>	.....	.	.	.	+	+
<i>Brachypodium sylvaticum</i>	.....	.	.	1.2	1.1	.
<i>Cyclamen hederifolium</i>	.....	.	.	.	+	+
<i>Cephalanthera longifolia</i>	.....	.	.	.	+	.
<i>Poa trivialis</i> subsp. <i>sylvicola</i>	.....	.	.	1.1	.	.
<i>Hypericum montanum</i>	.....	.	.	.	1.1	.
<i>Ostrya carpinifolia</i> a	.....	.	.	.	.	1.1
h	.....	.	.	.	.	+
<u>Caractéristiques des Fagetalia sylvaticae :</u>						
<i>Sanicula europaea</i>	.....	1.2	+	1.2	1.2	1.2
<i>Ranunculus lanuginosus</i>	.....	+	+	+	1.1	1.1
<i>Melica uniflora</i>	.....	1.2	+	1.2	+	.
<i>Mycelis muralis</i>	.....	1.1	.	+	.	.
<i>Galium rotundifolium</i>	.....	2.2	+	.	.	.
<i>Poa nemoralis</i>	.....	.	.	1.2	1.2	.
<i>Moehringia trinervia</i>	.....	1.2	+	.	.	.
<i>Acer pseudoplatanus</i> A	.....	.	.	.	.	1.3
h	.....	.	.	.	.	+
<i>Dryopteris borreeri</i>	.....	.	.	.	.	1.2
<i>Poa balbisii</i>	.....	.	.	1.2	.	.
<u>Caractéristiques des Querco-Fagetea et Querco-Fagea :</u>						
<i>Hedera helix</i>	.....	1.2	1.2	1.3	1.2	1.2
<i>Helleborus lividus</i> subsp. <i>corsicus</i>	.....	1.1	+	1.1	+	+
<i>Hepatica nobilis</i>	.....	1.2	+	2.2	1.2	.
<i>Luzula forsteri</i>	.....	+	+	.	1.1	+
<i>Crataegus monogyna</i> a	.....	+	+	.	2.2	.
h	.....	+	+	.	+	.
<i>Fraginus ornus</i> A	.....	.	.	.	1.1	.
a	.....	.	.	.	+	1.2
h	.....	.	.	.	.	+
<i>Fragaria vesca</i>	.....	.	.	.	+	1.1
<i>Viola riviniana</i>	.....	.	.	.	1.1	+
<i>Potentilla micrantha</i>	.....	.	.	.	1.1	1.1
<i>Hieracium</i> gr. <i>marorum</i>	.....	.	.	.	1.1	1.1
<i>Clinopodium vulgare</i>	.....	.	.	+	.	.
<i>Geranium robertianum</i>	.....	.	.	+	.	.
<u>Compagnes :</u>						
<i>Pteridium aquilinum</i>	.....	2.2	+	2.1	2.2	1.1
<i>Rubus</i> sp.	.....	1.2	+	2.2	1.1	1.2
<i>Asplenium onopteris</i>	.....	+	+	+	1.1	.
<i>Quercus ilex</i> A	.....	+	3.3	.	.	.
a	.....	1.1	1.1	+	1.1	.
h	.....	+	+	.	.	.
<i>Erica arborea</i> a	.....	.	.	1.1	1.2	+
h	.....	.	.	+	+	.
<i>Crucifata glabra</i>	.....	+	.	.	1.1	.
<i>Lotus corniculatus</i>	.....	.	.	.	+	.
<i>Galium spurium</i>	.....	+	.	.	.	.

TABLEAU III - ASPERULO - TAXETUM QUERCETOSUM PUBESCENS

Recherches sur la dynamique de la nappe aquifère d'une dune à pins pignons (*Pinus pinea* L.) en petite Camargue

P. HEURTEAUX*
M. IBRAHIM**
M. RAPP***

RESUME - Sous la forêt de Pins pignons étudiée ici, installée sur sables dunaires, la nappe aquifère reste proche de la surface du sol en permanence et, de ce fait, joue un rôle direct important dans l'alimentation en eau des arbres. La dynamique de la nappe aquifère est sous la dépendance de l'antagonisme précipitations-évapotranspiration qui induit des oscillations saisonnières du niveau piézométrique, mais dont l'action est régulée par un canal tributaire du Rhône, qui longe le site et fonctionne alternativement en drainage l'hiver et en irrigation l'été. La recharge estivale de la nappe favorise la ponction directe par les arbres qui peuvent ainsi consommer beaucoup plus d'eau que n'en apportent les pluies.

À l'aide d'un réseau de limnigraphes et de piézomètres, les auteurs ont suivi, de 1976 à 1978, la dynamique propre de la nappe et les échanges nappe-canal, après avoir déterminé expérimentalement la conductivité hydraulique ($k = 7 \text{ m.j}^{-1}$) et la porosité de drainage ($S = 15\%$) du matériau sableux. L'évolution saisonnière et spatiale de la salinité des eaux souterraines a également été suivie. Elle révèle une légère influence de l'environnement salin sur l'aquifère superficiel ($S = 1,3 \text{ g.l}^{-1}$) et elle confirme l'importance de l'influence du canal sur la nappe.

SUMMARY - The study area is a *Pinus pinea* forest grounded on sand dunes with a shallow fresh aquifer. Thereby, ground waters take a prominent part in direct water supply of trees. The dynamics of the aquifer depends on the antagonistic action of rains and evapotranspiration which induces seasonal variations in the groundwater level. However, these variations are buffered by the effects of a canal running nearby the study area, which is alternately used for drainage in winter and for irrigation in summer. The summer recharge of the aquifer by the canal promotes direct uptake from the water table by trees and, as a result, water consumption is exceeding rain supply.

From 1976 to 1978, the authors, using water stage recorders, piezometers and permeameters, studied the hydraulic conductivity ($k = 7 \text{ m.j}^{-1}$) and the storage coefficient ($S = 15\%$) of sand material, and then, the natural dynamics of the ground waters and aquifer-canal exchanges. They also studied seasonal and spatial evolution of the salinity of the ground waters. This shows a slight influence of the saline environment upon the shallow aquifer ($S = 1,3 \text{ g.l}^{-1}$) and confirms the important influence of the canal upon the ground waters.

MOTS CLES : Camargue, *Pinus pinea*, aquifère dunaire.

* CNRS, Centre d'écologie de Camargue, Le Sambuc, 13200 ARLES, France.

** Centre universitaire de Tizi-Ouzou, Institut de biologie, Hasnaoua, TIZI OUZOU, Algérie.

*** CNRS, Centre d'études phytosociologiques et écologiques Louis Emberger, BP 5051, 34033 MONTPELLIER CEDEX, France.

INTRODUCTION

Dans les écosystèmes côtiers, les eaux souterraines, par suite de leur faible profondeur, participent souvent activement à l'alimentation du tapis végétal. Cette contribution à l'économie de l'eau de l'écosystème se fait le plus souvent par remontée capillaire de la surface de la nappe vers les zones colonisées par les appareils racinaires. Dans certains cas, elle peut être encore plus directe, par ponction immédiate grâce au développement d'un chevelu racinaire à la surface de la nappe même. Dans les deux cas, la connaissance des mécanismes hydrologiques conditionnant le fonctionnement et les fluctuations de la nappe phréatique, sont d'une importance primordiale pour expliquer la disponibilité de l'eau pour les racines.

Le présent travail se propose d'étudier ces mécanismes et leurs conséquences sous un peuplement à Pins pignons (*Pinus pinea* L.) de Petite Camargue.

Le système hydrologique du site étudié est complexe du fait de l'interférence successive ou simultanée de processus dont les uns sont propres à toutes les nappes aquifères, alors que d'autres sont dûs à l'évaporation du couvert forestier ou à des activités humaines sur le milieu environnant (irrigation des cultures, gestion des marais et étangs). Ces processus induisent une succession de fluctuations journalières et saisonnières de la surface piézométrique dont nous allons tenter d'élucider les causes ainsi que les effets sur le système sol-plante.

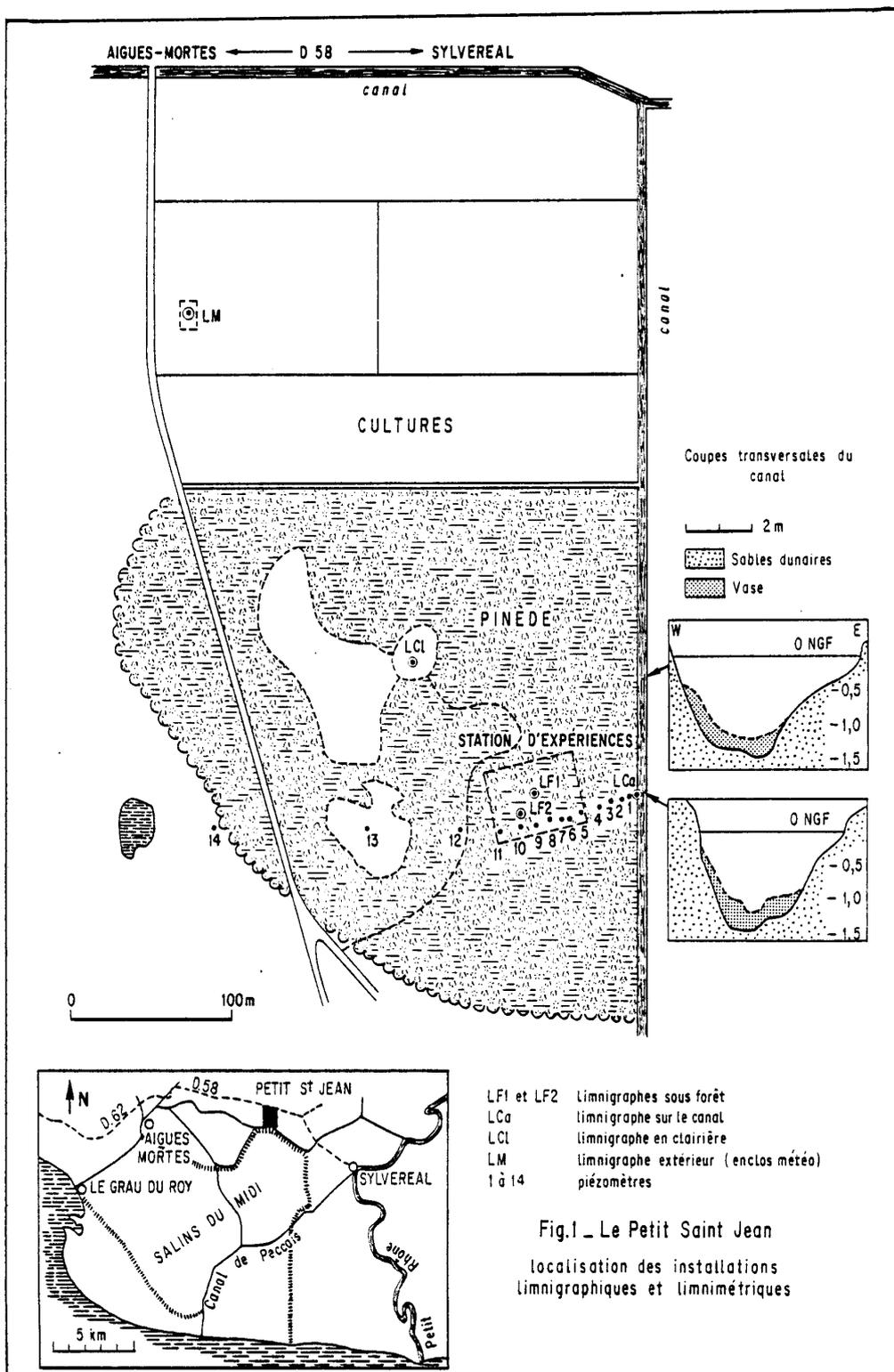
SITUATION DU SITE EXPÉRIMENTAL

La station étudiée est située près du rivage méditerranéen, à 15 km de la mer, entre Aigues-Mortes et le Petit Rhône, au lieu-dit "Petit Saint Jean" (fig.1). Elle occupe un de ces lambeaux boisés qui témoignent de l'existence passée d'une vaste forêt de Pins pignons, dénommée "Sylve royale", installée sur les vestiges d'un puissant cordon littoral sableux orienté d'Est en Ouest, édifié au cours du Quaternaire récent. Cette forêt a peu à peu cédé le pas à des cultures, ce qui a nécessité des nivellements qui ont considérablement aplani le modelé originel. L'axe médian est à une cote uniforme voisine de +2 m NGF. La station étudiée occupe sur le flanc Sud une zone où la morphologie dunaire reste relativement tourmentée avec des cotes comprises entre +1 et +4 m NGF.

L'ancien cordon littoral quaternaire est limité au Nord par les marais de la Souteyrane, aménagés pour la culture et ayant subi de profonds remaniements hydrauliques. Au Sud, des dépôts deltaïques à tendance limoneuse, reposant sur des sables marins, constituent une vaste zone marécageuse saumâtre, à une cote proche du niveau de la mer. Les eaux souterraines y sont fortement salées (par exemple, 45 g.l⁻¹ de sels totaux au lieu-dit "Canavérier" au SW de la station expérimentale). Cette nappe salée s'enfonce sous le cordon dunaire et supporte par différence de densités une lentille d'eau douce d'origine pluviale.

Toute la région est sillonnée par un réseau de canaux qui communique avec le Petit Rhône à l'amont et les canaux de Beaucaire et de Peccais à l'aval et qui fonctionne alternativement en irrigation l'été et en drainage l'hiver. Les canaux entaillent le matériau sédimentaire sableux et les plus importants d'entre eux atteignent l'aquifère. Ce réseau hydrographique artificiel, par ses échanges avec la nappe, influe considérablement sur la qualité et la dynamique des eaux souterraines originelles.

Le site expérimental est bordé sur sa face Est par un de ces canaux importants, dont l'action sur la nappe complique l'analyse des processus hydrodynamiques. Ce canal est un ouvrage de 6 à 8 m d'ouverture, de section transversale irrégulière d'environ 6 m de périmètre mouillé à la cote zéro NGF et qui atteint la cote -1,50 m NGF au plus profond du chenal. Les débris végétaux s'y accumulent et s'y décomposent; le fond sableux est ainsi tapissé d'une couche de vase fluide de 10 à 40 cm d'épaisseur; l'ouvrage n'est pas pour autant colmaté et les échanges avec la nappe aquifère sont possibles, soit de la nappe vers le canal en hiver, soit, à l'inverse, du canal vers la



nappe en été, lorsque le canal est maintenu en charge par les apports rhodaniens. Les niveaux de l'eau dans le canal suivent dans leurs grandes lignes les variations du niveau des eaux souterraines, mais ils sont affectés de variations à court terme, brusques et chaotiques, provoquées par des manipulations incontrôlables et imprévisibles de vannes en amont et en aval de la station (fig. 6).

MÉTHODES D'ÉTUDE DE LA NAPPE AQUIFÈRE

La dynamique de l'eau dans l'aquifère a été étudiée à l'aide de limnigraphes et de piézomètres, et en déterminant expérimentalement la conductivité hydraulique du sable.

-Limnigraphes

Cinq enregistreurs de niveau ont été installés. Quatre l'ont été sur la nappe aquifère (2 sous forêt dans l'enceinte même du plateau, un à découvert dans une clairière proche du plateau, et un hors de la zone boisée). Le cinquième appareil a été placé sur le canal mentionné ci-dessus pour connaître le détail de ses variations de niveau.

-Piézomètres

Seize tubes piézométriques ont été implantés sur le site dont 12 en alignement à partir du canal. Des relevés hebdomadaires de niveaux en 1976,77 et 78, ont permis de suivre certains aspects de la dynamique de la nappe, notamment ses rapports avec le canal. Des prélèvements d'eau ont permis d'étudier les variations saisonnières de la composition ionique des eaux souterraines.

Les piézomètres, ainsi que les puisards des limnigraphes, sont en communication avec les eaux souterraines par leur seule section inférieure, située pour tous les appareils entre -0,50 et -1 m NGF, c'est-à-dire pratiquement dans le même horizon de l'aquifère (fig.7).

-Conductivité hydraulique

Des mesures ont été faites suivant la méthode préconisée par URBAIN (in BRAJNIKOV et al. 1943) sur des colonnes de sable non remaniées, prélevées par carottage.

Des essais ont porté sur des échantillons prélevés dans une fosse, horizontalement à l'aide de cylindres métalliques de 10 cm de diamètre et 50 cm de génératrice, enfoncés sous la pression d'un vérin. Trois niveaux ont été prospectés dans la zone fréquemment saturée, à -0,80 m, -1 m et -1,20 m, c'est-à-dire aux cotes NGF +0,30 m, +0,10 m et -0,10 m.

D'autres essais ont été faits sur des échantillons prélevés au fond du canal, à l'aide d'un carottier de 4,5 cm de diamètre.

Dans la zone non saturée du sol, l'évolution des profils hydriques a été suivie pour un certain nombre de stations fixes, à l'aide d'un humidimètre à neutrons. Huit tubes d'accès de la sonde de l'humidimètre ont été implantés à 1,50 m de profondeur, tous les 10 mètres, perpendiculairement au canal; dix autres tubes ont servi à des études particulières comme le rôle des arbres sur l'humidité du sol, le calcul de la conductivité hydraulique en milieu non saturé, etc. Des mesures hebdomadaires ont été faites en 1976, 77 et 78.

RÉSULTATS ET DISCUSSION

I - LES CARACTÉRISTIQUES HYDRAULIQUES DU MATÉRIAU SÉDIMENTAIRE DANS L'AQUIFÈRE

1 - Le sable constituant le substrat du site étudié a une texture fine à moyenne. En poids, les sables fins représentent toujours plus de 50% de l'ensemble, et les sables fins et moyens plus de 90%. L'arrangement des particules élémentaires sous l'effet du tassement entraîne, de 0,20 m à 1,20 m de profondeur, une augmentation de la densité apparente (1,3 à 1,5) et une diminution de la porosité volumique totale (48 à 42%) (IBRAHIM, 1979).

Un horizon IIA, riche en substances organominérales fines (environ 20% du poids) d'origine palustre, de 15 à 30 cm d'épaisseur, s'intercale dans les sables dunaires à une profondeur qui varie avec la topographie (de l'affleurement à -2 m). La cote au toit est à quelque +0,70 m NGF. La densité apparente de ce matériau est élevée (1,51 en moyenne) et la porosité totale est relativement faible (42%). Ce niveau, moins perméable que les sables et qui, à pF égal, retient mieux l'eau, crée une hétérogénéité. Mais celle-ci ne gêne guère l'analyse et l'interprétation des phénomènes hydrodynamiques dans la mesure où ce niveau se situe généralement dans la zone non saturée du sol.

2 - La conductivité hydraulique (ou perméabilité) dans la zone saturée.

Pour quantifier les flux d'eau dans l'aquifère, deux paramètres sont particulièrement utiles à connaître: la perméabilité et la porosité de drainage.

La perméabilité k d'un matériau saturé d'eau dépend du module des vides, de la forme des grains ainsi que de la teneur en électrolytes de l'eau. Elle conditionne avec le gradient hydraulique (perte de charge), la vitesse de circulation de l'eau dans le sol: $v = k.i$. Le gradient hydraulique i n'a pas de dimension, de ce fait k a celle d'une vitesse et s'exprime en cm sec^{-1} , en cm.jour^{-1} ou en m.jour^{-1} . Compte tenu de la texture des sables du Petit Saint Jean, on peut s'attendre à des valeurs de la perméabilité comprises entre 10^{-2} et $10^{-3} \text{ cm sec}^{-1}$ (de GELIS 1956, CASTANY 1967).

Les mesures faites sur la dune indiquent des valeurs de k croissant avec la profondeur: $0,41.10^{-2} \text{ cm sec}^{-1}$ à -0,80 m; $0,57.10^{-2}$ à 1 m et $0,87.10^{-2}$ à 1,20 m. Ce gradient peut être dû à la migration vers le bas d'éléments fins provenant de l'horizon IIA, situé ici entre 0,40 m et 0,70 m de profondeur.

Sous le canal, près du bord à -0,30 m NGF, en l'absence de vase, $k = 0,73.10^{-2} \text{ cm sec}^{-1}$. Au fond de l'ouvrage, à -1,30 m NGF sous 15 cm de vase, les sables conservent une perméabilité élevée: $k = 0,16.10^{-2} \text{ cm sec}^{-1}$.

Compte tenu de ces résultats, il semble raisonnable d'adopter comme valeur moyenne de la conductivité hydraulique pour l'ensemble du site d'étude $k \approx 0,80.10^{-2} \text{ cm sec}^{-1}$ soit environ 7 m par jour. Il est d'ailleurs remarquable que cette valeur est très proche de celle obtenue par IBRAHIM (1979) en extrapolant à la zone saturée (45% d'humidité volumique) des mesures de la conductivité hydraulique dans la zone non saturée du sol à -0,60 et -0,90 m, faite par la méthode du drainage interne préconisée par GARDNER (1970).

3 - Le coefficient d'emmagasinement ou porosité de drainage

L'eau du sol est rangée en deux catégories suivant qu'elle réagit ou non à l'action de la pesanteur. L'eau de rétention n'est pas déplacée à la pression atmosphérique, c'est l'ensemble de l'eau hygroscopique, de l'eau pelliculaire et de l'eau capillaire isolée (ou suspendue). La capacité au champ est la quantité maximale d'eau

de rétention qu'un sol peut contenir après ressuyage complet d'une pluie ou d'une irrigation.

L'eau de la nappe aquifère sature toute la porosité du sédiment et se déplace sous l'action de la pesanteur. Dans la frange capillaire qui surmonte la nappe, toute la porosité capillaire est saturée. L'eau capillaire continue (ou soutenue) qui occupe les pores capillaires les plus gros, subit l'action de la pesanteur et suit la nappe dans des mouvements ascendants ou descendants. Ici, la frange capillaire occupe une tranche de sol d'environ 50 cm au-dessus de la nappe (THEOLAIRE 1978). L'eau gravifique (ou eau libre) remplit les pores les plus gros qui constituent la porosité de drainage ou porosité efficace. Dans les sables dunaires, cette porosité est habituellement comprise entre 10 et 20% du volume des vides (CASTANY 1967).

La mesure *in situ* de la porosité de drainage n'est guère aisée. Elle requiert la mise en oeuvre de techniques hydrogéologiques complexes et coûteuses (analyse des courbes de descente de la nappe provoquée par pompage à débit constant dans un puits atteignant le mur de la nappe). En principe, l'eau gravifique et l'eau capillaire soutenue devraient pouvoir être extraites de colonnes de sol par simple action de la pesanteur, mais les expériences faites par KING à la fin du siècle dernier (in SCHOELLER 1962), montrent qu'un tel égouttement peut demander plusieurs années.

Nous avons tenté de chiffrer la porosité de drainage du sédiment *in situ*, par l'interprétation, à partir des limnigrammes, de l'évolution du niveau piézométrique de la nappe sous l'action de pluies de hauteur connue. Cette approche est soumise à un certain nombre de conditions:

- la quantité de pluie arrivant au sol doit être connue avec précision,
- la matériau sédimentaire doit être homogène dans la zone de remontée de la nappe,
- les mouvements latéraux des eaux souterraines doivent, au moment de la mesure, être négligeables par rapport aux mouvements verticaux,
- les charges dans la nappe superficielle et la nappe salée porteuse doivent évoluer de la même façon,
- la litière et la porosité capillaire dans la zone d'aération du sol doivent être saturées au moment de la mesure, ce qui implique une distribution temporelle des pluies particulière, par exemple, il faut deux périodes de pluie successives, la première assurant cette saturation et la seconde n'intervenant que dans le remplissage de la porosité de drainage.

Cette dernière condition limite le nombre de cas où le calcul du coefficient d'emmagasinement est possible. D'autre part, les enregistrements des niveaux de nappe hors forêt présentant des imperfections, ce calcul a dû être fait sous forêt. Or sous forêt, l'intégralité des pluies incidentes n'atteint pas le sol. Pour chiffrer la quantité d'eau susceptible d'alimenter la nappe, on a tenu compte du coefficient d'interception déterminé expérimentalement (RAPP & IBRAHIM 1978). Ce coefficient est une valeur moyenne, et pour chaque cas étudié, il peut y avoir une légère différence en plus ou en moins entre les hauteurs vraies et calculées de la pluie arrivant au sol.

Soit h la hauteur de pluie alimentant la nappe et h' l'élévation de la nappe induite par cette pluie, le coefficient d'emmagasinement S est donné par la formule

$$S\% = \frac{h}{h'} \times 100$$

Cinq cas ont été étudiés, trois concernent le seul horizon sableux IIC entre -0,90 et -1,20 m, un inclut l'horizon IIC et la totalité de l'horizon IIA, le cinquième se situe à la limite inférieure de l'horizon fin IIA. Dans les trois premiers cas, les valeurs obtenues pour S sont 15,2, 16 et 17,8% (fig. 2). Dans le quatrième cas la valeur de S est nettement plus faible: 11,2% et dans le cinquième cas, elle est

intermédiaire: 13,5%. L'influence de l'horizon fin dont la porosité de drainage est bien inférieure à 10% se fait sentir dans les deux derniers cas.

Compte tenu des imperfections de la méthode, le coefficient d'emmagasinement ainsi calculé représente plus un ordre de grandeur qu'une valeur absolue. Il paraît raisonnable d'adopter une valeur moyenne de S de 15% pour l'horizon sableux IIC, siège de la plupart des phénomènes hydrodynamiques souterrains.

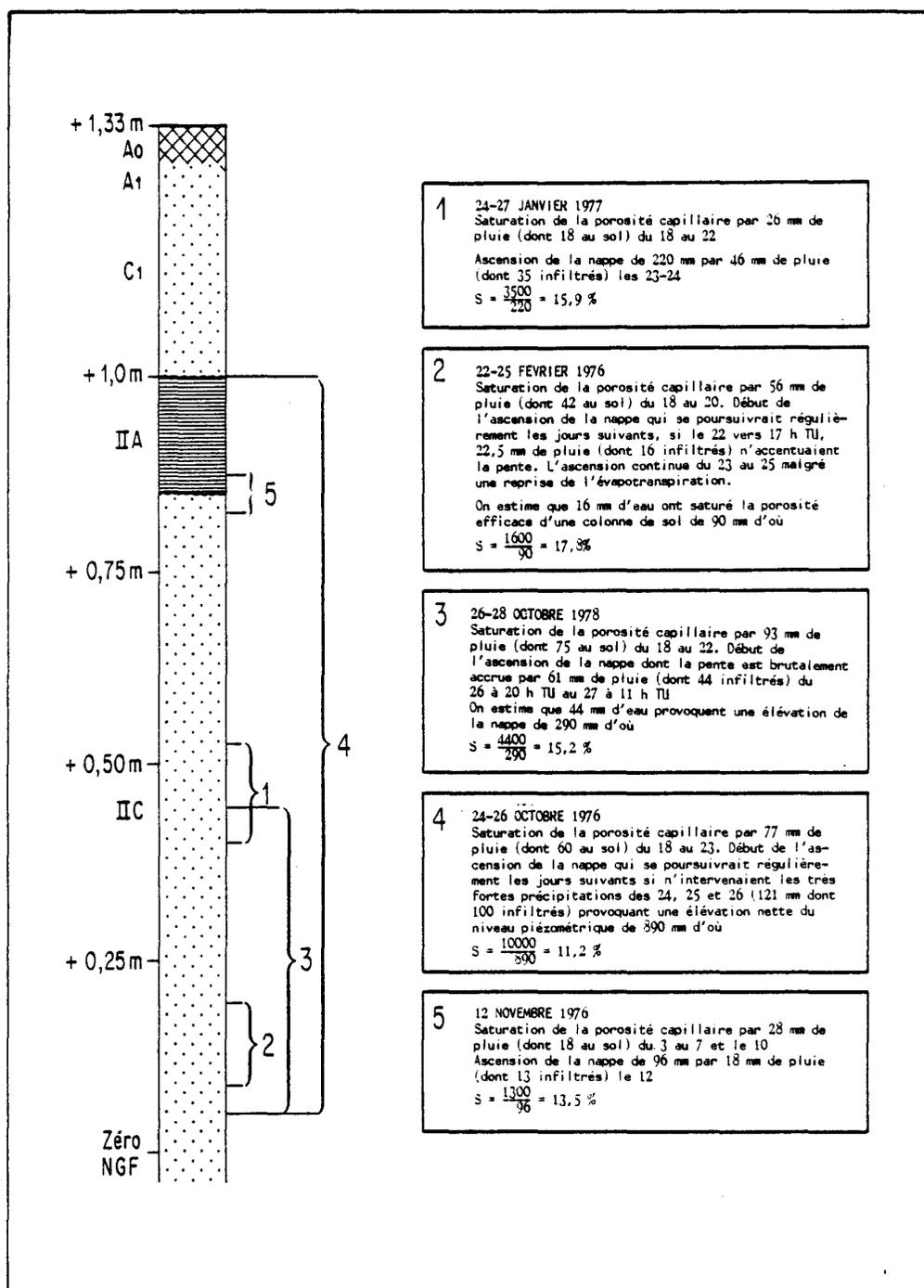


Fig. 2 - Détermination expérimentale du coefficient d'emmagasinement S sous la pinède au niveau du limnigraphe LF1.

II - CARACTÉRISTIQUES HYDRODYNAMIQUES ET CHIMIQUES DE LA NAPPE AQUIFÈRE SUPERFICIELLE

1 - Aspects physiques

Les variations saisonnières du niveau de la nappe aquifère ont été enregistrés en 1976, 77 et 78 (Fig. 3). Le niveau moyen de la nappe ne descend guère en dessous de 3 m sous les parties les plus hautes du site étudié. Cette faible profondeur de la nappe a plusieurs conséquences:

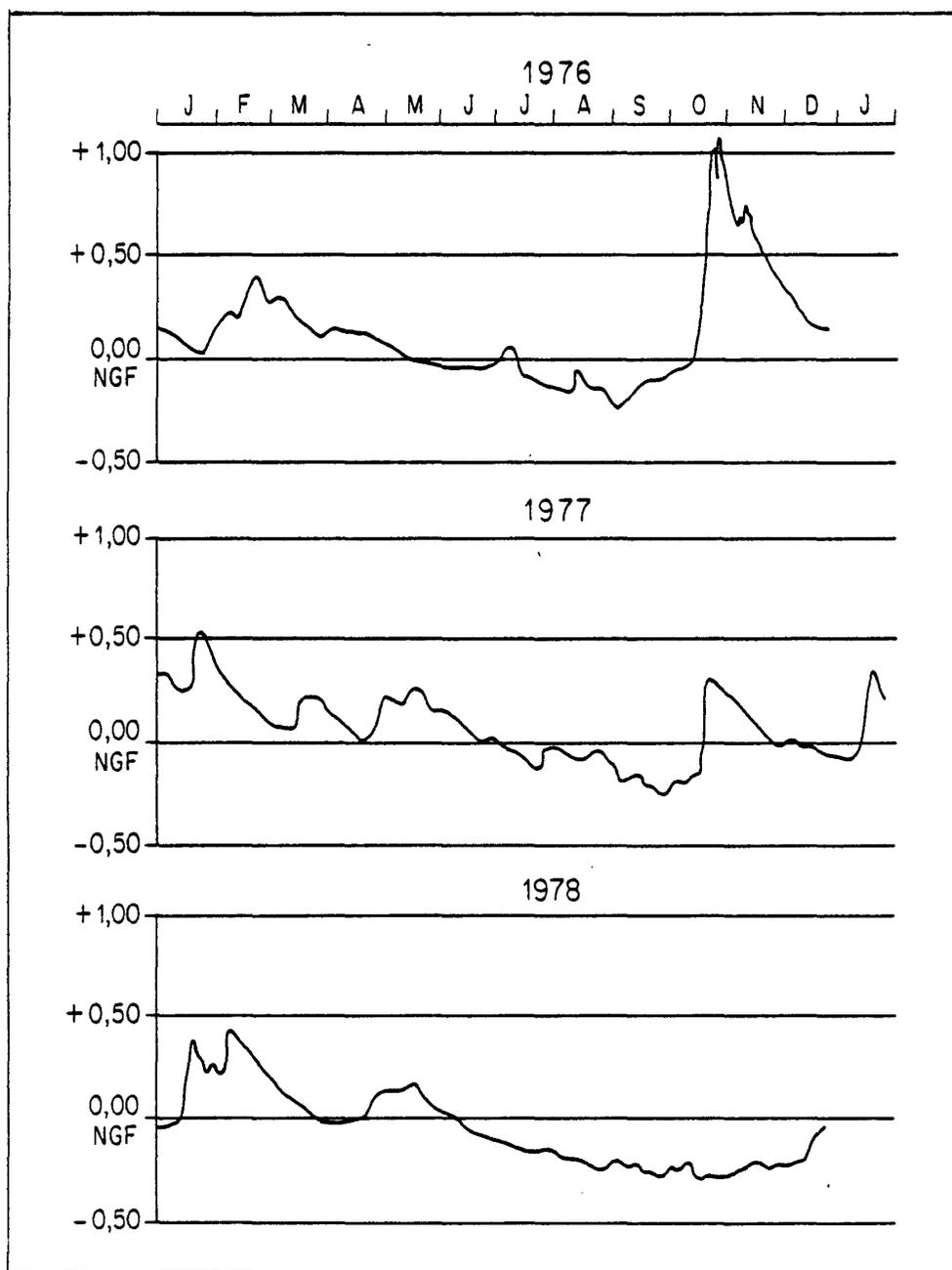


Fig. 3 - Evolution du niveau piézométrique de la nappe aquifère sous la pinède du Petit Saint Jean en 1976, 1977 et 1978.

- les pluies importantes alimentent les eaux souterraines provoquant l'ascension parfois brutale du niveau piézométrique et maintenant une faible minéralisation au toit de la nappe,
- en toute saison, la nappe peut alimenter la végétation et notamment remédier à l'insuffisance des pluies en été. Cette utilisation provoque un abaissement estival du niveau piézométrique.
- l'important canal N-S qui longe la face orientale du plateau expérimental entaille largement l'aquifère et contribue à réguler les variations de niveau de la nappe.

Soumise à l'action antagoniste des précipitations et de l'évapotranspiration, la nappe aquifère est marquée par des fluctuations saisonnières avec des cotes minimales en été et maximales en hiver. Sous le site étudié, l'amplitude moyenne de ces fluctuations reste relativement faible, de l'ordre de 50 cm, inférieure à ce qu'on pourrait attendre du seul jeu des précipitations et de l'évapotranspiration. Ainsi, les très fortes pluies d'octobre 1976 (pluie incidente 216 mm du 18 au 29) provoquent une crue de nappe, mais celle-ci est rapidement résorbée (fig. 3).

Nous manquons d'information sur la structure et la dynamique de l'aquifère profond pour pouvoir analyser en détail les causes de cette régulation. Le rééquilibrage permanent des charges entre la nappe superficielle d'eau douce et sa nappe porteuse salée peut intervenir ainsi que le fonctionnement alternatif du canal en irrigation et en drainage. La différence d'amplitude saisonnière enregistrée en 1977 entre deux points de la nappe situés respectivement à 140 et 65 m du canal (fig. 4) et l'inversion de la pente du profil piézométrique sous le plateau expérimental entre l'hiver et l'été (fig. 5 et 6) témoignent de l'influence du canal sur la nappe. Toutefois, le gradient hydraulique est trop faible ($i \leq 0,005$) et la perméabilité du matériau sableux trop petite ($k = 7 \text{ m.j}^{-1}$) pour expliquer le transfert à plusieurs dizaines de mètres du canal et peut-être même plus loin, d'importants volumes d'eau. Nous pensons que les échanges nappe-canal se font pour l'essentiel par des chenaux ou des lits d'un matériau

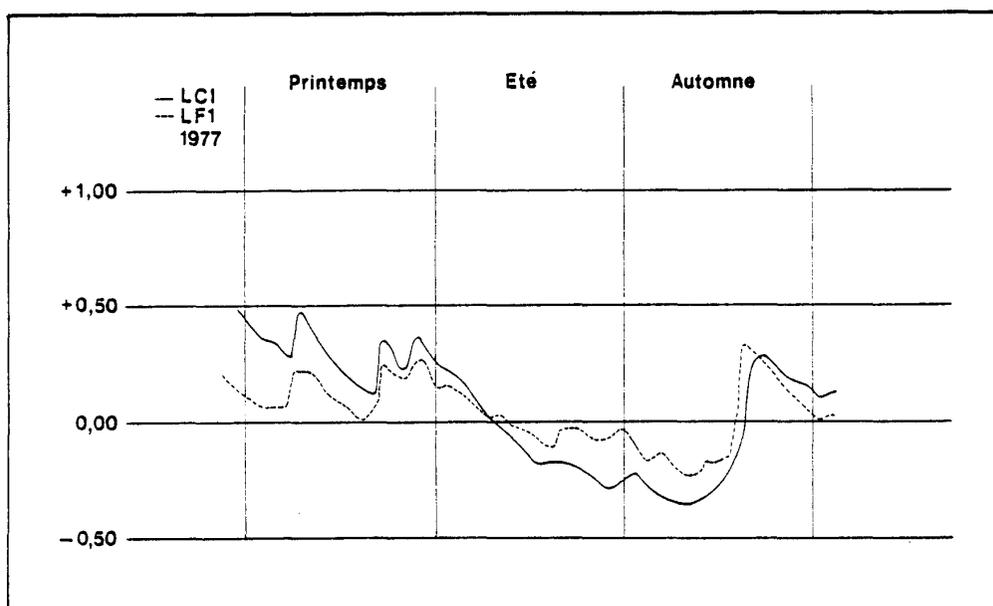


Fig. 4 - Comparaison des niveaux de la nappe aquifère du Petit Saint Jean en deux points situés à 140 m (LC1) et à 65 m (LF1) à la perpendiculaire du canal, montrant le rôle tampon que joue celui-ci sur l'amplitude saisonnière des niveaux.

plus perméable que le sable dunaire. Il existe en effet au sein des dunes des accumulations de galets plats de quartzite, de calcaire et de schistes provenant du remaniement de fragments de roches arrachés au massif des Costières et charriés jusqu'au rivage holocène par des torrents dont le Vistre et le Vidourle sont les témoins assagis (DUBOUL-RAZAVET 1959). Sur le site du Petit Saint Jean, à l'occasion des forages effectués pour les installations piézométriques, il nous est arrivé de rencontrer vers la cote -1,50 m NGF, de tels galets de la taille des graviers.

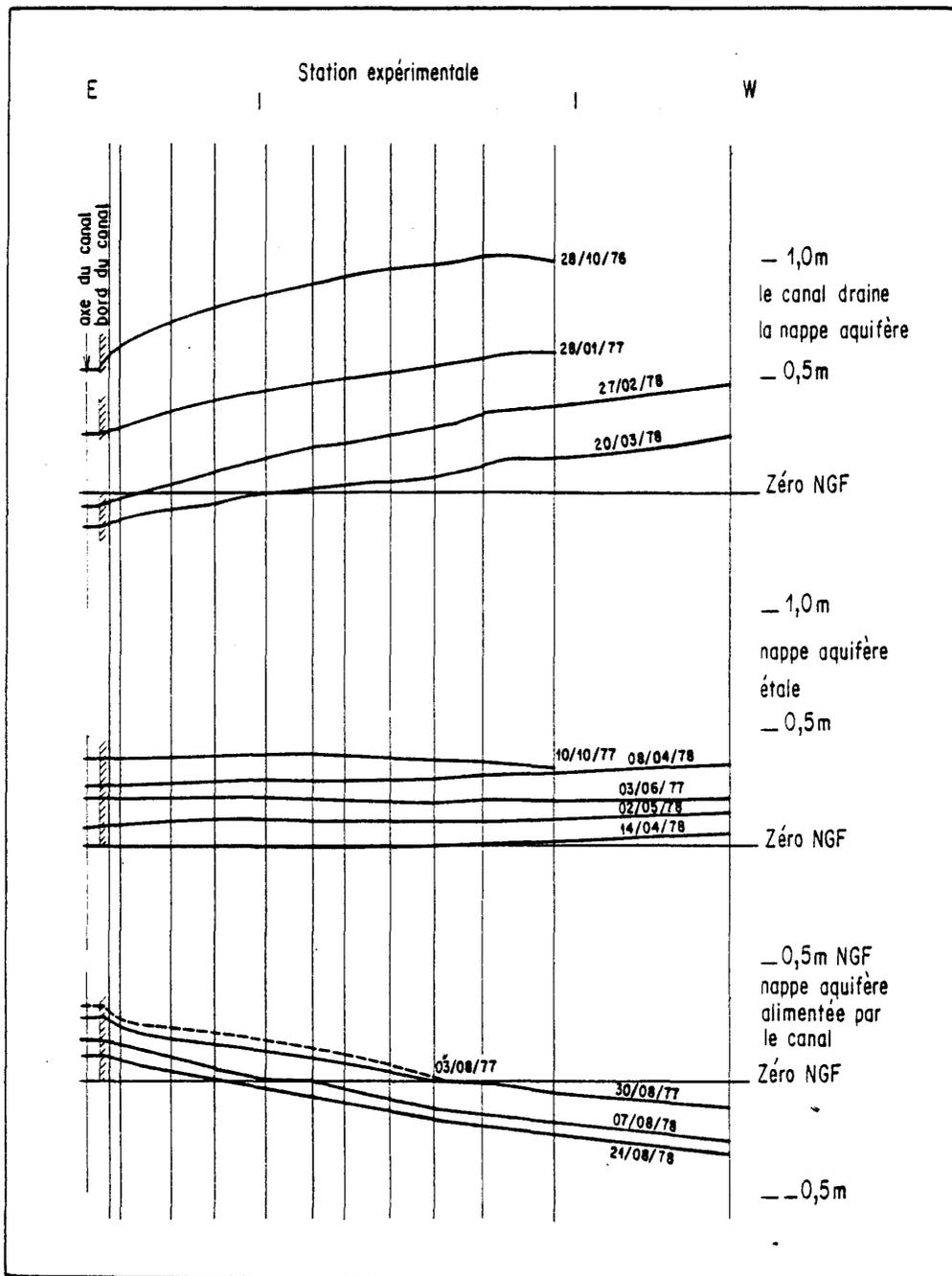


Fig. 5 - Profils du niveau piézométrique de la nappe aquifère sous la pinède à partir du canal au niveau de l'alignement des piézomètres, mettant en évidence l'influence du canal sur la nappe.

2 - Aspects chimiques

Bien qu'elles soient d'origine pluviale et rhodanienne, les eaux souterraines du Petit Saint Jean n'échappent pas totalement à l'influence de l'environnement salin. Leur minéralisation totale reste relativement faible toute l'année, mais le caractère chloruré-sodique est constant comme le montrent deux séries d'analyses faites sur des échantillons d'eau prélevés en été (24 août 1977) et en hiver (6 février 1978) (tableaux I et II).

Dans la zone d'aération du sol, la salinité subit d'assez fortes variations spatiales et temporelles; les sels se concentrent en été dans l'horizon organominéral IIA et dans la partie sous-jacente de l'horizon IIC jusqu'à -1m, l'hiver, ils sont entraînés en profondeur par les pluies (IBRAHIM & RAPP 1979). La nappe aquifère présente également des variations de salinité, spatiales et temporelles, auxquelles ne semblent pas étrangères l'action du canal et la lixiviation du sol par les pluies. La salinité moyenne de la nappe entre -0,50 et -1,00 m NGF est de $1,30 \text{ g.l}^{-1}$ de sels totaux ($n = 25$) dont quelque 54% de chlorure de sodium. Les salinités extrêmes sont de $0,58$ et $2,90 \text{ g.l}^{-1}$.

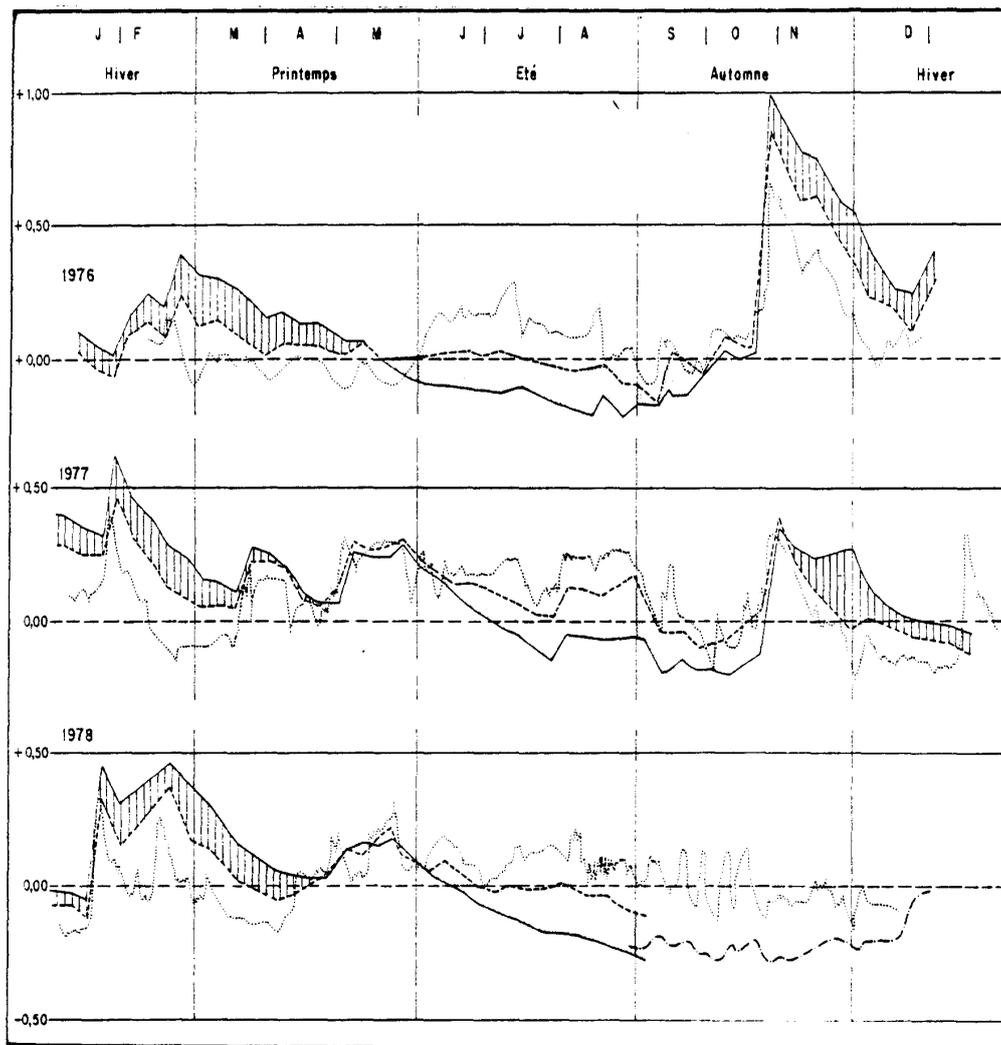


Fig. 6 - Evolution saisonnière des niveaux du canal (trait pointillé) et de la nappe aquifère sous le site étudié (entre les piézomètres 11 - trait plein - et 5 - trait tireté -) montrant la périodicité de l'inversion de la pente de la nappe à la perpendiculaire du canal. La pente est généralement décroissante à partir du canal de mai à octobre (en grisé) et généralement croissante de novembre à avril (en hachures verticales). A partir de l'automne 1978, le trait point-tireté indique le niveau de la nappe au limnigraphe LF1.

Tableau J - Chimie des eaux souterraines sous la station étudiée et de l'eau du canal en été (24 août 1977).

	Canal	p i é z o m è t r e s											LF1	LF2
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10*	11		
pH	7,4	7,9	7,8	7,9	8,0	7,8	7,8	8,0	7,5	8,0		7,4	8,4	7,7
C mS cm ⁻¹ 20°C	0,45	1,01	1,74	1,60	1,14	1,12	1,18	1,06	1,88	1,14		4,35	2,26	2,41
Salinité totale g l ⁻¹	0,28	0,69	1,17	1,07	0,75	0,67	0,76	0,70	1,20	0,74		3,03	1,37	2,93
Total anions en mé l ⁻¹	4,85	10,59	18,93	17,48	11,62	11,64	11,82	11,04	19,60	11,47		50,88	22,40	48,64
HCO ₃ ⁻ mé l ⁻¹	2,58	3,47	3,03	3,00	2,94	4,09	2,86	2,50	3,36	2,85		4,16	5,56	3,92
Cl ⁻ mé l ⁻¹	1,41	5,62	12,60	11,64	6,72	6,58	7,52	7,16	14,04	7,13		42,00	14,44	38,47
SO ₄ ⁻ mé l ⁻¹	0,86	1,50	3,30	2,84	1,93	0,97	1,44	1,38	2,20	1,49		4,72	2,40	6,25
Total cations en mé l ⁻¹	5,10	10,53	17,93	16,47	11,69	11,84	11,98	11,38	18,75	11,48		45,88	18,51	47,35
Ca ⁺ mé l ⁻¹	2,92	3,48	5,00	5,60	3,78	3,89	4,38	4,11	7,25	4,94		18,54	1,10	11,45
Mg ⁺ mé l ⁻¹	0,92	1,75	2,14	2,49	1,74	1,48	1,70	2,14	2,24	1,75		4,51	2,54	3,58
Na ⁺ mé l ⁻¹	1,21	5,22	10,65	8,26	6,09	6,41	5,76	5,04	9,13	5,04		26,96	14,61	32,17
K ⁺ mé l ⁻¹	0,05	0,08	0,14	0,12	0,08	0,06	0,14	0,09	0,13	0,15		0,22	0,26	0,15

* échantillon perdu

Tableau II - Chimie des eaux souterraines sous la station étudiée et de l'eau du canal en hiver (6 février 1978).

	Canal	p i é z o m è t r e s											LF1	LF2
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11		
pH	7,9	8,3	8,1	7,9	8,0	7,8	7,9	7,9	7,8	7,8	7,7	7,6	8,0	8,2
C mS cm ⁻¹ 20°C	2,01	0,60	0,82	1,15	1,61	2,27	1,51	1,77	1,97	1,74	4,20	3,21	3,10	4,05
Salinité totale g l ⁻¹	1,33	0,48	0,59	0,86	1,18	1,57	1,05	1,24	1,36	1,30	2,00	1,49	2,12	2,58
Total anions en mé l ⁻¹	20,92	6,87	9,04	13,13	18,92	25,66	16,24	19,52	21,78	20,05	33,10	23,42	33,64	41,80
HCO ₃ ⁻ mé l ⁻¹	5,20	3,92	3,56	4,24	3,42	3,67	4,24	4,32	4,28	4,92	4,83	4,70	5,66	3,70
Cl ⁻ mé l ⁻¹	13,82	2,30	4,60	7,30	12,70	18,40	10,97	12,40	14,60	13,13	21,57	14,17	24,30	33,60
SO ₄ ⁼ mé l ⁻¹	1,90	0,65	0,88	1,59	2,80	3,50	1,03	2,80	2,90	2,00	6,70	4,55	3,68	4,50
Total cations en mé l ⁻¹	20,82	6,18	8,22	12,68	18,53	24,62	16,66	18,92	20,80	20,70	29,67	22,72	33,04	43,76
Ca ⁺ mé l ⁻¹	5,72	2,47	3,31	2,78	5,50	6,41	5,02	5,63	5,52	6,35	11,49	8,08	5,39	9,17
Mg ⁺ mé l ⁻¹	3,21	1,11	1,62	2,15	2,92	3,07	2,27	2,36	2,06	2,26	3,22	2,14	3,73	3,34
Na ⁺ mé l ⁻¹	11,55	2,49	3,17	7,61	9,95	15,03	9,13	10,76	13,13	11,95	14,88	12,42	21,75	31,13
K ⁺ mé l ⁻¹	0,34	0,11	0,12	0,14	0,16	0,11	0,24	0,17	0,09	0,14	0,08	0,08	2,17	0,12

La salinité totale et la composition ionique de l'eau du canal varient très nettement suivant les saisons. L'été, le canal reçoit de l'eau du Rhône, la minéralisation est faible ($0,28 \text{ g l}^{-1}$ le 27 août 1977) et il y a une augmentation relative de la teneur en radicaux sulfates par rapport aux radicaux chlorures. L'hiver le canal draine la nappe, l'eau y a une salinité plus élevée qu'en été et le rapport $r\text{Cl}/r\text{SO}_4$ augmente. Malgré cette différence saisonnière bien marquée, les interférences rendent hasardeuse la détermination de la zone d'influence du canal par la répercussion que peuvent avoir les échanges d'eau sur la composition chimique de la nappe. On note cependant, entre 15 et 60 m du bord, une baisse sensible de la salinité totale le 24 août par rapport au 6 février 1978 (fig. 7).

III - RÔLE DE LA NAPPE AQUIFÈRE DANS L'ALIMENTATION DE LA PINÈDE

En dehors des périodes fortement pluvieuses, la surface piézométrique de la nappe est affectée d'oscillations diurnes dont l'amplitude est la résultante de l'importance relative des différentes actions qui s'exercent simultanément sur la nappe, comme la recharge ou le drainage par le canal, les rééquilibrages hydrostatiques et l'évapotranspiration du système forestier. Ces oscillations sont très marquées en été lorsque la transpiration des pins est forte, elles sont plus discrètes en hiver, mais témoignent d'une certaine activité des arbres pendant cette saison (fig.8). L'influence de la transpiration sur une nappe aquifère peu profonde a déjà été signalée et analysée par plusieurs auteurs (CROFT 1948; REYGNIER 1966; JAWORSKI 1969; URIE 1971; AUSSENAC 1972; CALLEDE et al. 1978). En ce qui concerne le site étudié, IBRAHIM (1979) a montré, dans une étude du bilan hydrique des Pins pignons, qu'une fraction de l'eau transpirée provient effectivement de la nappe. Cette eau est puisée à la surface de la nappe par le chevelu racinaire de la racine pivot. Elle a représenté, durant la saison de végétation de l'année 1978, environ 41% de l'eau transpirée.

Connaissant le coefficient d'emmagasinement de l'aquifère ($S \approx 15\%$), il est possible, en interprétant ces oscillations, de quantifier la ponction faite par la végétation sur la nappe du site étudié au cours des années où la transpiration réelle (IBRAHIM et al. 1980) n'a pas été évaluée directement. La lame d'eau ainsi prélevée représente respectivement 104 cm et 79 cm en 1976 et 1977. Pendant les six mois d'intense activité des pins, elle est respectivement de 81 et 54 cm, soit 78% du total en 1976 et 68% en 1977, année où le printemps et l'été ont été plus humides. Cette lame d'eau qui ne représente qu'une partie de la consommation végétale, est à elle seule supérieure à l'apport annuel des pluies infiltrées au cours de ces deux années, pourtant globalement pluvieuses (1976: pluie incidente 83 cm dont 56 s'infiltrent; 1977, pluie incidente 76 cm dont 52 s'infiltrent). Le bilan hydrique naturel est donc en déficit constant et les apports rhodaniens jouent un rôle capital dans l'économie de l'eau de la pinède du Petit Saint Jean.

CONCLUSION

CABANETTE (1979) a mis en évidence, quelle que soit la taille des pins du plateau expérimental du Petit Saint Jean, l'existence d'un double (parfois triple) système racinaire se ramifiant latéralement à partir d'un pivot d'enracine de 70 à 155 cm de long. Un premier réseau s'étale en surface entre 5 et 20 cm de profondeur, le second

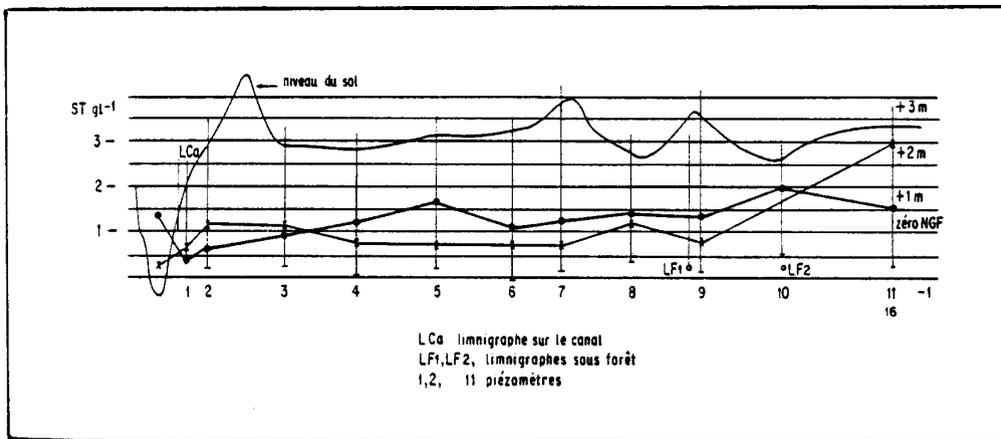


Fig. 7 - Comparaison de l'évolution spatiale de la salinité des eaux souterraines sous la pinède, à partir du canal au niveau de l'alignement des piézomètres, en hiver (6 février 1978 - trait épais, valeurs de la salinité matérialisée par des ronds noirs -) et en été (24 août 1977 - trait fin, valeurs de la salinité matérialisée par des croix -), dans la zone de la nappe prospectée par les piézomètres (-0,50 à -1,00 m NGF).

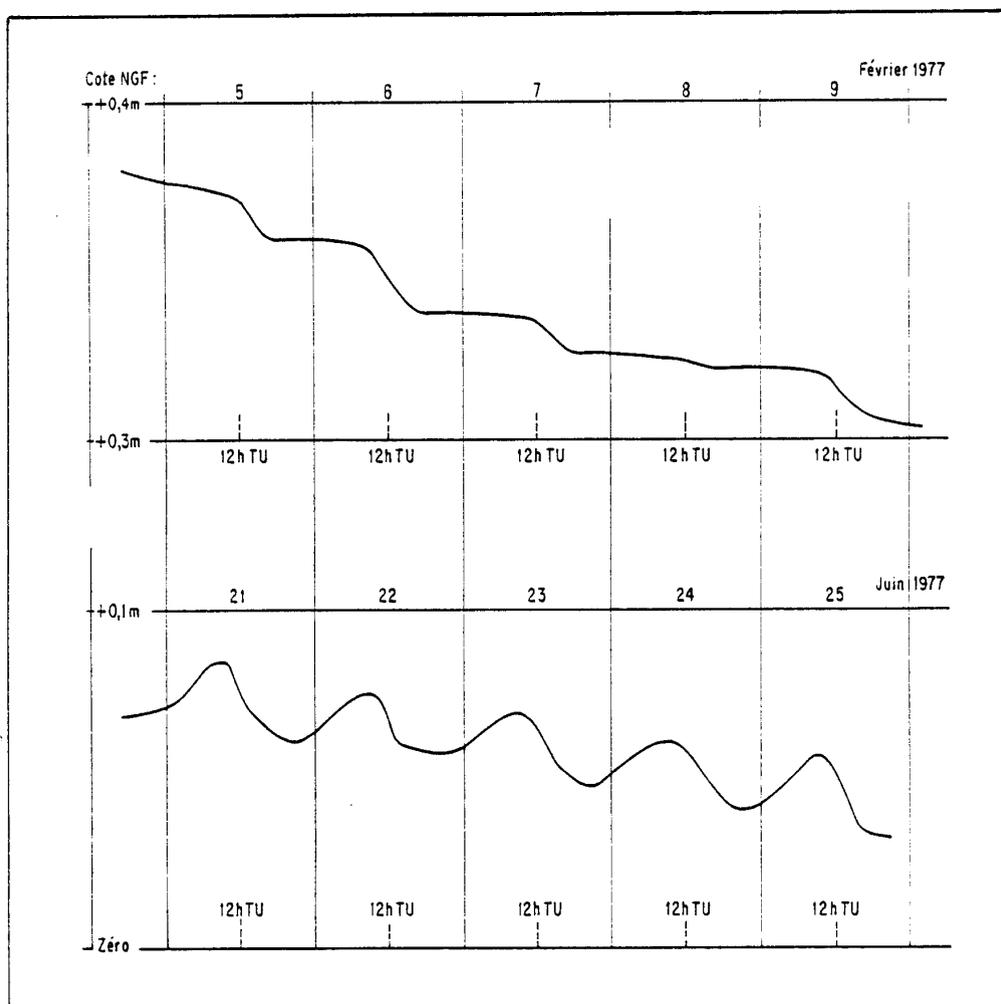


Fig. 8 - Exemples d'oscillations diurnes du niveau de la nappe aquifère, enregistrées au limnigraphe LF1 en hiver (février 77) et en été (juin 77).

réseau occupe une tranche de sol plus ou moins profonde suivant la localisation de l'horizon plus riche en matériel organo-minéral d'origine palustre signalé plus haut, et qui est préférentiellement exploité par les racines à cause de sa capacité de rétention de l'eau et de certains bioéléments. L'essentiel de l'appareil racinaire s'étend ainsi jusqu'à une soixantaine de centimètres de profondeur, mais les arbres arrivés à maturité développent des racines plus bas, dans une zone où, même au cours de l'été, elles restent en contact avec la frange capillaire.

Pendant la période d'intense activité, les pins peuvent ainsi puiser l'eau à différents niveaux de la zone d'aération du sol. Dans les horizons supérieurs, ils profitent des pluies et lorsque celles-ci sont insuffisantes, ils puisent sur la réserve du sol créant un abaissement du potentiel matriciel compensé par ascension capillaire d'un flux provenant de la nappe. La prise directe au toit de la nappe joue un rôle important en été, quand la réserve d'eau du sol devient insuffisante ou localement trop salée par accumulation de sels dans les horizons les plus profonds.

L'alimentation estivale des pins n'est rendue possible que par d'importants apports rhodaniens à la nappe par infiltration à partir d'un réseau hydrographique artificiel. Les pinèdes de Petite Camargue qui bénéficient de tels apports sont donc dans une situation particulière qui explique, par rapport à d'autres sites forestiers, le coefficient de transpiration très élevé des arbres, et une forte évapotranspiration du système sol-plante s'élevant à 132 cm par an en 1977 et 1978 (IBRAHIM et al. 1982). A cet égard il serait intéressant de comparer l'activité physiologique des arbres du Petit Saint Jean avec celle des Pins pignons des dunes de Beauduc en Grande Camargue, où l'eau douce disponible est strictement d'origine atmosphérique, avec pour conséquence de grandes variations interannuelles du stock et une pénurie d'eau très forte en été, régime hydrique qui s'apparente à celui des garrigues.

BIBLIOGRAPHIE

- AUSSENAC G. (1972). Etude de l'évapotranspiration réelle de quatre peuplements forestiers dans l'est de la France. *Ann. Sci. forest.*, 29, n°3, 369-389.
- BRAJNIKOV B., FRANCIS-BOEUF C., ROMANOVSKI V. (1943). Techniques d'étude des sédiments et des eaux qui leur sont associées. *Hermann et Cie* éd. Paris, 110 p.
- CABANETTES A. (1979). Croissance, biomasse et productivité de *Pinus pinea* L. en Petite Camargue. Thèse de 3^e cycle, U.S.T.L. Montpellier (France). 175 p.
- CALLEDE J., HALLAIRE M., DAUDET F.A. (1978). Oscillations journalières de la profondeur des nappes en l'absence de précipitations. *Ann. Agron.*, 29 (2), 111-122.
- CASTANY G. (1967). Traité pratique des eaux souterraines. *Dunod* éd. Paris. 660 p.
- CROFT A.R. (1948). Water loss by stream surface evaporation and transpiration by riparian vegetation. *Amer. Geophys. Union Trans.*, 29, (2), 235-239.
- DUBOUL-RAZAVET C. (1955). Contribution à l'étude géologique et sédimentologique du Delta du Rhône. Thèse Soct. Etat, Paris. 364 p. polycop.
- GARDNER W.R. (1970). Field measurement of soil water diffusivity. *Soil Sci. Soc. Amer. Proc.*
- GELIS (de) E. (1956). Eléments d'hydraulique souterraine. *Serv. géol. Maroc* éd. 84 p.
- HILLEL D. (1974). L'eau et le sol. Principes et processus physiques. *Vonder* éd. Paris. 288 p.
- IBRAHIM, M. (1979). Recherche sur la dynamique et le bilan de l'eau d'un écosystème à pin pignon (*Pinus pinea* L.) sur sable dunaire. Thèse U.S.T.L., Montpellier (France). 271 p.
- IBRAHIM M., RAPP M. (1979). Variation spatio-temporelle de la salinité du sol d'un peuplement de pins pignons (*Pinus pinea* L.) du littoral méditerranéen. *Ecol. Mediterr.*, 4, 49-60.

- IBRAHIM M., RAPP M., LOSSAINT P. (1982). Economie de l'eau d'un écosystème à *Pinus pinea* L. du littoral méditerranéen. *Ann. Sci. forest.*, 39 (3), 289-306.
- IBRAHIM M., RAPP M., BERGER A., LOSSAINT P. (1980). Evaluation de la transpiration d'un peuplement de *Pinus pinea* L. en condition naturelle. *Acta oecol. Oecol. Plant.*, 1 (15), n° 4, 395-407.
- JAWORSKI J. (1969). Evapotranspiration of plants and fluctuations of the ground water table. *A.I.S.H. Symposium de Wageningen*, 2, 730-739.
- RAPP M., IBRAHIM M. (1978). Egouttement, écoulement et interceptions des précipitations par un peuplement de *Pinus pinea* L. *Oecol. Plant.*, 13 (4), 321-330.
- REIGNIER I.C. (1966). A method of estimating steamflow loss by evapotranspiration from riparian zone. *Forest Sci.*, 12 (2), 130-139.
- SCHOELLER H. (1962). Les eaux souterraines. *Masson & Cie* éd. Paris. 642 p.
- THEOLAIRE A. (1978). Contribution à l'étude hydrologique d'un peuplement de Pins pignons (*Pinus pinea* L.) de Petite Camargue. DEA écologie Montpellier. 46 p. polyc.
- URIE D.H. (1971). Estimated ground water yield following strip cutting in pine plantations. *Water Resour. Res.*, 7 (6), 1497-1509.

La végétation des sols argileux pliocènes de la Toscane méridionale.

II) Influence de l'exposition et de l'intensité du pâturage sur la végétation des prairies des "Cretes senesi" (Sienne, Italie).

A. BOSCAGLI*
V. DE DOMINICIS*
S. CASINI*

RESUME - Nous avons analysé les prairies de la partie septentrionale des "Crete senesi" (Argiles de Sienne).

Du point de vue phytosociologique ces cénozes sont une mosaïque d'aspects végétationnels très différents entre eux écologiquement. Les espèces des MOLINIO-ARRHENATHERETEA et des THERO-BRACHYPODIETEA prévalent, tandis que les espèces des FESTUCO-BROMETEA, des CHENOPODIETEA, des SECALINETEA et des PLANTAGINETEA MAJORIS revêtent une importance mineure. Les espèces des PUCCINELLIO-SALICORNIETEA ne deviennent importantes que dans des conditions particulières.

Pour chaque groupe d'espèces, les variations en pourcentage de la présence et de la couverture ont été mises en évidence par rapport à l'exposition et à l'intensité du pâturage. Les espèces des MOLINIO-ARRHENATHERETEA, qui sont assez développées sur les versants méridionaux et qui prédominent dans les versants septentrionaux, sont indicatrices d'une bonne conservation de la prairie. L'abondance des espèces des PUCCINELLIO-SALICORNIETEA indique la dégradation de la prairie due à une exploitation excessive.

RIASSUNTO - Sono stati esaminati i prati-pascoli della parte settentrionale delle "Crete senesi".

Dal punto di vista fitosociologico tali cenosi risultano un mosaico di aspetti vegetazionali ecologicamente assai lontani fra loro. Prevalgono le specie dei MOLINIO-ARRHENATHERETEA e dei THERO-BRACHYPODIETEA, mentre minore importanza rivestono le specie dei FESTUCO-BROMETEA, dei CHENOPODIETEA, dei SECALINETEA e dei PLANTAGINETEA MAJORIS. Solo in condizioni particolari le alofite dei PUCCINELLIO-SALICORNIETEA giocano un ruolo non secondario.

Dei gruppi di specie individuati, sono state messe in evidenza le variazioni percentuali della presenza e della copertura in funzione dell'esposizione e della intensità di pascolamento. Le specie dei MOLINIO-ARRHENATHERETEA, predominanti nei versanti settentrionali, ma ben rappresentate anche a mezzogiorno, sono indice di un buono stato di conservazione del prato-pascolo. L'abbondanza delle specie dei PUCCINELLIO-SALICORNIETEA va messa in relazione a un eccessivo sfruttamento ed è indice della degradazione del prato-pascolo.

SUMMARY - Grasslands on the northern part of the "Crete senesi" (Siennese clay) have been examined.

From the phytosociological point of view these communities are a mosaic of vegetational types ecologically very different from one another. The prevailing species belong to the MOLINIO-ARRHENATHERETEA and THERO-BRACHYPODIETEA, whilst species belonging to the FESTUCO-BROMETEA, CHENOPODIETEA, SECALINETEA and PLANTAGINETEA MAJORIS are less

*Istituto Botanico dell'Università, Via P.A. Mattioli 4, 53100 SIENA, Italia.

important. Only in particular conditions the PUCGINELLIO-SALICORNITEA halophytes may become abundant.

The percentage of both presence and cover of the above mentioned groups of species have been examined in relation to exposure and grazing intensity. The species of MOLINIO-ARRHENATHERETEA, prevailing in North-facing slopes but well represented also in the South-facing ones, indicate by their presence the good state of conservation of the grassland. On the contrary the abundance of PUCGINELLIO-SALICORNITEA species must be related to excessive grazing and indicates a degraded condition.

MOTS CLES: Végétation de la prairie, effets de l'exposition et du pâturage, sols argileux, Toscane.

INTRODUCTION

Le territoire des "Crete senesi" (avec une surface d'environ 700 km²) représente une partie considérable du Département de Sienne et de l'ensemble des sols argileux pliocènes de la Toscane au Sud de l'Arno. Ce territoire s'étend directement jusqu'aux argiles du Latium et de l'Ombrie et il est relié aux argiles de Volterra (Département de Pise) grâce aux affleurements restreints et éparpillés à l'Ouest et au Nord-Ouest de Sienne. Les "Crete senesi" se caractérisent par les géomorphes particulièrement érodées à calanques et à "biancane" (1) et par la pauvreté de la végétation en été.

Du point de vue botanique les "Crete senesi" ont été étudiées plusieurs fois à partir du siècle passé et dernièrement par BRANCONI et al. (1979) dont se trouve une bibliographie complète sur ce sujet.

La flore des prairies des "Crete senesi" a été analysée par BOSCALLI (1982), tandis que les aspects liés au choix des espèces fourragères les plus appropriées ont été examinés par d'autres auteurs dont NANNIZZI (1954 et 1956) et PROVVEDI-BECATTI (1960) qui ont attiré l'attention sur la valorisation des espèces spontanées à utiliser en même temps ou à la place des plantes fourragères traditionnelles. Récemment CAPORALI et MASSANTINI (1978) ont examiné les problèmes concernant les cultures fourragères sur les sols argileux pliocènes et ont confirmé l'utilité des recherches sur la flore et la végétation spontanée des prairies dans le but d'améliorer leur production.

Les prairies des "Crete senesi" du point de vue physiologique représentent de nettes différences selon les saisons.

Au printemps la végétation est assez riche, en été très sèche, en automne et en hiver on trouve une nouvelle végétation plutôt rase. Des différences ont été observées aussi entre les prairies des versants septentrionaux et celles des versants méridionaux. Cela est due non seulement à la diversité microclimatique, mais aussi à la différence de l'intensité du pâturage entre les deux versants. En effet,

(1) Il s'agit de petits reliefs mameliformes dénudés par l'érosion et blanchâtres en été.

les brebis préfèrent brouter sur les versants exposés au Sud où, de ce fait, elles y provoquent des ruptures fréquentes de la couverture herbacée. Ces ruptures dues au déplacement du troupeau peuvent être nombreuses et éparpillées ou alors, elles forment des bandes étroites selon les courbes de niveau que les animaux préfèrent suivre lorsque la pente est légèrement plus raide (sheep tracks).

Dans notre recherche nous nous sommes proposés de définir l'état actuel de ces prairies par rapport aux éléments suivantes: exposition, intensité du pâturage, âge, aménagement et composition floristique.

Ce travail est limité à une première approche aux effets de l'exposition et de l'intensité du pâturage sur la végétation.

ANNOTATIONS METHODOLOGIQUES

La recherche a été effectuée dans la partie septentrionale des "Crete senesi", au Sud-Est de Sienna non loin de la ville. Les conditions climatiques de la zone étudiée on peut considérer suffisamment homogènes soit pour l'étendue limitée du territoire soit pour la modeste variation d'altitude (200-300 m) (BOSCAGLI, 1982).

Les relevés ont été effectués selon la méthode phytosociologique classique qui se prête mieux aux recherches rapides sur des grandes surfaces et qui permet d'analyser les données en utilisant la systematique phytosociologique.

L'échantillonnage a été effectué dans les années 1977 et 1978, sur une végétation qui n'a pas été fauchée et au moment où le manteau herbacé était plus développé.

La surface du relevé n'a jamais été inférieure à 40 m^2 . En effet des épreuves de détermination de l'aire minimale démontrent une surface de 32 m^2 .

Les prairies analysées ont été implantées quatre ans avant; c'est-à-dire elles sont assez vieilles pour attribuer au pâturage excessif la cause des vides trouvés dans la couverture. En effet, chez ces sols très argileux la couverture végétale est très sensible au mauvais pâturage. Ainsi, nous avons retenu la diminution de la couverture un indice valable du dommage direct (sur les plantes) et indirect (sur le sol) causé par les animaux.

Nous avons considéré deux niveaux de couverture (couverture 100% et couverture $\leq 80\%$), qui sont suffisants pour distinguer les différences de végétation dues à la différente intensité du pâturage, et deux expositions (les plus extrêmes du Nord et du Sud).

En bref en combinant l'exposition et la couverture, nous avons analysées quatre situations (N - 100%; N - $\leq 80\%$, S - 100%; S - $\leq 80\%$) où, pour chaque des quelles, ont été effectués six relevés phytosociologiques.

L'analyse de la végétation a été effectuée en regroupant les espèces selon leur valeur phytosociologique (BRAUN-BLANQUET et al., 1952; BRAUN-BLANQUET, 1961, 1967; PIGNATTI, 1953; OBERDORFER, 1957, 1970; GENTILE et DI BENEDETTO, 1961; HORVAITIC,

1963; BRUNO et COVARELLI, 1968; FERRARI, 1971; FERRARI et GRANDI, 1974; FERRARI et SPERANZA, 1975; HORVAT, GLAVAC^č et ELLENBERG, 1974; GENTILE et SARTORI, 1975; COVARELLI, 1976, 1979; DI MARTINO et RAIMONDO, 1976; HRUSKA DELL'UOMO, 1976; UBALDI, 1976, 1978; BRULLO et GRILLO, 1978; ELLENBERG, 1978; SARDARA, 1979; BRANCONI et al., 1979) au niveau de la classe (1).

Pour chaque espèce ont été calculés la classe de présence et le degré de recouvrement spécifique, tandis que pour chaque groupe d'espèces ont été calculés les indices en pourcentage de présence et de recouvrement selon les indications de TOMASELLI (1956).

Pour la nomenclature des espèces on se réfère à la Flora Europaea (TUTIN et al., 1964-80) et pour la forme biologique à OBERDORFER (1970) et ZANGHERI (1976).

CARACTERISTIQUES GENERALES DE LA VEGETATION

Dans le Tableau 1 la classe de présence et le degré de recouvrement de toutes les espèces (sporadiques exclues) ont été référés. A gauche on trouve l'exposition Nord et à droite l'exposition Sud. Pour chaque exposition on a d'abord reporté la situation à couverture totale et après celle-là à couverture partielle.

On peut rapporter les espèces présentes dans nos prairies (cultivées exclues) aux suivantes classes:

- 1) Molinio-Arrhenatheretea Tx., 1937;
- 2) Thero-Brachypodietea Br.-Bl., 1947;
- 3) Festuco-Brometea Br.-Bl. et Tx., 1943;
- 4) Puccinellio-Salicornietea (Tzopa, 1936) Pignatti, 1953 (2)
- 5) Chenopodietea Ob. 1957 em. Lohm. et. Tx., 1961;
- 6) Secalinetea Br.-Bl., 1952;
- 7) Plantaginetea majoris Tx. et Prsg., 1950.

- 1) Les espèces des Molinio-Arrhenatheretea, sauf en cas de conditions particulières, sont celles qui contribuent grandement à la formation du manteau herbacé. Dans ce groupe on ne trouve que les espèces appartenantes à la classe (Lotus corniculatus, Plantago lanceolata, Bromus hordeaceus ssp. hordeaceus, Trifolium repens ssp. repens, Vicia cracca, Trifolium pratense, Festuca arundinacea) et aux ordres Arrhenatheretalia Pawl., 1926 (Lolium perenne, Gaudinia fragilis, Medicago lupulina, Daucus carota ssp. carota, Lolium multiflorum, Bellis perennis) et Holoschoenetalia Br.-Bl., 1931, pp. 1947 (Trifolium resupinatum, Trifolium echi-

-
- (1) Pour simplifier, nous avons ici indiqué seulement les caractéristiques au niveau de la classe. A la rigueur elles devraient être distinguées entre associations, alliances et ordres pour chaque espèce.
 - (2) Dans nos sols halophiles internes nous avons considérée la classe Puccinellio-Salicornietea en accord avec FERRARI et SPERANZA (1975).

natum, *Centaurium pulchellum*, *Poa trivialis* ssp. *sylvicola*, *Achillea ageratum*, *Prunella vulgaris*, *Dittrichia viscosa*, *Pulicaria dysenterica*, *Trifolium lappaceum*, *Thymelea passerina*, *Potentilla reptans*), avec une majorité de ce dernier ordre.

- 2) Les espèces des Thero-Brachypodietea (1) se trouvent à la deuxième place pour leur contribution à la flore et au manteau herbacé. Entre elles la plus grande partie appartient à la classe (*Hypochoeris achyrophorus*, *Aegilops geniculata*, *Torilis nodosa*, *Filago vulgaris*, *Hippocrepis unisiliquosa*, *Desmazeria rigida*, *Dorycnium pentaphyllum* ssp. *herbaceum*) et à l'alliance Brachypodium phoenicoidis Br.-Bl., 1931 (*Phleum pratense* ssp. *bertolonii*, *Trifolium angustifolium*, *Carthamus lanatus* ssp. *lanatus*, *Vicia hybrida*, *Phalaris coerulescens*, *Pallenis spinosa*, *Medicago orbicularis*); seulement deux espèces appartiennent à l'autre alliance Thero-Brachypodium Br.-Bl., 1925 (*Medicago polymorpha*, *Euphorbia exigua*).

- 3) Les espèces des Festuco-Brometea sont présentes avec un petit nombre d'espèces (toutes de l'ordre Brometalia (W. Kock, 1926) Br.-Bl., 1936) et avec une faible couverture.
 La cause ou les causes qui limitent le développement des Festuco-Brometea dans les prairies des "Crete senesi" ne sont pas claires. On peut supposer que les espèces de cette classe soient particulièrement limitées par les travaux que la culture des céréales oblige tous les 5-6 ans. Les Festuco-Brometea, en effet, se placent dans la série dynamique des chênaies caducifoliées basiphiles sub-méditerranéennes qui sont les seules cénoses de bois que l'on retrouve dans les "Crete senesi" (ARRIGONI, 1973; DE DOMINICIS et CASINI, 1980).

- 4) Les espèces des Puccinellio-Salicornietea constituent la composante halophile de nos prairies. Il s'agit de peu d'espèces (*Scorzonera laciniata*, *Parapholis strigosa*, *Plantago coronopus*, *Hordeum marinum*, *Artemisia cretacea*) mais qui sont importantes pour leur écologie. En effet, elles contribuent à caractériser la végétation des calanques et des "biancane" (PIGNATTI, 1953; FERRARI, 1971; FERRARI et GRANDI, 1974; FERRARI et SPERANZA, 1975; BRANCONI et al., 1979) c'est-à-dire des géomorphes les plus érodées.

- 5) Les espèces des Chenopodietea ne présentent pas que un faible nombre de espèces et une faible abondance. Seulement quelquefois, en effet, ces espèces donnent une contribution tangible à la formation du manteau herbacé. On peut donc constater

(1) Dans ce groupe nous avons inclus les espèces (*Bellardia trixago*, *Scoparius muricatus*, *Gastroidium ventricosum* et *Picris hieracioides* ssp. *spinulosa*) de la classe Brachypodio-Chrysopogonetea Horvatić 1956-58. Cette classe typique des sols arides et calcaires du littoral adriatique, peut être considérée écologiquement proche à la classe méditerranéenne Nord-occidentale Thero-Brachypodietea, qui, selon BRAUN-BLANQUET et al. (1952) s'étendrait "jusqu'à la Dalmatie et probablement encore plus à l'Est".

TAB. 1 - Classe de présence et degré de recouvrement des espèces.

	Exposition NORD		Exposition SUD	
	couverture 100 %	couverture ≧ 80 %	couverture 100 %	couverture ≧ 80 %
Espèces des Molinio-Arrhenatheretea				
H	V 3433	V 1710	V 1958	V 253
T	V 1503	V 960	V 1333	IV 88
T	V 1295	V 172	V 1875	IV 88
H	V 1042	V 463	IV 88	IV 88
T	IV 1500	IV 170	V 3627	V 463
T	V 1005	V 300	IV 252	III 87
H	V 253	IV 460	V 172	IV 170
T	V 463	III 87	IV 460	III 710
T	III 5	IV 7	V 335	IV 88
H	V 380	III 5	V 253	I 2
H	V 253	II 3	IV 378	III 87
H	V 1043	V 90	III 5	
H	III 377	IV 460	III 377	II 85
H	II 85	IV 7	III 168	II 167
H	V 92	III 87	II 293	
H	III 87	III 5	II 167	I 2
H	II 85	I 2	III 87	I 2
Ch	I 2	II 3	I 2	III 87
H	III 295	II 3		
H	II 3		I 2	I 2
H	II 85	I 2		
T		I 83	I 2	I 2
T		II 3		I 2
H	I 625	I 292		
Espèces des Thero-Brachypodietea				
H	V 1212	V 712	V 917	IV 542
H	V 962	V 543	V 627	IV 378
T	IV 170	V 172	V 1125	V 90
T	II 3	II 85	V 878	V 253
T	III 5	IV 7	IV 170	I 2
T	I 2	III 5	IV 88	IV 88
T	II 3	IV 88	III 168	II 3
T	II 3	II 3	III 87	IV 88
T	III 295	II 3	III 295	I 2
T		II 3	II 3	IV 170
T		I 2	IV 88	III 295
T	II 3	I 2	II 375	II 85
T		I 2	II 3	IV 170
T	II 3	I 2	I 2	I 2
T		I 2	III 87	I 2
H	I 2	II 167	I 83	
H			II 3	II 85
H		II 3	I 2	I 2
T		I 2	II 3	I 2
T		II 3	II 3	
Ch	I 292	I 292		I 2
T		I 2	II 293	
Espèces des Festuco-Brometea				
T	V 2462	V 1005	V 753	III 5
T	IV 252	V 90	V 253	IV 88
T	V 172	I 2	III 87	
H	I 2	II 167	V 172	I 83
H	II 3	II 3	I 2	I 2
H	III 5	III 5		
Espèces des Puccinellio-Salicornietea				
H	I 2	III 87	IV 252	V 462
T		III 792	I 2	V 1005
H		III 377	II 710	II 1335
T	I 2	II 3	I 2	I 2
Ch				III 5

TAB. 1 (suite)

<u>Espèces des Chenopodietea</u>					
H	<i>Picris echinoides</i> L.	II 293	V 298	V 543	V 172
H	<i>Picris hieracioides</i> L. ssp. <i>hieracioides</i>	V 418	V 90	IV 333	II 85
T	<i>Sonchus asper</i> (L.) Mill.	III 7	IV 7	V 92	III 5
H	<i>Verbena officinalis</i> L.	IV 170	III 87	V 380	II 3
H	<i>Crepis vesicaria</i> L. ssp. <i>haenseleri</i> (Boiss. ex DC.) P.D.Sell.	IV 88	III 87	III 168	III 87
G	<i>Convolvulus arvensis</i> L.	II 85	III 87	II 85	III 5
T	<i>Lophochloa cristata</i> (L.) Hyl.		III 5	IV 378	II 85
T	<i>Geranium dissectum</i> L.	V 10	II 3	I 2	
H	<i>Cichorium intybus</i> L.	II 3	II 3	III 5	I 2
T	<i>Phalaris brachystachys</i> Link	I 2	I 83	IV 378	II 3
T	<i>Phalaris paradoxa</i> L.	I 83	I 2	II 85	III 377
H	<i>Melilotus officinalis</i> (L.) Pallas	II 85	I 2	I 83	II 3
T	<i>Hordeum murinum</i> L.	I 2	II 85	I 292	I 2
T	<i>Bromus sterilis</i> L.	II 3		II 85	I 83
G	<i>Cirsium arvense</i> (L.) Scop.	II 3	I 2	II 3	
H	<i>Carduus nutans</i> L.	I 2	I 2	I 2	I 2
H	<i>Lactuca saligna</i> L.	I 2		I 2	I 2
H	<i>Carduus pycnocephalus</i> L. ssp. <i>pycnocephalus</i>	II 3		I 2	
T	<i>Bromus madritensis</i> L.	II 3		I 2	
<u>Espèces des Secalinetea</u>					
T	<i>Sherardia arvensis</i> L.	V 90	V 8	V 382	III 5
T	<i>Anagallis arvensis</i> L.	IV 170	V 8	IV 7	III 5
T	<i>Avena fatua</i> L.	V 172	II 3	V 253	II 3
T	<i>Vicia sativa</i> L.	V 92	I 2	III 5	I 2
T	<i>Vicia tenuissima</i> (Bieb.) Schinz & Thell.	IV 252	II 85	I 2	I 2
T	<i>Rapistrum rugosum</i> (L.) All.		II 3	II 3	I 2
T	<i>Crepis</i> cfr. <i>sancta</i> (L.) Babcock ssp. <i>nemausensis</i> (Gouan) Babcock	I 83		III 87	I 2
T	<i>Centaurea solstitialis</i> L. ssp. <i>solstitialis</i>	I 2		III 5	
T	<i>Lathyrus hirsutus</i> L.	II 85	I 2		
H	<i>Phalaris truncata</i> Guss. ex Bertol.	I 2	I 2	I 83	
T	<i>Adonis annua</i> L.		I 83	I 2	
<u>Espèces des Plantaginetea</u>					
H	<i>Rumex crispus</i> L.	I 2	II 3	I 2	I 2
H	<i>Plantago major</i> L. ssp. <i>major</i>		II 3	I 2	
H	<i>Mentha pulegium</i> L.		I 2	II 85	
G	<i>Elymus repens</i> (L.) Gould ssp. <i>repens</i>	II 85	I 2		
<u>Espèces en culture</u>					
H	<i>Hedysarum coronarium</i> L.	I 83	III 5	IV 1500	III 168
H	<i>Medicago sativa</i> L. ssp. <i>sativa</i>	II 85	I 2	II 85	I 2

que la pénétration des espèces rudérales est assez faible dans les prairies examinées. Entre les espèces des *Chenopodietea* il n'y en a aucune qui appartienne à l'ordre des *Chenopodietalia* Br.-Bl., 1931 em. 1936. Nous avons trouvé soit des espèces rudérales sensu lato, caractéristiques de la classe (*Picris echinoides*, *Sonchus asper*, *Verbena officinalis*, *Crepis vesicaria*, *Convolvulus arvensis*, *Melilotus officinalis*, *Cirsium arvense*, *Bromus madritensis*) soit rudérales sensu stricto, caractéristiques de l'ordre *Onopordetalia* Br.-Bl. et Tx., 1943 (*Picris hieracioides* ssp. *hieracioides*, *Lactuca saligna*, *Cichorium intybus*, *Carduus nutans*) et des alliances *Hordeion* Br.-Bl., (1931) 1947 et *Chenopodion muralis* Br.-Bl. et Tx., (1931) 1936 (*Koeleria gerardii*, *Carduus pycnocephalus* ssp. *pycnocephalus*, *Bromus sterilis*, *Hordeum murinum*).

6) Les espèces des *Secalinetea*, comme celles des *Chenopodietea*, ne sont pas nombreuses

et donnent une petite contribution au manteau herbacé. Elles représentent le résidu des mauvaises herbes des cultures céréalières qui s'alternent à la prairie.

Avec le temps ces mauvaises herbes tendent à disparaître et seulement peu d'entre elles, comme *Sherardia arvensis*, *Anagallis arvensis*, *Avena fatua* et *Vicia sativa*, sont assez fréquentes dans les prairies d'âge avancé.

- 7) Les espèces des *Plantaginetea majoris* sont très limitées et leur valeur ne semble pas être importante dans la caractérisation de la prairie. Tout au plus elles pourraient nous indiquer des conditions édaphiques limitées à des petites surfaces pourvues de bonne disponibilité d'eau et de nitrates.

INFLUENCE DE L'EXPOSITION ET DE L'INTENSITE DU PATURAGE SUR LA VEGETATION

L'influence de l'exposition et de l'intensité du pâturage sur la végétation a été examinée à travers les variations présentes dans les groupes d'espèces avant de terminés. En effet, par rapport à l'exposition et au pâturage on remarque dans le Tableau 1 des différences de présence et d'abondance de ces groupes. En excluant les espèces cultivées, pour mieux quantifier ces différences nous avons réalisé les histogrammes de la Figure 1 qui indiquent en pourcentage la présence et le recouvrement des groupes d'espèces.

En analysant la Figure 1 on relève que les influences des deux expositions considérées et de l'intensité du pâturage sont les suivantes:

- L'indice de recouvrement en pourcentage des espèces des *Molinio-Arrhenatheretea* est plus influencé négativement par le pâturage excessif que par l'exposition au Sud. Au contraire l'indice de présence de ces espèces ne semble pas ressentir du pâturage tandis qu'il diminue lorsqu'on passe des versants septentrionaux aux versants méridionaux;
- Les espèces des *Thero-Brachypodietea* sont favorisées par le changement de l'exposition du Nord au Sud et par le pâturage plus intense. Ce dernier détermine une augmentation plus modeste dans les versants méridionaux que dans les versants septentrionaux. Cela est probablement dû à la plus grande salinité du sol dans l'exposition au Sud;
- Soit la présence, soit l'indice de recouvrement des espèces des *Festuco-Brometea* sont influencés négativement par l'excessif pâturage et par le passage de l'exposition du Nord au Sud. Dans les versants septentrionaux l'abondance de ces espèces ne ressent que très légèrement de l'action du pâturage intense;
- La présence et l'abondance des espèces des *Puccinellio-Salicornietea* augmentent lorsque le pâturage est plus intense et la couverture est partielle. Dans ces conditions l'influence de l'exposition est très évidente. Au Sud les espèces halophiles sont décidément plus abondantes par rapport au Nord parce qu'elles sont favo-

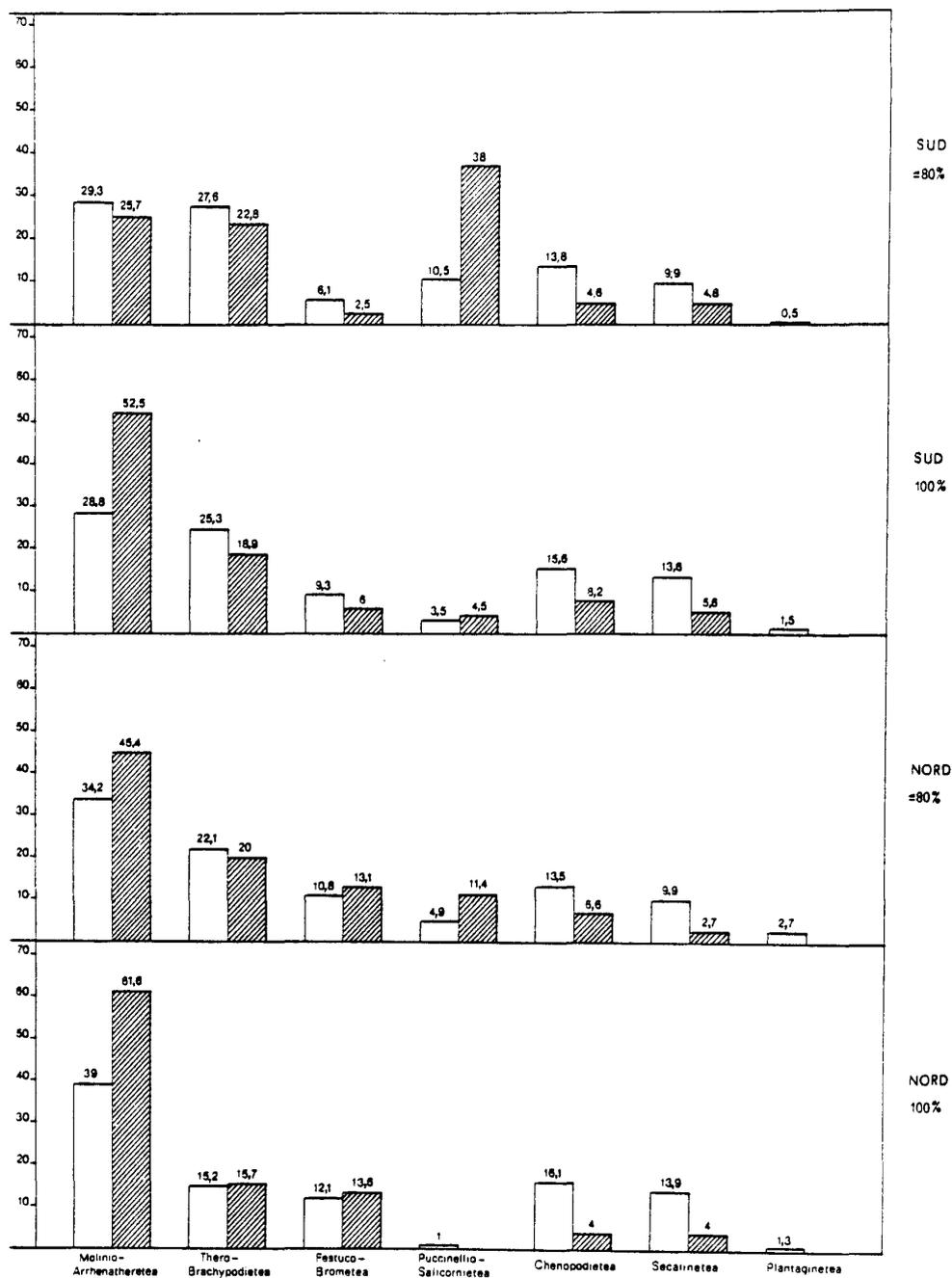


Fig. 1 - Indice de présence (blanc) et de recouvrement (hachure) en pourcentage des groupes d'espèces dans les quatre situations analysées.

risées par la plus grande remontée des sels sodiques.

Lorsque le pâturage est limité et la couverture herbacée est complète, la présence des halophiles n'est pas très diverse entre l'exposition septentrionale et celle méridionale. C'est-à-dire que l'exposition par elle même, sans l'action du pâturage, ne peut pas tangiblement influencer le développement de ces espèces;

- L'indice de présence des espèces des *Chenopodietea* diminue légèrement lorsque le pâturage est plus intense. L'indice de recouvrement, au contraire, augmente dans les expositions septentrionales lorsque le pâturage est plus intense, et dans les

expositions méridionales lorsque le pâturage est faible;

-- Le pâturage plus intense limite soit la présence, soit l'abondance des espèces des Secalinetea, tandis que l'exposition ne semble pas donner lieu à des différences.

En conclusion, selon les observations effectuées et l'analyse des variations des groupes d'espèces on peut résumer les caractéristiques essentielles de la végétation comme suit:

Exposition Nord

Lorsque la couverture est totale les espèces des Molinio-Arrhenatheretea sont la composante la plus importante. La végétation présente un développement printanier a bondant (hauteur moyenne 40-60 cm) et un dessèchement en été limité.

Lorsque la couverture est partielle les espèces des Molinio-Arrhenatheretea sont toujours la composante la plus importante, mais leur contribution à la formation du manteau herbacé est très inférieure par rapport aux conditions précédentes. Les xérophiles Thero-Brachypodietea et les halophiles Puccinellio-Salicornietea deviennent alors dans ce cas plus importantes. Dans ces conditions le développement printanier de la végétation est plus faible et le dessèchement plus précoce et accentué.

Exposition Sud

Lorsque la couverture est totale l'indice de présence des espèces des Molinio-Arrhenatheretea est de peu supérieur à celui des Thero-Brachypodietea. Cependant les Molinio-Arrhenatheretea sont les plus importantes dans la formation du manteau herbacé. Le développement printanier de la végétation est abondant (généralement plus abondant par rapport aux expositions septentrionales à couverture totale) et le dessèchement en été à peu près complet.

Lorsque la couverture est partielle les Puccinellio-Salicornietea, sont les espèces les plus importantes dans la formation de la couverture herbacée, malgré leur faible indice de présence. Par rapport à la situation précédente l'augmentation du groupe halophile correspond à la diminution évidente des espèces des Molinio-Arrhenatheretea. Dans ces conditions le développement printanier est minime et le dessèchement en été est plus précoce et accentué qu'ailleurs.

CONSIDERATIONS CONCLUSIVES

Selon les données rassemblées et les observations effectuées il nous semble encore prématuré d'effectuer un classement de nos prairies. Même si les espèces des Molinio-Arrhenatheretea prévalent sur les autres en nombre et en abondance, on les retrouve avec celles des classes assez lointaines du point de vue phytosociologique. Quelquefois, comme dans les versants méridionaux à couverture partielle, les Puccinellio-Salicornietea sont plus abondantes que les Molinio-Arrhenatheretea. Nous pouvons donc considérer ces cénozes comme une mosaïque de différents types végétationnels.

Il nous semble aussi prématuré de délinéer quelque aspect dynamique ou quelque tendance évolutive que ce soit. A ce sujet il faudrait analyser des cénoses herbacées naturelles et des prairies à différent âge.

De notre recherche ce qui est évident est la valeur indicatrice des Molinio-Arrhenatheretea et des Puccinellio-Salicornietea. Les premières sont indicatrices d'un bon emploi de la prairie et les espèces les plus significatives sont *Trifolium echinatum*, *Trifolium resupinatum*, *Poa trivialis* ssp. *sylvicola*, *Daucus carota* ssp. *carota* et, seulement pour les expositions septentrionales, *Trifolium repens* ssp. *repens*. Les Puccinellio-Salicornietea et particulièrement l'espèce *Parapholis strigosa* sont indicatrices d'une excessive exploitation de la prairie.

Les deux facteurs considérés - exposition et intensité du pâturage - ont une incidence diverse sur les groupes d'espèces qui composent la végétation. Généralement on peut relever que, par rapport aux groupes plus abondants des Molinio-Arrhenatheretea et des Thero-Brachypodietea, les variations d'exposition se reflètent surtout sur l'indice de recouvrement. L'excessif pâturage détermine non seulement la considérable réduction du degré de la couverture herbacée, mais aussi l'apparition et quelquefois la suprématie des halophytes. Par conséquent la typologie de ces cénoses prairiales résulte profondément modifiée.

Bibliographie

- ARRIGONI P.V. (1973). Ricerche fitoclimatiche sulla Toscana a sud dell'Arno. *Atti Soc. Tosc. Sc. Nat., Serie B*, 79, 97-106.
- BOSCAGLI A. (1982). Contributo alla conoscenza floristica dei prati-pascoli della parte settentrionale delle "Crete senesi" (Siena). *Atti Soc. Tosc. Sc. Nat., Serie B*, 89, 213-237.
- BRANCONI S., DE DOMINICIS V., BOSCAGLI A., BOLDI L. (1979). La vegetazione dei terreni argillosi pliocenici della Toscana meridionale. I. Vegetazione pioniera ad "*Artemisia cretacea*". *Atti Soc. Tosc. Sc. Nat., Serie B*, 86, 163-183.
- BRAUN-BLANQUET J. (1961). Die Inneralpine Trockenvegetation. Gustav Fischer Verlag. Stuttgart.
- BRAUN-BLANQUET J., ROUSSINE N., NEGRE R. (1952). Les groupements végétaux de la France méditerranéenne. Centre Nat. Rech. Sc. Serv. Carte Group. Vég. Montpellier.
- BRAUN-BLANQUET J. (1967). Vegetationsskizzen aus dem Baskenland mit Ausblicken auf das weitere Ibero-Atlantikum. II. Teil. *Vegetatio* 14, 1-126.
- BRULLO S., GRILLO M. (1978). Ricerche fitosociologiche sui pascoli dei monti Nebrodi (Sicilia settentrionale). *Not. Fitosoc.*, 13, 23-61.
- BRUNO F., COVARELLI G. (1968). I pascoli e i prati-pascoli della Valsorda (Appennino umbro). *Not. Fitosoc.*, 5, 47-65.
- CAPORALI F., MASSANTINI F. (1978). Limiti e possibilità delle coltivazioni foraggere nei terreni argillosi pliocenici. *Agrochimica*, 22, 528-534.
- COVARELLI G. (1976). Studio fitosociologico della vegetazione attuale di alcuni ter

- reni di collina e di bassa montagna non più coltivati. *Rivista di Agronomia*, 10, 249-260.
- COVARELLI G. (1979). La vegetazione infestante il frumento in Umbria. Nota I: Studio fitosociologico. *Not. Fitosoc.*, 15, 75-81.
- DE DOMINICIS V., CASINI S. (1980). I querceti decidui delle colline del senese e del grossetano (Toscana centro-meridionale). *Not. Fitosoc.*, 16, 17-21.
- DI MARTINO A., RAIMONDO F.M. (1976). Le infestanti delle colture di frumento della Sicilia occidentale. *Not. Fitosoc.*, 11, 45-74.
- ELLENBERG E. (1978). *Vegetation Mitteleuropas mit den Alpen*. Eugen Ulmer Verlag. Stuttgart.
- FERRARI C. (1971). La vegetazione dei calanchi nelle "argille scagliose" del Monte Paderno. *Not. Fitosoc.*, 6, 31-51.
- FERRARI C., GRANDI G. (1974). La vegetazione dei calanchi nelle argille plioceniche della Valle del Santerno (Emilia-Romagna). *Arch. Bot. Biog. It.*, 50, 181-194.
- FERRARI C., SPERANZA M. (1975). La vegetazione dei calanchi dell'Emilia-Romagna (con note di sistematica per la vegetazione dei suoi alomorfi interni). *Not. Fitosoc.*, 10, 69-86.
- GENTILE S., DI BENEDETTO G. (1961). Su alcune praterie a "*Lygeum spartum* L." e su alcuni aspetti di vegetazione di terreni argillosi della Sicilia orientale e Calabria meridionale. *Delpinoa*, N.S., 3, 67-151.
- GENTILE S., SARTORI F. (1975). La vegetazione dei calanchi nei terreni eomiocenici delle Valli Staffora e Curone. Stadi e tendenze dinamiche. *Atti Ist. Bot. e Labor. Crittg. Univ. Pavia, serie 6*, 10, 59-115.
- HORVAT I., GLAVAC V., ELLENBERG H. (1974). *Vegetation Südsteuropas*. Gustav Fischer Verlag. Stuttgart.
- HORVATIC S. (1963). Carte des groupements végétaux de l'île nord-adriatique de Pay avec un aperçu général des unités végétales du littoral croate. (En Croatie). *Acta Biol. 4, Jug. Akad., Zagreb*, 33, 5-187.
- HRUSKA DELL'UOMO K. (1976). Contributo alla conoscenza dei pascoli aridi dell'Appennino marchigiano. *Not. Fitosoc.*, 12, 19-30.
- NANNIZZI A. (1954). Le odierne condizioni dell'agricoltura nelle colline argillose plioceniche (crete) della provincia di Siena. *Atti Acc. Fisiocr.*, 13, 129-164.
- NANNIZZI A. (1956). Contributo allo studio della flora dei terreni argillosi pliocenici del senese ai fini del loro miglioramento agrario. *Atti Acc. Fisiocr., Serie 2*, 2, 1-37.
- OBERDORFER E. (1957). *Süddeutsche Pflanzengesellschaften*. Gustav Fischer Verlag. Jena.
- OBERDORFER E. (1970). *Pflanzensoziologische Exkursions Flora für Süddeutschland*. Eugen Ulmer Verlag. Stuttgart.
- PIGNATTI S. (1953). Introduzione allo studio fitosociologico della pianura veneta con particolare riguardo alla vegetazione litoranea. *Arch. Bot. Biog. It.*, 29, 65-98.
- PROVEDI-BECATTI C. (1960). Le caratteristiche ecologiche delle piante spontanee e coltivate nei terreni argillosi pliocenici (crete) del senese. *Atti Acc. Fisiocr., Serie 13*, 7, 321-343.
- SARDARA M. (1979). Infestanti del frumento e pascolamento estivo in Sardegna. *Not. Fitosoc.*, 15, 141-157.
- TOMASELLI R. (1956). Introduzione allo studio della fitosociologia. *Industria Poligrafica Lombarda*. Milano.
- TUTIN T.G. et al. (1964-1980). *Flora Europaea*. 1-5. Cambridge University Press. Cambridge.

- UBALDI D. (1976). La vegetazione dei campi abbandonati nelle Marche e in Romagna: aggruppamenti erbacei pionieri e stadi arbustivi. *Not. Fitosoc.*, 12, 49-66.
- UBALDI D. (1978). I prati a *Cynosurus cristatus* del Montefeltro. *Not. Fitosoc.*, 13, 13-23.
- ZANGHERI P. (1976). *Flora Italica*. Cedam. Padova.

ANNEXE I

Espèces accidentelles des quatre situations examinées

-- Exposition Nord et couverture totale:

Agrimonia eupatoria (r); *Anthemis tinctoria* (r); *Brachypodium pinnatum* (+.2); *Bromus arvensis* (r); *Carex flacca* (+); *Chrysanthemum leucanthemum* (r;r); *Cirsium vulgare* (r); *Dipsacus fullonum* (r;+); *Galium mollugo* (r); *Galium verum* (r); *Lathyrus aphaca* (+;r); *Myosotis arvensis* (+); *Oenanthe pimpinelloides* (r;r); *Onobrychis vicifolia* (r); *Parentucellia viscosa* (r;r); *Phalaris bulbosa* (+.2); *Poa annua* (+.2); *Poa compressa* (+.2); *Ranunculus bulbosus* (+); *Stachys heraclea* (r); *Tragopogon porrifolius* (+); *Veronica agrestis* (+).

-- Exposition Nord et couverture partielle:

Agrostis stolonifera (+.3); *Ajuga chamaepitidis* (r); *Allium sphaerocephalon* (r); *Brachypodium distachyon* (+); *Carex flacca* (+); *Consolida regalis* (r); *Galium aparine* (+.2); *Leontodon hirsutus* (r); *Lolium temulentum* (r;r); *Matricaria chamomilla* (r); *Medicago minima* (+.2); *Melilotus elegans* (+); *Nigella damascena* (+); *Ononis spinosa* (+.2); *Poa compressa* (r); *Tordylium apulum* (r); *Trifolium scabrum* (+.2); *Xeranthemum cylindraceum* (r).

-- Exposition Sud et couverture totale:

Agropyron pungens (+.2); *Anthemis altissima* (+.2); *Bromus arvensis* (+); *Conyza canadensis* (+;+); *Coronilla scorpioides* (+); *Galium verum* (+.2); *Kichxia spuria* (r); *Leontodon hirsutus* (+); *Linum strictum* (r); *Melilotus altissima* (r); *Onobrychis vicifolia* (+); *Parentucellia viscosa* (r); *Tordylium apulum* (+).

-- Exposition Sud et couverture partielle:

Brachypodium distachyon (r); *Cerastium glomeratum* (r); *Kichxia spuria* (r); *Linum strictum* (r); *Medicago minima* (r); *Melilotus indica* (+); *Melilotus sulcata* (+;+); *Polygala monspeliaca* (r); *Trifolium obscurum* (+.2); *Trifolium scabrum* (+.2); *Xeranthemum cylindraceum* (+).

ANNEXE II

Localisation des relevés:

- Ferme Boscarelli, près de Montaperti;
- Ferme Gragli, près de Torre a Castello;
- Ferme Casanova, près de Castelnuovo Berardenga Scalo;
- Torre a Castello;
- Fontanelle, entre Arbia et Asciano;
- Ferme La Capanna, près de Torre a Castello;
- Ferme Paradiso, entre Arbia et Asciano.

A study on Douro vegetation *

F. REGO**

SUMMARY - Different classification and ordination techniques were used to study the natural vegetation of Douro region. Polar ordination (PO), principal components analysis (PCA), reciprocal averaging (RA), detrended correspondence analysis (DCA) were the ordination techniques used. Grouping of samples by dominance of the different Quercus sp. and two-way indicator species analysis (TWINSPAN) were the classification systems used.

Comparison between data records was made with TWINSPAN leading to the conclusion that there is no major difference in classifications based on presence-absence and quantitative data. Results arising from the data including only trees and that considering both trees and shrubs were not very different. Comparison of the several ordination techniques has been made in terms of the ecological meaning of its axes. PO was not so good as PCA and RA, and DCA was the best one.

In the classification by TWINSPAN, Quercus rotundifolia and Quercus pyrenaica characterize two very distinct groups. The first group can be subdivided according to the existence of Olea europea (community 1) or Arbutus unedo and Quercus suber (community 2). The second group includes two different communities: community 3 is characterized by Arbutus unedo, Quercus suber and Quercus robur and community 4 is typical of abundant Quercus pyrenaica.

Environmental gradients were studied, and precipitation was determined to provide a fairly good explanation of vegetation distribution. Elevation represents another gradient, and should be considered separately in the ecological interpretation of Douro climatic vegetation.

KEY WORDS : Classification, Ordination, Natural vegetation, Douro, Environmental gradients.

INTRODUCTION

Much work has been carried out in Portugal in order to study its vegetation. As in all the circum mediterranean area, two clearly distinct directions were taken in these works: physiognomic studies of plant communities and phytosociology (BARBERO and QUEZEL, 1981).

Physiognomic studies were undertaken for the mediterranean area, following the works of FLAHAULT and GAUSSEN and several authors proposed classifications of vegetation types according to elevation (QUEZEL, 1975).

In Portugal, SOUTO CRUZ (n. publ.) proposed several physiognomic units that apply to the Douro Region, arranged according to an altitudinal criteria: a Meso-mediterranean level covered by forests of *Quercus faginea*, sclerophyllous oaks (*Quercus rotundifolia*, *Quercus suber*) and *Acer monspessulanum*; and a Supra-mediterranean level with forests rich of deciduous oaks: *Quercus robur* in lower elevations (< 600 m) or

**Permanent address: Instituto Universitario de Trás-os-Montes e Alto Douro, 5000 Vila Real, Portugal.

*This study was conducted while in an exchange program at the University of Idaho, Moscow, Idaho, U.S.A.

This work benefited from discussions with Minoru Hironaka. I thank Karen Falke for assistance with the computer at the University of Idaho.

Quercus pyrenaica (with *Castanea sativa*) from 500 m to 1 500 m.

Phytosociological studies, based essentially on floristic relevés of "climax" vegetation and analysis of plant associations by the methodology initiated by BRAUN-BLANQUET (1928), were done for several Portuguese regions. Classification of ecosystems by that method was made for Portugal by BRAUN-BLANQUET, PINTO DA SILVA and ROSEIRA (1956). According to these authors, the Douro region would include species of the *Quercion fagineae* (extension of the *Quercion-ileicis* of the western Mediterranean) and *Quercion occidentale* (included in the *Quercetalia roboris*). In these studies, ecological relationships between the various associations were searched, but on an empirical basis.

For the Douro region, an excellent work was made by MENDONCA and VASCONCELLOS (1971), two phytosociologists whose pioneering works deserve great recognition. Numerous floristic relevés were made for that region, which constitute a basis for various other studies.

The aim of the present paper is to provide a better information on the Douro vegetation, using modern classification and ordination techniques that are currently being used all over the world (BRAY and CURTIS, 1957 ; ORLOCI, 1967 ; GAUCH, 1977 ; HILL, 1979 a, b). Applying these techniques to that set of data will give unbiased information on the existing climatic associations, as well as the environmental gradients involved. At the same time, different ordination methods are compared upon the ecological significance of their results. Classification was made for different data sets, ranging from the simplest (presence - absence of tree species) to the more complex (quantitative information on shrub and tree species). Comparison of the results will be most valuable in designing future studies. A more complete information on associations between tree and shrub species is provided, what can be of great interest in dynamic aspects of vegetation studies.

BRIEF CHARACTERIZATION OF THE STUDY AREA

The Douro region (latitude 40°45' N - 41°45'N, longitude 6°20' W - 8°10'W) is located in northeast Portugal in the Douro river basin (Fig. 1). This area is not homogeneous. The Douro valley, with a very definite "V" shape caused by hydraulic erosion of the schistous soils is the production area of the famous Porto wine. Involving this unity there is a big plateau ranging from 500 to 900 m with moderate rolling hills, traversed by some orogenic systems in the SW-NE direction, which significantly affects the climate.

Climate

The climatic characterization of the Douro region is not easy because of a lack of meteorologic data covering all the different conditions. The Mediterranean type climate is dominant. According to REAL et al. (1978), based on KOPPEN classification, this climate is mesothermic, wet, the dry season corresponding to summer and more than three months with average temperature above 10°C. Average temperature of the warmer month can be above 22°C in the areas below 500-600 m of altitude (climate type Csa. Koppen classification) and below 22°C in upper elevations (climate type Csb). The influence of the orogenic systems and interior valleys, created by tributary streams of Douro, are very relevant to all climatic features.

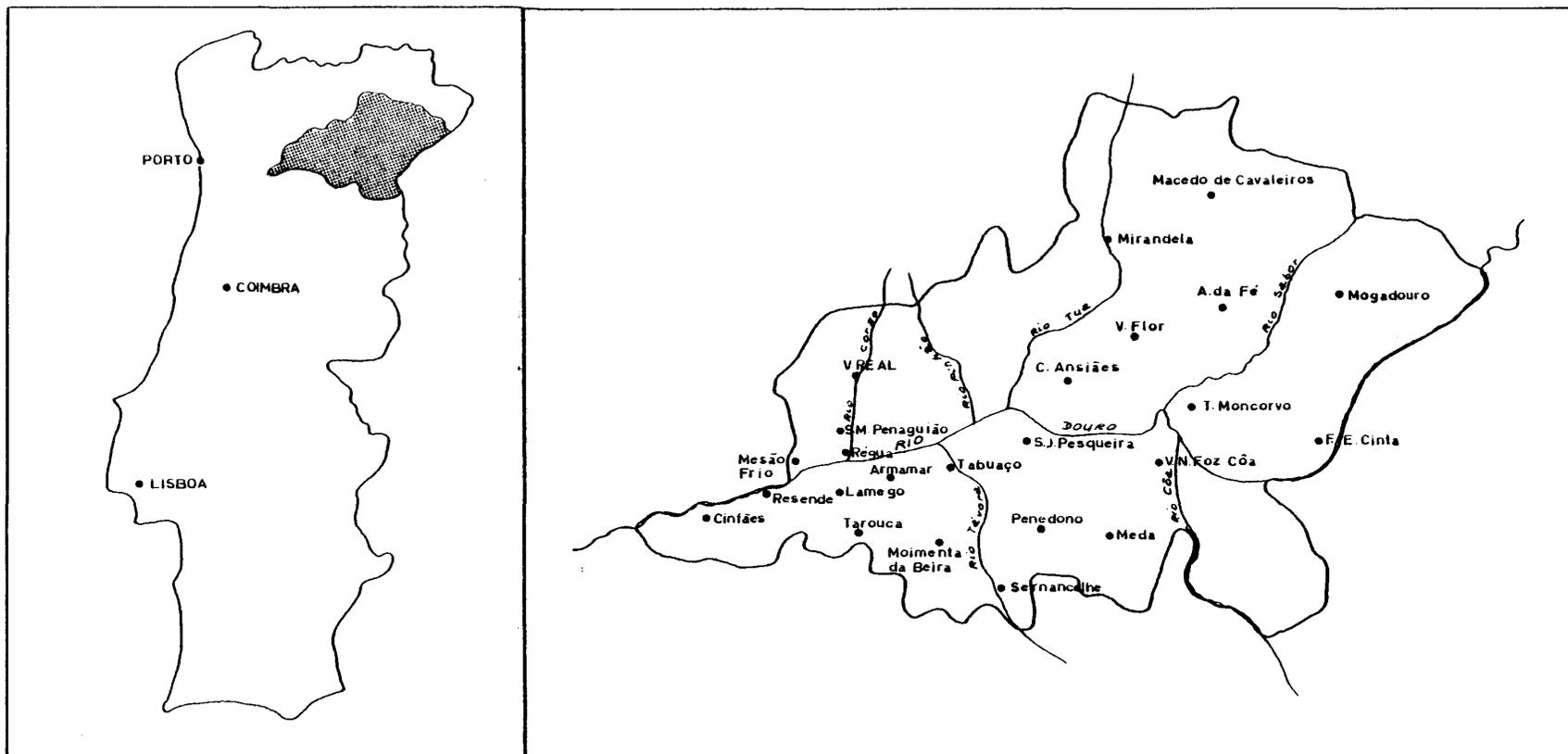


Fig. 1 - Douro Region.

In general, to the East precipitation decreases, thermic amplitudes get wider, and the frost season increases. Therefore, one is not surprised to find 1953 mm of average annual precipitation and 14.2°C as the maximum annual thermic amplitude in the mountains (930 m) of the West, as compared with 381 mm and 20.6°C at Barca de Alva (130 m) in the very interior of the Douro valley. Frost season can range from 26 days at Régua (West) to 61 days at Mirandela (East). Winds coming from Atlantic Ocean (W and SW) are dominant in the western part of the region. Further East dry winds coming from Spain (NE) are also very important.

Geology

Some important Paleozoic formations underlie most of the Douro area. A schistous formation is present in the Douro valley corresponding closely to the Porto wine production area (REAL et al., 1978). Granite is the main rock, covering about one third of the whole Douro area. Shales, schists, quartzites and slates are the more common rocks in the Northern part of the region. Pre-cambrian schists and gabbros with amphibole, olivine or pyroxene are the main rocks in a 400 km² area near Macedo de Cavaleiros. Small parts of this area are covered by Tertiary and Quaternary continental deposits, mainly shales, sandstones and conglomerates.

Soils

Two main groups of soils can be recognized in this areas (MARTINS, 1981) :

(1) Man made soils in the terraces in the Douro valley, mainly occupied by vineyards. They can be designated as anthropogenic soils.

(2) Soils where man activity was not so important. Parent material can be deeply altered due to climate (granite can be altered commonly more than 5 meters deep). According to the FAO classification (FAO/UNESCO, 1978), CARDOSO et al. (1973) stated that most of the soils of the region are Lithosols, Cambisols, Luvisols or Rankers.

Lithosols generally occur in steep slopes of the Douro valley and surrounding area. Cambisols are generally associated with moderate slopes or rolling surfaces. Luvisols are present in the bottomlands of Douro valley. Rankers are not common and are scattered in the plateau associated with cambisols or even lithosols.

The soils are generally sandy or silty, poor in organic matter (0.6 - 1.6 %), with a low pH (4.6 - 5.5). Phosphorus content is commonly low, but, inversely, these soils are rich in potassium.

Agriculture

Porto wine production, the most important in the whole region, decreases significantly from West to East and from the Douro valley to North and South. Olive and almond trees have their maximum abundance in the last areas. Accordingly, *Eucalyptus globulus* and *Pinus pinaster* are, in the same sense, gradually replaced by *Quercus suber* and *Castanea sativa*.

METHODS

Field methods

In the period 1942-1946, 126 plots were established in the study area as an attempt to sample natural vegetation in all the different ecological conditions. MENDONCA and VASCONCELLOS, the researchers who did that difficult work (MENDONCA and VASCONCELLOS, 1971) state that, frequently, finding stands without any sign of disturbance was not easy. In each stand ocular estimates of cover and density were recorded in a combined scale proposed by BRAUN-BLANQUET (1928). The same method was applied to the different layers (trees, shrubs, herbs).

VEGETATION OF THE DOURO REGION

TREES

- 1 - *Quercus rotundifolia*
- 2 - *Pistacia terebinthus*
- 3 - *Juniperus oxicedrus*
- 4 - *Olea europea*
- 5 - *Crataegus monogyna*
- 6 - *Quercus faginea*
- 7 - *Arbutus unedo*
- 8 - *Quercus suber*
- 9 - *Quercus pyrenaica*
- 10 - *Castanea sativa*
- 11 - *Quercus robur*

SHRUBS

- 12 - *Daphne gnidium*
- 13 - *Lavandula stoechas*
- 14 - *Cytisus multiflorus*
- 15 - *Osyris alba*
- 16 - *Cistus salvifolius*
- 17 - *Retama sphaerocarpa*
- 18 - *Cistus albidus*
- 19 - *Phillyrea angustifolia*
- 20 - *Rhamnus lycioides*
- 21 - *Jasminum fruticans*
- 22 - *Ruscus aculeatus*
- 23 - *Phagnalon saxatile*
- 24 - *Halimium viscosum*
- 25 - *Cistus ladanifer*
- 26 - *Cytisus scoparius*
- 27 - *Rhus coriaria*
- 28 - *Erica arborea*
- 29 - *Genista falcata*
- 30 - *Cytisus striatus*
- 31 - *Cistus psilosepalus*
- 32 - *Calluna vulgaris*
- 33 - *Ulex europaeus*

Vegetation analysis methods

Several methods were used for classification and ordination.

(1) According to MENDONCA and VASCONCELLOS (1971), samples were grouped by the dominance (higher value in the cover-density scale) of the different species of *Quercus*.

(2) Automatic polar ordination (PO), as described by BRAY and CURTIS (1957) was used to analyse presence-absence data of the tree layer. Two different distance measures (Euclidian distance ED and percentage distance PD) were used for the same data. In the program used, ORDIFLEX (GAUCH, 1977), the choice of the endpoints used in PO could also be made by another technique, reciprocal averaging (RA). This was also used.

(3) Principal components analysis (PCA) is a technique that "extracts ordination axes which account for maximal variance of the data structure" (GAUCH, 1977). As in the previous method, PCA was used to analyse presence-absence data of the tree layer. The several options available in ORDIFLEX (non-centered, centered and standardized) were studied.

(4) Reciprocal averaging (RA), also known as correspondence analysis, is an ordination technique that, by an iterative process, computes simultaneously sample and species scores in the ordination axes. In this process, the second axis must be uncorrelated to the first, and so on (HILL, 1973). Reciprocal averaging of ORDIFLEX was used for the same data as PO and PCA.

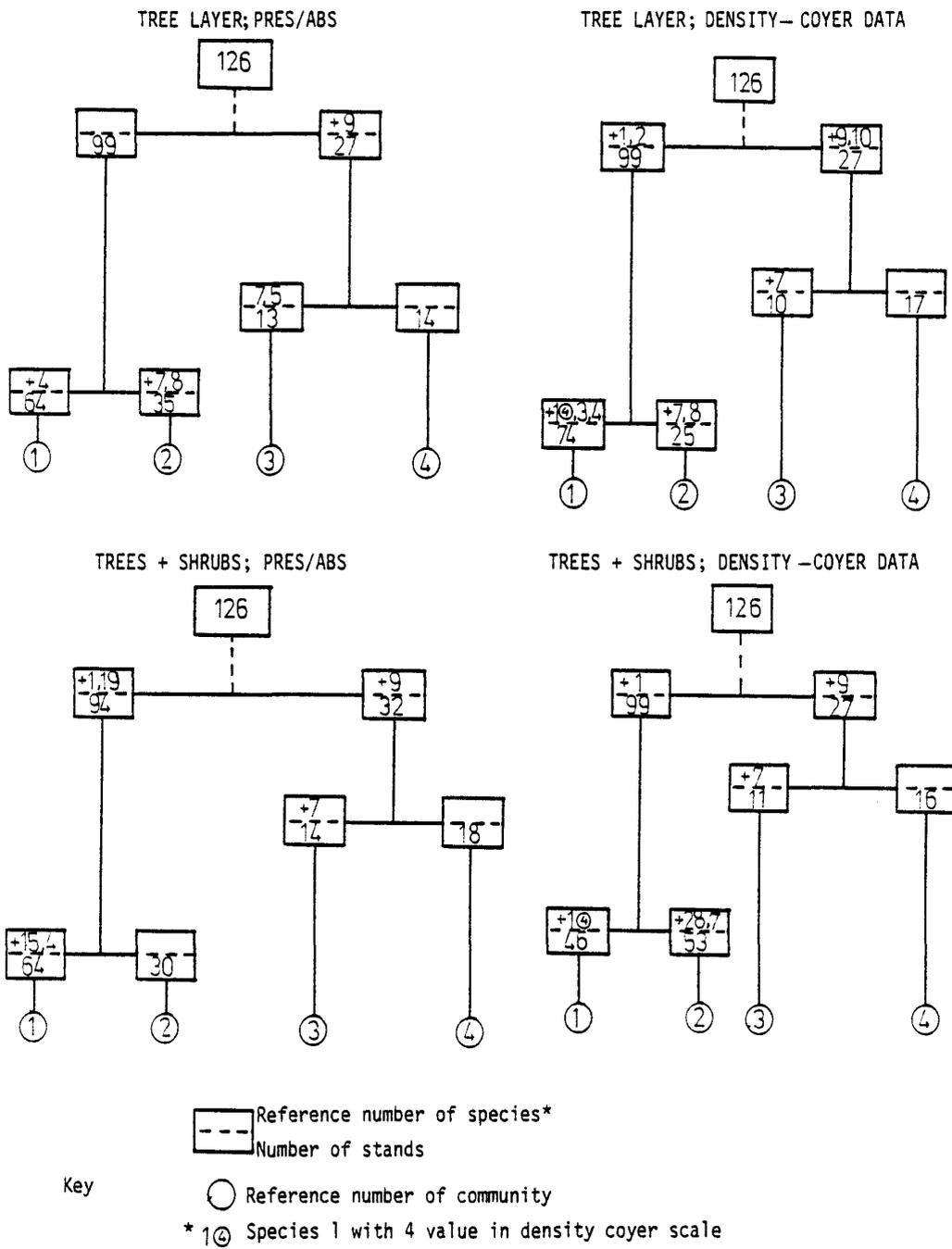


Fig. 2 TWINSpan dichotomies and divisive criteria

(5) Detrended correspondence analysis (DCA) is a technique developed to improve RA features. In this technique axes must be independent, not merely uncorrelated (HILL and GAUCH, 1980). Also axes are rescaled aiming to have the within-sample standard deviation approximately unit at all points of the gradient and, therefore, a better ecological meaning. DECORANA (HILL, 1979 a) was the program used for presence-absence data of the tree layer and for both tree and shrub layers.

(6) Two-way indicator species analysis (TWINSpan) is a polythetic divisive method that constructs a key to sample classification by identifying one to several species which are particularly diagnostic of each division in the classification (HILL, 1979 b). In order to compare the results of presence-absence with density-cover data and the tree layer with trees + shrubs, TWINSpan (HILL, 1979 b) was used.

Methods used for environmental data

In this work, environmental data has been not easy to obtain. Estimates of average annual precipitation were interpolated from a map (1:500 000) made by DAVEAU (1977), and for average annual temperatures rough estimates were based on a map (1:1 000 000) published by the National Meteorological Services (1965).

The elevation of each stand is that reported by MENDONCA and VASCONCELLOS (1971), and it is here considered as environmental data.

It would be interesting to get data on soil properties (physical and chemical) but it was an impossible task.

RESULTS AND DISCUSSION

Comparison of different data records

TWINSpan was selected as the method to compare results arising from different data records, due to its objective and automatic criteria for partitions. Data collected by MENDONCA and VASCONCELLOS (1971) were used as the basic data set. Information on the shrub layer was added to the tree layer for comparison of results (Fig. 2). The analysis was terminated at the second level of division.

The divisions were similar in all the runs, and provided a good basis for any classification. The criteria of the dichotomies were rather uniform, leading to the conclusion that, for this particular data set, information on the presence or absence of species in the tree layer is the most important. The extension of this concept to other data is premature, but we think that future research would eventually support the idea that, for a first approximation the qualitative information of the tree layer is generally enough. For further subdivisions, as well as in the case of the absence of the tree layer, information on the shrub layer can be found very useful.

Comparison of methods

It is clear (GAUCH et al., 1977) that ordinations depend on the effects of the characteristics of various sets of samples (sample and total species number, alpha and beta diversity, directions of community variation, sample errors, presence of outlier samples or disjunctions, etc...). However, evaluation of the different methods can be assessed, for a given set of data, through the ecological interpretation of the axes produced by the several ordination techniques. A major purpose of these techniques is the recognition of joint variation in the community composition and environmental factors.

Linear regressions of environmental data on sample scores in each of the first two axes of each ordination were tried. Multiple regressions (with the first two axes of each ordination as dependent variables) were tried and recorded in Table I when they produce a significant ($P < 0.05$) increase of explanation over the best single axis. It is very interesting that, for all ordinations, precipitation was correlated with the first axis. This gives us the idea that the more important variation in natural plant communities is probably due to precipitation in this region (Table I). Temperature and elevation are negatively correlated with each other, as expected, and both have orientations that differ sometimes from the ordination axes, as usual with most environmental gradients.

Comparing the results of the six different strategies for ordination and classification of presence-absence data of the tree layer, we can find some important differences :

(1) Grouping of samples by dominance of different species of *Quercus* provided a first broad classification in five groups, which includes stands dominated by *Quercus rotundifolia* (76 stands), *Quercus suber* (9), *Quercus faginea* (12), *Quercus pyrenaica* (19) and *Quercus robur* (10). This method does not have any strong scientific criteria behind it, but it can be considered a good first approach to a more objective classification.

(2) Polar ordination provided scores for axis 1 and 2 (for both ordinations) that were used in the construction of the maps (Fig. 3). In this method, choice of the endpoints is really a crucial problem. Choice of sample 77 and 4 as endpoints in the first axis of the samples ordination was not, perhaps, the best one, but the choice of different endpoints requires subjective criteria or the use of other previous techniques (RA or PCA) that may give, by themselves, good results.

Methods	Precipitation	Temperature	Elevation
PO	$r_1 = - 0.42$	$r_2 = - 0.29$	$R = 0.55$
PCA - CENT	$r_1 = 0.63$	$r_1 = - 0.45$	$R = 0.63$
RA	$r_1 = - 0.56$	$r_1 = 0.50$	$R = 0.61$
DCA (Tree layer)	$r_1 = 0.61$	$R = 0.51$	$R = 0.73$
DCA (Trees+shrubs)	$r_1 = 0.54$	$R = 0.53$	$R = 0.81$

r_1 - Correlation coefficient with axis 1

r_2 - Correlation coefficient with axis 2

r_3 - Correlation coefficient from multiple regression (axis 1 and 2)

Table I : Correlation coefficients of sample scores in the ordinations with precipitation, temperature and elevation.

Other fault, generally observed in this method, is the tendency for samples to be at equal distance from the endpoints, making interpretation difficult. This fault increases due to a very few number of species in the data and/or too much or too few species at the endpoint samples. Variants of PO using PD or ED have been used, results being essentially the same. Ecological meaning of axes is shown in Fig. 3. Correlations with environmental data were very significant ($P < 0.01$) but lower than other methods (Table I).

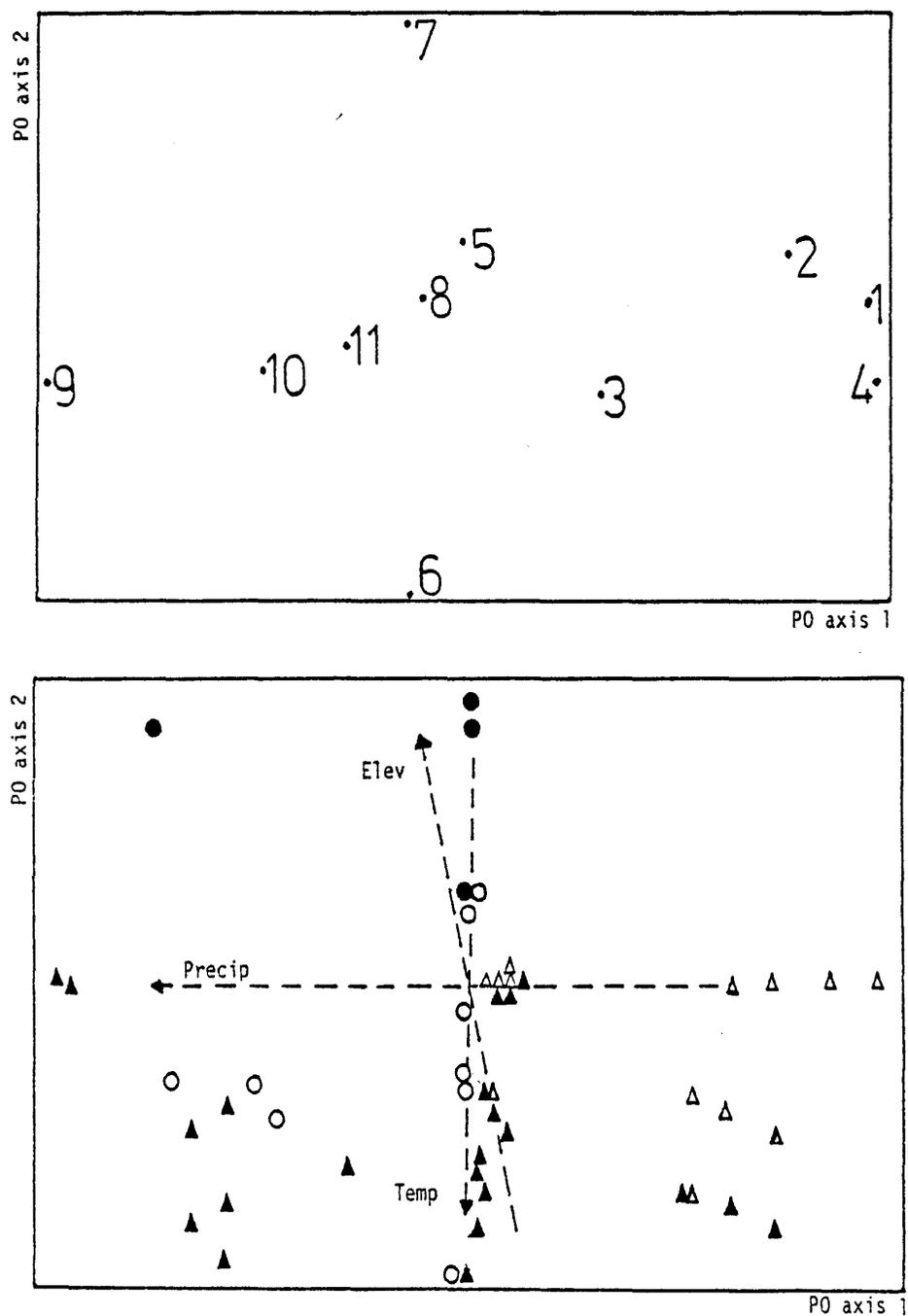


Fig. 3 - Polar ordination for species (Top) using Euclidian distance (ED) and choice of the endpoints by Reciprocal Averaging (RA). PO for samples (bottom) used percentage distance (PD) and automatic BRAY and CURTIS method for choice of the endpoints. In samples ordination TWINSPLAN classification (Fig. 2) for presence-absence data of the tree layer is shown.

△ - Group 1 ▲ - Group 2 ○ - Group 3 ● - Group 4

(3) With principal components analysis, PCA (variants non-centered, centered, and standardized) results were much more meaningful, but grouping of samples for classification purposes was not easy, samples being scattered all over the area (Fig. 4). PCA is said to produce extensive reversals of sample positions on the first axis when the value of beta diversity (the degree of floristic difference among samples of a set) exceeds 3 half-changes (GAUCH et al., 1977). Here (with a higher value of beta diversity, approximately 4 h.c.) it did not seem to cause any major trouble in the ecological interpretation of axes, as shown in Table I.

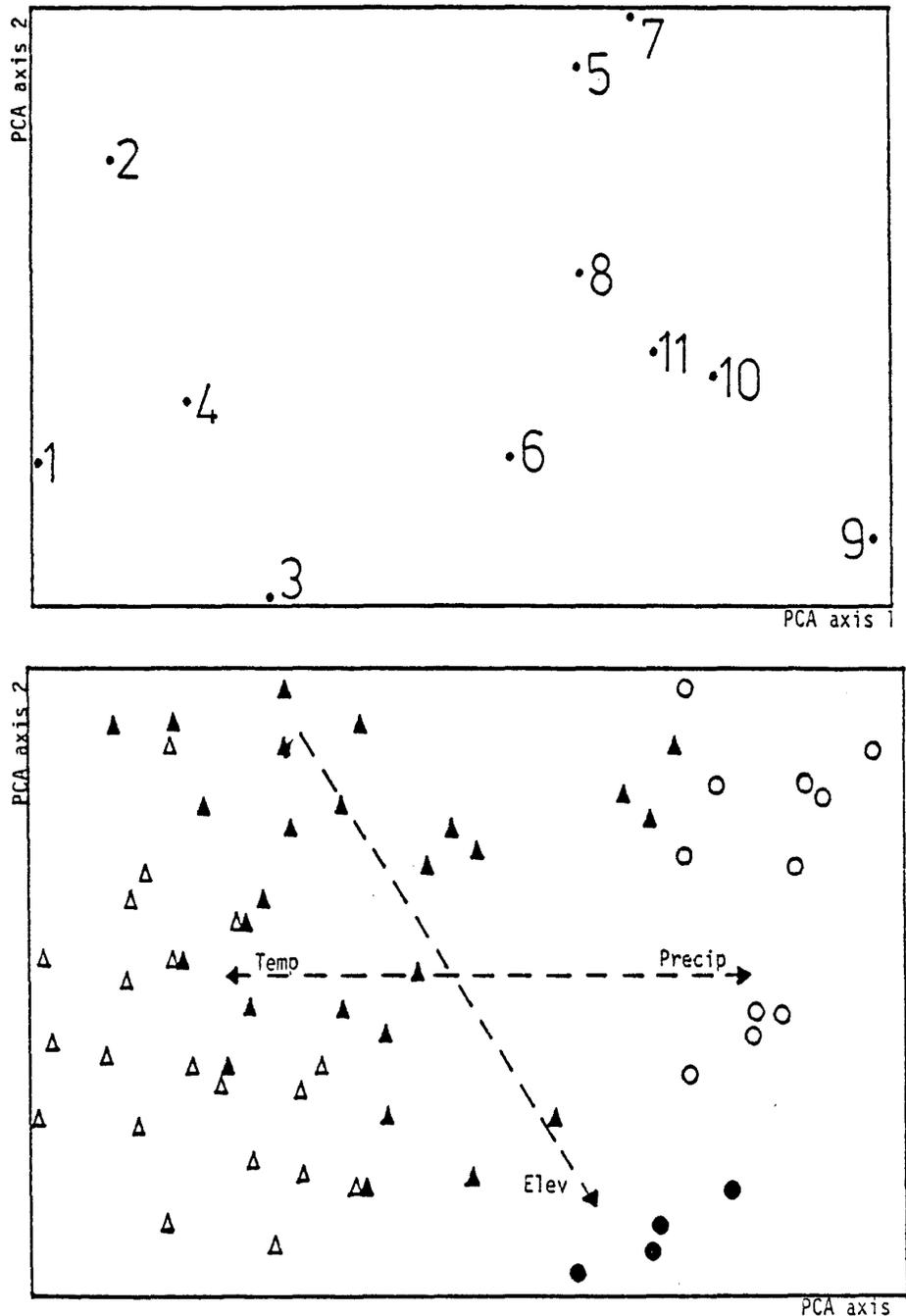


Fig. 4 - Principal component analysis (PCA) for species (Top) and samples (Bottom). Variant centered was used. TWINSpan classification can be seen as in PO.

(4) Reciprocal averaging (RA) really improved grouping of samples, but the "arch effect" (GAUCH et al., 1977), resulting from a curvilinear dependence of the second axis from the first, was notorious (Fig. 5) in both samples and species ordinations,

which are nearly co-ordinate with each other. Correlation with environmental gradients are not significantly different from results obtained with PCA (Table I). The problem with this method is that the dependence of the axis does not generally allow the second axis to have a distinct statistical ecological significance.

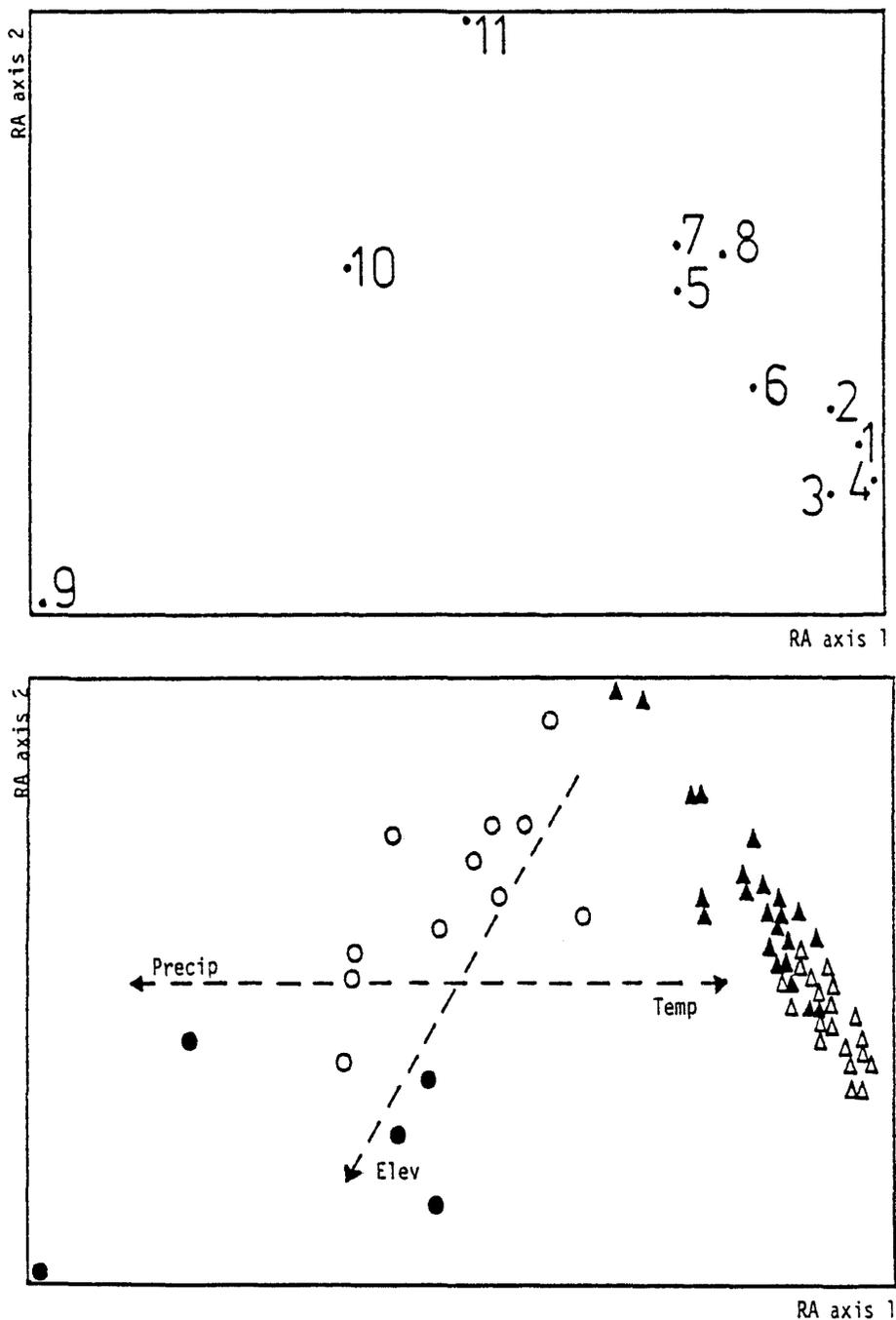


Fig. 5 - Reciprocal averaging (RA) for species (Top) and samples (Bottom) where TWINSpan classification can be observed, as before.

(5) Detrended correspondence analysis (DCA) resolved for the "arch effect" (Fig. 6) and rescaling of axes gave more ecological meaningful results (Table I). Using information on presence-absence of species of the shrub layer, the results are presented in Fig. 7. Correlation with environmental gradients were improved for temperature and elevation and decreased for precipitation (Table I).

Two-way indicator species analysis (TWINSpan) was the only method used where partitions are automatic (GAUCH and WHITTAKER, 1981). The results obtained (Fig. 2) were very easy to interpret and very simple to compare with the results from other techniques. For this purpose TWINSpan classification of presence-absence data of the tree layer (groups 1, 2, 3, 4) is shown in all the ordination maps. Similarities in the arrangement of stands from TWINSpan, RA and DCA is expected since the former classifies stands based on a series of RA ordinations (MARKS and HARCOTBE, 1981).

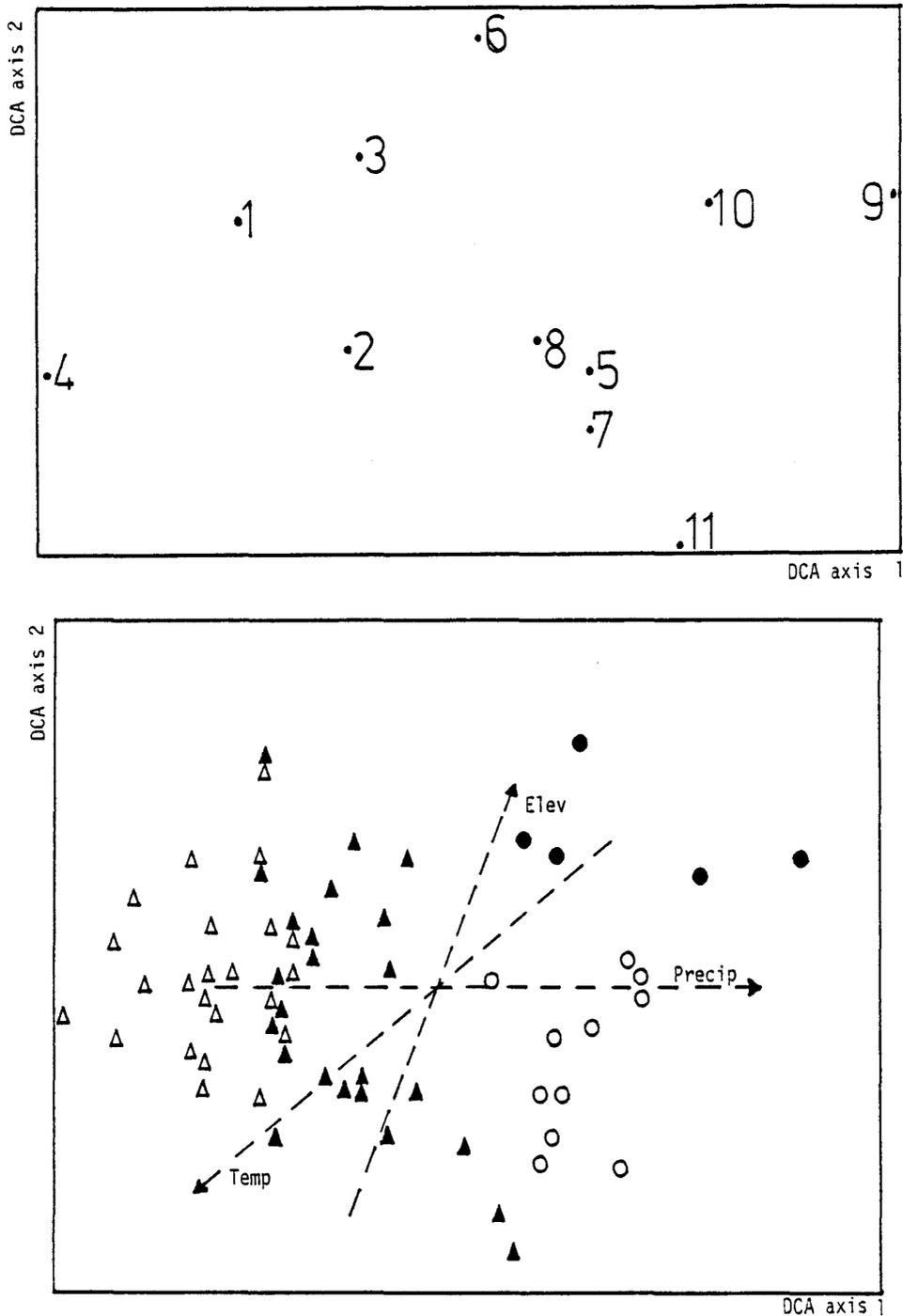
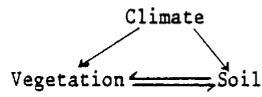


Fig. 6 - Detrended correspondence analysis (DCA) applied, as PO, PCA and RA, to the tree layer (presence-absence). In the bottom we can see TWINSpan classification, as before.

Environmental factors

If we agree with JENNY (1958), the interplay of climate, soil and vegetation can be represented by a triangle :



Other authors (WARING and MAJOR, 1964) added relief, biota (including flora), fire and time (plant succession) to those environmental factors.

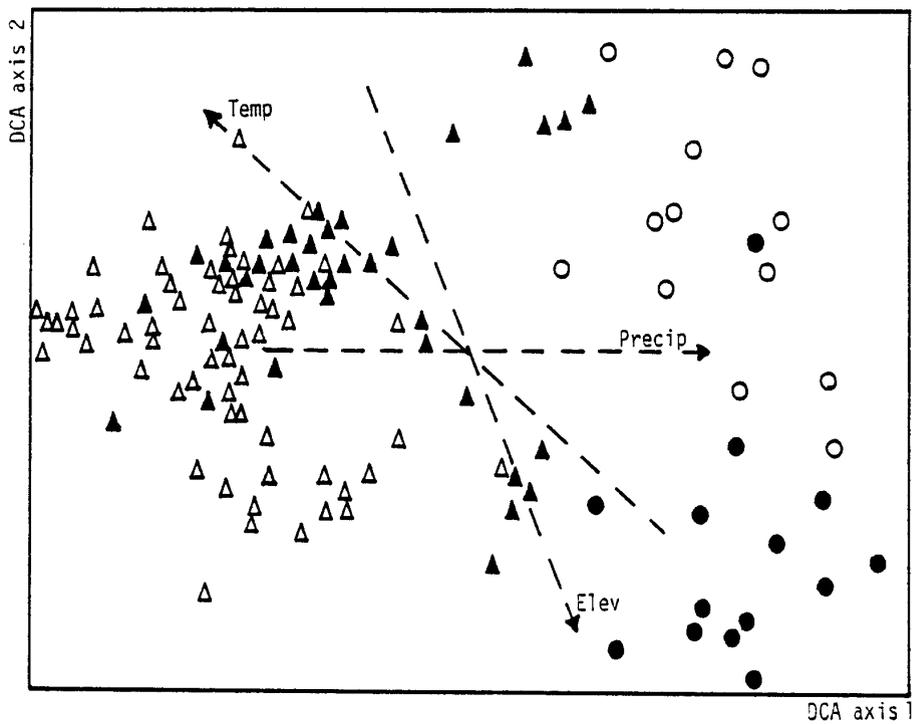
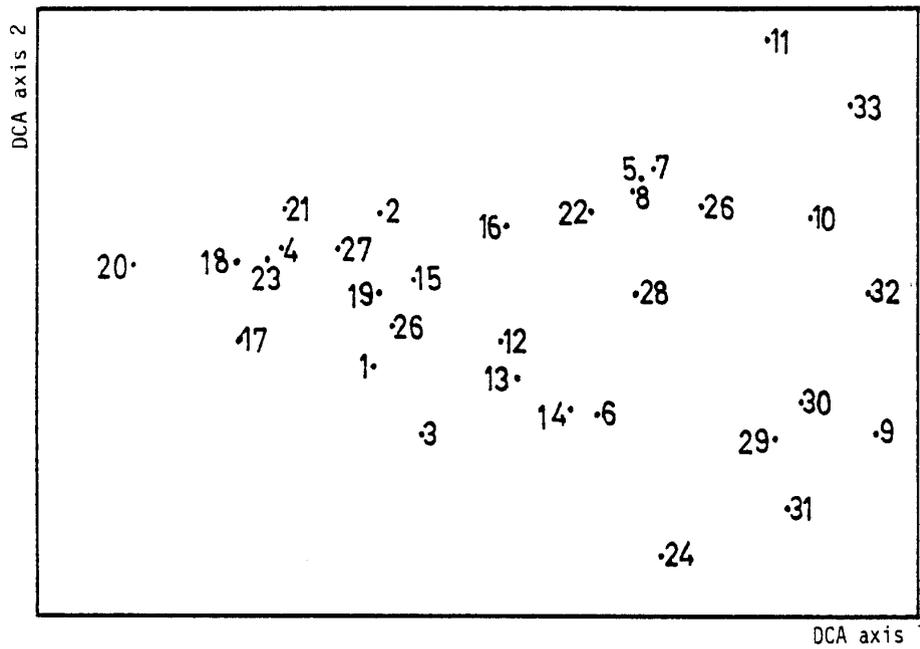


Fig. 7 - DCA applied to presence-absence data for trees + shrubs. TWINSpan classification in the bottom, as in Fig. 3, 4, 5, 6.

In this study only climatic variables were correlated to phytosociological ordinations. Aspect and slope were not considered. Distribution of plant communities seemed closely related to precipitation. Trees distribution according to this factor can be seen in Fig. 8.

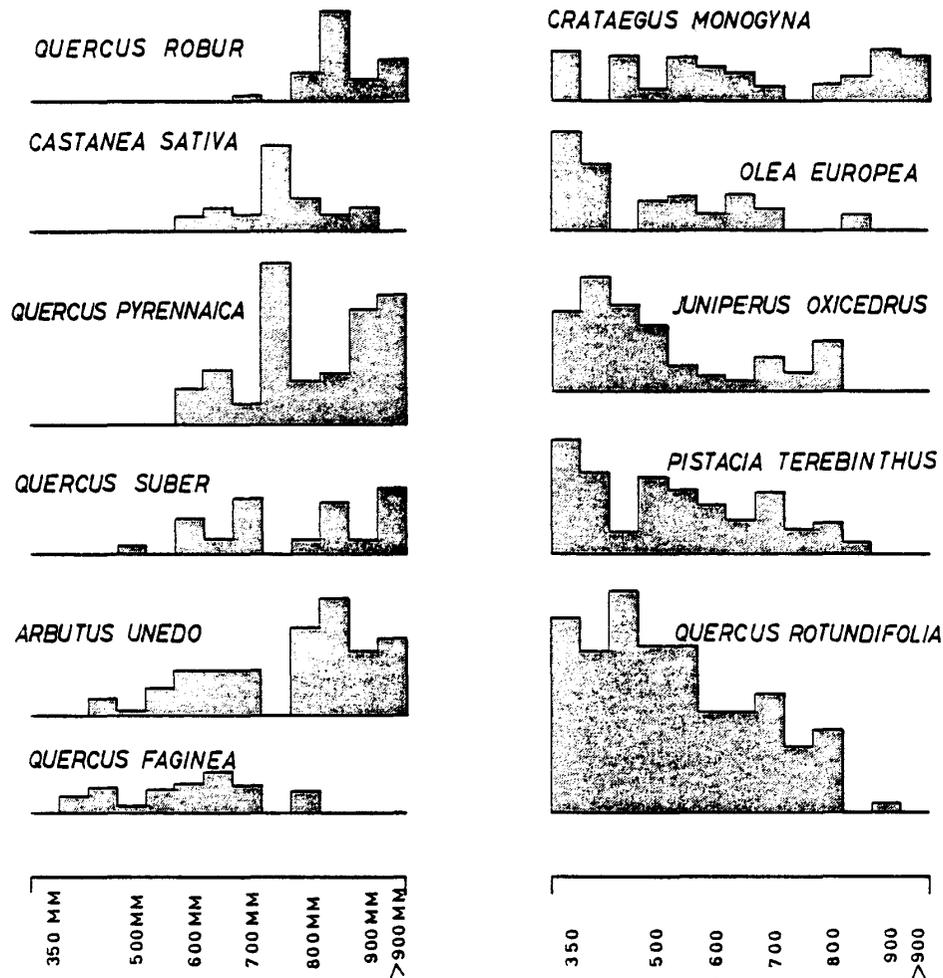


Fig. 8 - Distribution of the tree species according to precipitation. Graphics are made with averages of density-cover values.

We should expect, from JENNY's diagram, a very close relationship between "climax" vegetation and soils. Although soil data was not collected, we can say that, in a general way, communities 1 and 2 (TWINSPAN classification) correspond to the schistous soils of Douro valley and communities 3 and 4 to the involving areas.

As we have previously stated, an effort was made in order to sample non-disturbed stands. Interpretation of vegetation data including disturbed stands would not probably be so simple and would require some different conceptual models (HUSCHLE and HIRONAKA, 1980).

Ecological results

"Climax" vegetation of the Douro region can be included in two major groups, characterized by the presence or absence of *Quercus pyrenaica*, an indicator species of wet (but also cold) sites. Vegetation including this species is clearly related with the *Quercion occidentale* (BRAUN-BLANQUET et al., 1956) and the physiognomic

unit referred as forests of deciduous oaks (SOUTO CRUZ, n.publ.). In opposition, drier conditions would eliminate *Quercus pyrenaica* and would permit the presence of *Quercus rotundifolia* related to the *Quercion fagineae* and the "forests of *Quercus faginea*, sclerophyllous oaks, and *Acer monspessulanum*". The main environmental factor involved in this distinction is precipitation, very significantly correlated with axis 1 in all ordinations (Table I). The absence of *Quercus faginea* in the actual relevés can be explained by the extreme susceptibility of this species to fire, an important factor in shaping natural vegetation in mediterranean countries. Accordingly, CATARINO et al. (1982) refer the presence of *Quercus faginea* in the Serra da Arrábida, but exclusively in protected sites.

The group characterized by the absence of *Quercus pyrenaica* and the presence of *Quercus rotundifolia*, and including sclerophyllous species as *Pistacia terebinthus* and *Phyllirea angustifolia* can allow at the drier sites the invasion of species of the *Oleo-ceratonion* such as *Olea europea*, *Rhamnus lycioides*, *Cistus albidus*, *Retama sphaerocarpa*, *Phagnalon saxatile*, *Jasminum fruticans*, *Rhus coriaria*, *Cistus ladanifer* and *Osyris alba* together with abundant *Quercus rotundifolia*. This is in the transition to the "maquis" appearing in the driest zones in siliceous soils, and including a closed underbush with many cistaceous among which oaks and isolated pines stand out (CARRERA et al., 1981). This is called Community 1. In a more humid environment, this community is replaced by Community 2, including *Arbutus unedo* and *Quercus suber*, associated with *Ruscus aculeatus*, *Cytisus scoparius* and *Erica arborea*. This community is distinct of the *Arisareto-Quercetum fagineae* but can exhibit some similarities.

The group characterized by the presence of *Quercus pyrenaica* is subjected to an important division. Community 3, identified with lower elevations includes *Arbutus unedo*, associated with *Quercus suber*, *Quercus robur* and *Ulex europaeus*. This is in agreement with the altitudinal arrangement of SOUTO CRUZ (n.publ.) and is clearly in relation to the *Rusceto-Quercetum roboris*. Community 4, similar to the *Holceto-Quercetum pyrenaicae*, and typical of abundant *Quercus pyrenaica* associated with *Halimium viscosum*, *Cytisus striatus*, *Cistus psilosepalus* and *Calluna vulgaris*, cover much of the areas in higher altitudes.

The environmental factors involved are not perfectly separate. There is a tendency of precipitation to be correlated with axis 1 and elevation with axis 2. However, an increase in elevation will increase precipitation, at some extent, as known from studies in all the mediterranean area (ASCHMANN, 1973) and as confirmed by this study (Fig. 3 to 7). It is also apparent from this data that temperature is at the same time negatively correlated with precipitation and elevation.

Finally, we should conclude that the divisions made have not the same significance. Distinction between the two major groups is very important, and in the subsequent divisions, the distinction between Community 1 and 2 is far less important than between Communities 3 and 4 (Fig. 2).

CONCLUSIONS

Two types of conclusions can be drawn from this work : those referring to the methodology in vegetation analysis and those related to the ecological results themselves.

For the first (comparison of methods) TWINSpan classification was clearly supported by ordination results, specially DECORANA, which revealed the best features, namely providing the best ecological interpretation. These two methods seem to be very appropriate to use in future studies using the phytosociological method which remains, in certain conditions, one of the best means of approaching planning or zoning problems on a small scale (BARBERO and QUEZEL, 1981). Information on the shrub layer doesn't seem strictly necessary for classification purposes. This is very advantageous because it is easier to classify by the more visible vegetation structures, the trees, and also because shrubs are more subject to minor undetected disturbances (slight grazing, etc...). Nevertheless information on the associations between trees and shrubs can show great interest in studies on vegetation dynamics.

The ecological results agree, to some extent, to the classification proposed by BRAUN-BLANQUET et al. (1956). Two major groups of relevés were separated : those including *Quercus rotundifolia* (related with the *Quercion fagineae*) and those with *Quercus pyrenaica* (of the *Quercion occidentale*). Ordinations showed that the main factor distinguishing these groups was precipitation, the first representing drier conditions. These two major groups were then subdivided according to the presence or absence of some species (like *Arbutus unedo* and *Quercus suber*) indicating mesic conditions. Four different communities resulted from these classifications : community 1 with abundant *Quercus rotundifolia*, includes shrubby species of the maquis and is separated from community 2 by the absence, in the former, of the indicator species *A. unedo*, *Q. suber* ; communities 3 and 4 have *Quercus pyrenaica* the later with great abundance of this species and excluding the species indicating mesic conditions. Distinction between communities 1 and 2 was recognized to be related with precipitation and between communities 3 and 4 mainly with elevation. This leads to the conclusion that precipitation and elevation should be considered separately in the ecological interpretation of vegetation distribution. In large scale studies, there is an obvious tendency to arrange vegetation types according to elevation because this factor is known to be related with precipitation (ASCHMANN, 1973), temperature (BARBERO and QUEZEL, 1981) or soil properties (ZINKE, 1973) and gives a simple, unbiased and important data to use for classification purposes when dealing with extensive gaps on climatic information. However, it is apparent from this work that only by the simultaneous use of precipitation and elevation, it is possible to explain vegetation distribution. The average minima of the coldest month is a parameter closely related with elevation. Therefore, studies using this parameter together with precipitation (EMBERGER, 1933 ; LE HOUEROU, 1971) seem very appropriate.

Finally, we should conclude that for future studies in this region, attention should be paid to the intense anthropogenic factors involved in shaping present vegetation, including cutting, grazing and fire.

REFERENCES

- ASCHMAN H. (1973). Distribution and peculiarity of Mediterranean ecosystems.
In : *Mediterranean type ecosystems. Ecological Studies*, 7.
Di Castri and Mooney Eds., Berlin.
- BARBERO M., QUEZEL P. (1981). Classifying Mediterranean Ecosystems in the Mediterranean Rim Countries and in Southwestern USA.
In : *Symp. on Dynamics and Manag. of Mediterranean-type Ecosystems*,
San Diego.
- BARRETO L.S. (1980). Introdução a análise exploratória de dados em ecologia/ambiente.
I.N.I.C./C.E.F. Lisboa, 21 pp.
- BRAUN-BLANQUET J. (1932). *Pflanzensoziologie*.
Engl. Transl. by Fuller and Conard, 1932.
- BRAUN-BLANQUET J., PINTO DA SILVA, ROSEIRA (1956). Résultats de deux excursions géobotaniques.
Agr. Lusitana, 3, Lisboa.
- BRAY J.R., CURTIS J.T. (1957). An ordination of the upland forest communities of Southern Wisconsin.
Ecol. Monog., 27, 325-349.
- CARDOSO J., CARVALHO M., BESSA T., MARADO B. (1973). Carta de solos de Portugal (1:1 000 000).
Agr. Lus., 33, 481-602.
- CARRERA J., SIMON E., FISAC M. (1981). Regional management of mediterranean ecosystems in Spain.
In : *Symp. on Dynamics and Manag. of Mediterranean-type Ecosystems*,
San Diego.
- CATARINO F.M., CORREJA O., CORREJA A.I. (1982). Structure and dynamics of Serra de Arrábida mediterranean vegetation.
Ecol. medit., VIII (1/2), Marseille.
- CRUZ C.S. (n.publ.). *Panorama da vegetação natural portuguesa*.
- DAVEAU S. (1977). Répartition et rythme des précipitations au Portugal.
Mem. Cent. Est. Geogr., 3, Lisboa.
- EMBERGER L. (1933). Nouvelle contribution à l'étude de la classification des groupements végétaux.
Rev. Gen. Bot., 45.
- FAO-UNESCO (1971-1978). *Soil Map of the World (1: 5 000 000)*.
UNESCO, Paris.
- GAUCH Jr. H.G. (1977). ORDIFLEX - A flexible computer program for four ordination techniques : Weighted Averages, Polar Ordination, Principal Components Analysis, and Reciprocal Averaging.
Ecology and Systematics, Cornell University, Ithaca, NY.
- GAUCH Jr. H.G. (1980). Rapid initial clustering of large data sets.
Vegetatio, 42, 103-111.
- GAUCH Jr. H.G., WHITTAKER R.H. (1981). Hierarchical classification of community data.
J. Ecol., 69, 537-557.
- GAUCH JR. H.G., WHITTAKER R.H., WENTWORTH T.R. (1977). A comparative study of reciprocal averaging and other ordination techniques.
J. Ecol., 65, 157-174.
- GOFF F.G., ZEDLER P.H. (1968). Structural gradient analysis of upland forests in the western Great Lakes area.
Ecol. Monog. 38, 65-86.
- HILL M.O. (1973). Reciprocal Averaging : an Eigenvector method of ordination.
J. Ecol., 61, 237-249.

- HILL M.O. (1979 a). DECORANA - Fortran program for Detrended Correspondence Analysis and Reciprocal Averaging.
Ecology and Systematics, Cornell University, Ithaca NY.
- HILL M.O. (1979 b). TWINSpan - A Fortran program for arranging multivariate data in an ordered two-way table by classification of the individuals and attributes.
Ecology and Systematics, Cornell University, Ithaca NY.
- HILL M.O., GAUCH Jr. H.G. (1980). Detrended Correspondence Analysis : an improved ordination technique.
Vegetatio, 42, 47-58.
- HUSCHLE G., HIRONAKA M. (1980). Classification and ordination of seral plant communities.
J. Range Manag., 33(3), 179-182.
- JENNY H. (1958). Role of the plant factor in the pedogenic functions.
Ecol. 39(1), 5-16.
- LE HOUEROU A.H. (1971). L'écologie végétale dans la région méditerranéenne.
Inst. Agr. Medit. Bari.
- LOUCKS O.L. (1962). Ordinating forest communities by means of environmental scalars and phytosociological indices.
Ecol. Monog., 32, 137-166.
- MARKS P.L., HARCOTBE P.A. (1981). Forest vegetation of the Big Thicket, Southeast Texas.
Ecol. Monog., 61(3), 287-305.
- MARTINS A.A. (1981). *Considerações sobre os solos do Douro*.
Non published.
- MENDONCA F.A., VASCONCELLOS J.C. (1971). Estudo fitogeográfico da Região Duriense.
Sep. Anais do Vinho do Porto, 48 pp.
- ORLOCI L. (1967). An agglomerative method for the classification of plant communities.
J. Ecol., 55, 193-206.
- QUEZEL P. (1976). Les forêts du pourtour méditerranéen.
In : *Forêts et maquis méditerranéens : Ecologie, Conservation et Aménagement*, Note technique du MAB, n° 2, UNESCO.
- REAL F., GARCIA J., OTTO A.S., GONCALVES D. (1978). Aspectos climáticos, geológicos, fisiográficos e de aptidão agro-silvo-pastoril da área do Douro.
Publ. IPVR, Vila Real.
- SERVICOS METEOROLOGICOS NACIONAIS (1965). *O clima de Portugal*. Fasc. XVI.
- WARING R.H., MAJOR J. (1964). Some vegetation of the California coastal redwood region in relation to gradients of moisture, nutrients, light and temperature.
Ecol. Monog., 34, 167-215.
- ZINKE P.J. (1973). Analogies between the soil and vegetation types of Italy, Greece, and California.
In : *Mediterranean type Ecosystems, Ecological Studies 7*, Di Castri and Mooney Eds. Berlin.

La *Tétracлинаie*⁽¹⁾ sur terra rossa en sous-étage subhumide inférieur chaud en Oranie (ouest-algérien)

C. ALCARAZ*

RESUME - Cette publication est consacrée à l'étude des grandes lignes physiologiques, dynamiques, phytosociologiques et écologiques des groupements à *Thuya* TH₄ du Littoral oranais. D'une manière plus précise, ce travail nous a permis de définir 17 groupes phytocéologiques, floristiques ou écologiques au sein de ces groupements à TH₄⁽³⁾.

SUMMARY - This publication concerns the study of the main physiological, dynamic, phytosociological and ecological features of TH₄ *thuya* formations of the littoral of Oranie. More precisely, this work has allowed us to define 17 phytoecological, floristic or ecological groups within these formations.

MOTS CLES : ALGERIE , ORANIE, Phytosociologie, Ecologie, Groupements, Groupes, *Thuya*.

INTRODUCTION

Avant d'aborder l'étude de ces groupements TH₄, il paraît utile de préciser la méthode d'étude ainsi que la nature des autres groupements à *Tetraclinis articulata* TH₁, TH₂ et TH₃ mentionnés au cours de cette publication et ayant fait l'objet d'autres travaux personnels.

La méthode s'inspire, au départ, de celle de l'école Zuricho-Montpel-liéraine, puisque les relevés ont été établis conformément aux conceptions classiques de J. BRAUN-BLANQUET (1952). Chemin faisant, elle s'en écarte pour prendre un caractère plus écologique.

En effet, dans un premier temps, nous classons les relevés de chaque "type de végétation" par catégorie de sol. C'est ainsi, par exemple, que nous groupons d'un côté les relevés phytosociologiques se rapportant à la *Tétracлинаie* sur

*Université de PERPIGNAN - Avenue de Villeneuve - 66025 PERPIGNAN-CEDEX.

(1) Le terme de *Tétracлинаie* est synonyme de *Callitriaie*.

(2) *Tetraclinis articulata* est synonyme de *Callitris quadrivalvis*.

(3) TH est l'abréviation de THUYA.

sols rouges non calcaires (ou peu calcaires), et d'un autre côté, ceux de la même formation sur sols de couleurs blanche, grise ou beige, riches en calcaire.

Dans un second temps, chacun de ces 2 grands groupes de relevés ont été subdivisés en fonction de bioclimats. On obtient de la sorte plusieurs types de *Tétraclinaie* (et de groupements) au sein de ces 2 grandes catégories de sols:

- d'une part, une *Tétraclinaie* semi-aride supérieure chaude sur sol calcaire,
- d'autre part, des *Tétraclinaies* sous des bioclimats identiques ou différents : semi-arides et subhumides, mais sur sols rouges non calcaires (ou peu calcaires).

Nous avons ainsi opéré pour tous les "types de végétation" et de groupements se rencontrant dans l'Ouest Algérien depuis le bord de mer jusqu'à l'intérieur du pays (Junipéraie littorale, *Tétraclinaie*, Chênaies vertes, Pinèdes, Subéraies, formations steppiques, etc...).

Cette façon de procéder nous a permis, entr'autres, de définir tous ces "types de végétation" et plus particulièrement les groupements TH₄, faisant l'objet de la présente publication et les groupements TH₁, TH₂ et TH₃ mentionnés au sein de cette dernière.

D'une manière plus précise signalons que :

- TH₁ = groupements à Thuya sur sol calcaire en sous-étage semi-aride supérieur chaud.
- TH₂ = groupements à Thuya sur terra rossa en sous-étage semi-aride supérieur chaud.
- TH₃ = groupements à Thuya sur terra rossa en sous-étage subhumide inférieur chaud. (Sols sablo-limono-argileux non calcaires et profonds).
- TH₄ = groupements à Thuya sur terra rossa en sous-étage subhumide inférieur chaud, comme les groupements TH₃. Cependant, les sols de TH₄ diffèrent de ceux de TH₃ par leur texture limono-sablo-argileuse, mais aussi par la présence de calcaire (entre 0,84 et 14,69% de CO₃ Ca total), et leur faible profondeur.

I - GENERALITES - MILIEU

1 - Aire géographique

Ce type de *Tétraclinaie* (ou *Callitriaie*) s'étend essentiellement sur les crêtes et le versant sud et supérieur du Djebel Murdjadjo se dressant à l'Ouest de la ville d'Oran.

2 - Altitude

Cette *Tétraclinaie* se rencontre généralement entre 300 et 400 mètres d'altitude.

3 - Bioclimat = subhumide inférieur chaud.

Le bioclimat correspondant à cette *Callitriaie* est défini par les valeurs de Q₂ et m suivantes :

$$\begin{array}{rcccc} 94 & < & Q_2 & < & 105 \\ 7,6^\circ\text{C} & < & m & < & 8,1^\circ\text{C} \end{array}$$

Pour la signification de Q_2 et m il faut se référer aux travaux de :
L. EMBERGER, 1952; Ch. SAUVAGE, 1961; Cl. ALCARAZ, 1969 et 1982).

4 - Sol

Cette Tétracrinaie se développe sur terra rossa reposant sur substratum calcaire. L'érosion donne au paysage une allure karstique. La profondeur de l'horizon superficiel varie entre 0 et 0,20 mètre et plus généralement oscille autour de 0,10 mètre.

Limitons-nous à mentionner ici les résultats des analyses de 2 types de sols les plus représentatifs et caractéristiques de ce type de Tétracrinaie. Ce sont les sols n°3 et 130 suivants :

	N°3	N°130	
- CO_3Ca en pourcentage.....	0,84	14,69	
- pH	8	8,50	
- Cl^- en mg/litre	0,9	0,45	
- C organique en %	3,68	3,48	
- Gravier (> à 2000 Microns) en %	0,44	32,97	
- Sables grossiers et moyens (compris entre 200 et 2000 microns) en %...	9,34	10,32	
- Sables fins (compris entre 50 et 200 microns) en %	20,09	39,46	
- Limons grossiers (compris entre 20 et 50 microns) en %	17,06	5,26	
- Limons fins (compris entre 2 et 20 microns) en %	39,38	7,47	
- Argiles (inférieur à 2 microns) en %	13,76	8,01	
	Ca.....	33,60	56,40
- Complexeabsorbant (cations échangeables) en méq.g/100 g de terre)	Mg	2,46	1,80
	K	1,06	0,83
	Na.....	0,33	0,21

La lecture du tableau d'analyses ci-dessus permet de considérer ce sol comme limono-sablo-argileux passablement décalcarisé et moyennement riche en matière organique. Sa richesse en Ca^{++} freine l'absorption de K^+ par les végétaux.

II - LA VEGETATION

1 - Physionomie

Cette Callitriaie se présente très fréquemment sous la forme d'un matorral élevé (Thuyas compris entre 2 et 4 mètres de haut) et clair (recouvrement inférieur ou égal au 1/4 de la surface) et plus rarement sous l'aspect d'un matorral moyen (Thuyas compris entre 0,60 m et 2 mètres de hauteur) et clair.

Précisons que la Callitriaie mérite ces qualificatifs de matorral dans ses parties les moins accessibles à l'Homme et au bétail, car en bordure des pistes et des routes on passe à d'autres "type de végétation" plus dégradés. Exemples: matorrals en brosse à palmiers nains (ou à lavandes dentées), puis à des fragments de steppes ou à des pelouses. La dégradation dans un sens vertical est très apparente lorsqu'on se rapproche des lieux de passage.

2 - Dynamisme

Dans la Callitriaie sur terra rossa et plus particulièrement dans les groupements TH₄ en étage subhumide inférieur chaud, la dégradation de la végétation peut être schématisée comme dans le tableau suivant :

Climax	<i>Callitris quadrivalvis</i> (= <i>Tetraclinis articulata</i>) (<i>Ceratonia siliqua</i>)
Stade 1	<i>Quercus coccifera</i> <i>Phillyrea angustifolia</i>
Stade 2	<i>Pistacia lentiscus</i> + <i>Olea europaea</i>
Stade 3	<i>Calycotome intermedia</i> <i>Lavandula dentata</i>
Stade 4	<i>Chamaerops humilis</i> <i>Arisarum vulgare</i>
Stade 5	<i>Asphodelus microcarpus</i> <i>Urginea maritima</i> <i>Merendera filifolia</i>
Stade 6 (Lapiaz)	<i>Satureja candidissima</i> <i>Helianthemum pomeridianum</i> <i>Lavatera maritima</i>

Il semble utile de préciser certains points de ce tableau concernant les différents stades de dégradation :

- Climax

Comme dans la Callitriaie sur sol calcaire, *Ceratonia siliqua* est ici sur terra rossa si faiblement représentée (I^F) que nous la mentionnons entre parenthèses. Et ce, d'autant plus que son expansion a été favorisée par l'Homme en certains endroits.

3 - Diagnose

Consulter le tableau 1 de l'annexe, p. 22. La lecture de ce tableau permet non seulement de repérer les principaux groupes floristiques et écologiques, mais aussi de préciser davantage la physionomie de la végétation et ses stades éventuels de dégradation.

- Stade 1 : *Quercus coccifera* et *Phillyrea angustifolia*

Le stade 1 est bien mieux représenté ici sur terra rossa que sur sol calcaire, surtout en ce qui concerne le Chêne Kermès. Dans la Callitriaie oranaise, il n'existe qu'un seul spécimen de ce Chêne à l'état arborescent : sur sol marno-calcaire en étage semi-aride supérieur chaud ("Ravin de la Vierge" au Nord de Misserghin). Comme cette essence et le Filaria sont généralement arbustifs, ils ne peuvent donc pas être considérés comme espèces-climax.

- Stade 2 : *Pistacia lentiscus* et *Olea europaea*

Dans ce type de Callitriaie, le Pistachier se rencontre toujours à l'état arbustif et il est parfois accompagné, çà et là, de quelques rares Oléastres arborescents. On ne peut donc ici parler de climax à *Pistacia lentiscus* puisque ce dernier constitue généralement des matorrals moyens et plus rarement élevés clairs et troués. Dans ce secteur, il constitue de véritables faciès de dégradation de 1 à

2 mètres de hauteur, (tout en affectant une forme en boule) dans des petites dépressions à sol plus profond, argileux et humide que celui des petits versants et crêtes avoisinants où le Thuya lui reprend immédiatement le dessus.

- Stade 3 : *Calycotome intermedia* et *Lavandula dentata*.

Sur ces versants, et à leur base (à condition que le sol soit plus profond) ce Calycotome et la Lavande dentée peuvent en certains endroits constituer un stade de dégradation intermédiaire entre les deux précédents.

- Stade 4 : *Chamaerops humilis* et *Arisarum vulgare* subsp. *sinorhinum*

Sur terra rossa relativement profonde et argileuse, par suite de l'action du facteur biotique, les Lentisques sont progressivement remplacés par une formation à palmiers nains qui prend l'aspect d'un matorral en brosse. A l'abri ou à proximité de ces Doum⁽¹⁾ on observe assez souvent des faciès à *Arisarum vulgare* subsp. *sinorhinum*.

- Stade 5 : *Asphodelus microcarpus*, *Urginea maritima* et *Merendera filifolia*.

C'est le stade ultime de dégradation de la végétation le plus fréquent sur terra rossa. On le rencontre surtout en bordure des chemins de parcours là où l'influence anthropozoïque est la plus forte.

Ces faciès sont plus apparents à l'époque de la floraison, en automne, pour les Urginées et les Merendera; au printemps, pour les Asphodèles.

- Stade 6 : *Satureja candidissima*, *Helianthemum pomeridianum* et *Lavatera maritima*.

Ce stade se rencontre sur les sols les plus dégradés, c'est-à-dire sur ceux où la terre rouge est presque inexistante et là où le substratum calcaire érodé et fissuré prédomine : ce sont des "lapiaz". Bien que moins fréquent que le stade 5, ce stade 6 se rencontre assez souvent sur les versants sud-est du Dj. Murdjado et constitue parfois, un stade transitoire vers les groupements rupicoles.

Par ailleurs, comme nous l'avons mentionné antérieurement, rappelons qu'il s'agit là d'un schéma très squelettique de dégradation et qu'il ne peut exister une étanchéité parfaite entre les divers stades.

4 - Discussion et interprétation.

Les groupements TH4 sont les plus caractéristiques et les plus exhaustifs de la Tétracлинаie sur terra rossa et sont constitués par les groupes suivants:

4.1. Groupe 1 - Espèces préférentielles des groupements à Thuya sur terra rossa en sous-étages subhumide inférieur chaud.

<i>Satureja candidissima</i>	III ⁺
<i>Helianthemum pomeridianum</i>	II ⁺
<i>Lavatera maritima</i>	I ⁺

Ce groupe est bien spécifique de ces groupements TH₄, puisqu'il ne se rencontre dans aucun autre type de Callitriaie.

Les trois espèces de ce groupe appellent un petit commentaire.

- *Satureja candidissima*.

C'est une endémique assez commune dans les environs d'Oran en étage subhumide inférieur chaud sur terra rossa. Elle est d'autant plus abondante que le

(1) Doum est le nom vernaculaire de *Chamaerops humilis*.

sol est squelettique et que le substratum calcaire affleure sur une plus grande surface.

- *Helianthemum pomeridianum*.

C'est également une endémique des régions d'Oran et Mèlilla (Est Marocain), présentant des exigences écologiques très voisines de l'espace précédente. Elle abonde aussi dans les fissures des rochers calcaires.

- *Lavatera maritima*.

Cette espèce peut constituer de véritables faciès de dégradation sur les sols très squelettiques et à substratum calcaire sur les versants sud-est du Jebel Murdjadjo surplombant les ravins de Noisieux et Raz-El-Aïn, dans la banlieue oranaise.

4.2. Groupe 2 - Espèces préférentielles des groupements à Thuya sur terra rossa.

Helianthemum aegyptiacum

II^{Ar}

Cotyledon Mucizonia Ortega subsp. Ortega

I⁺

En Oranie, ce groupe ne se rencontre que dans les Callitriaies sur terra rossa et se limite aux deux espèces précédentes.

Ces deux espèces méritent un commentaire particulier :

- *Helianthemum aegyptiacum*.

Tout comme nous en Oranie, Ch. SAUVAGE signale cette espèce comme fréquente dans la Callitriaie marocaine sur sol argilo-limono-sableux squelettique en étage semi-aride.

Cependant, en Tunisie, cette espèce n'est pas mentionnée ni par A. SCHOENENBERGER, ni par H.N. LE HOUEROU, ni par M. GOUNOT.

- *Cotyledon Mucizonia subsp. Ortega*.

En Algérie, cette sous-espèce ibéro-maurétanienne ne se développe que sur terra rossa dans le sous-secteur oranais O₁⁽¹⁾. Elle constitue de ce fait, une excellente caractéristique de la Callitriaie sur ce dernier type de sol. Au Maroc, dans le Moyen Sebou, Ch. SAUVAGE mentionne sa variété *hispidia* comme exceptionnelle dans la Subéraie.

A notre connaissance, cette Crassulacée n'est signalée nulle part en Tunisie.

4.3. Groupe 3 - Espèces préférentielles de tous les groupements à Thuya en Oranie.

Tetraclinis articulata

V¹

Lavanâula dentata

V¹

Cistus heterophyllus

IV⁺⁺

Arisarum vulgare subsp. sinorrhinum

IV⁺⁺

Brachypodium ramosum

III¹

Arenaria cerastioides

III⁺

Genista triacspidata subsp. Duriaei

III⁺

Chrysanthemum paludosum subsp. decipiens

III⁺

Prasium majus

III^{Ar}

Viola arborescens

II⁺

Centaureum umbellatum subsp. grandiflorum

II^{Ar}

(1) Pour la signification de O₁ Cf. carte 2 tome 1 (entre les pages 12 et 13) de la nouvelle flore de l'Algérie, de P. QUEZEL et S. SANTA.

<i>Rosmarinus laxiflorus</i> de Noé	I ⁺
<i>Thymus inodorus</i> = <i>Satureja Fontanesii</i>	I ⁺
<i>Ulex parviflorus</i> Pourret	I ⁺
<i>Ceratonia siliqua</i>	I ⁿ

Ce groupe 3 est commun à tous les types de Callitriaie sur terra rossa et sur sol calcaire. Cependant, lorsqu'on passe d'un type de Callitriaie à un autre, quelques espèces peuvent en disparaître et les degrés de présence-dominance varient. C'est ainsi que ce groupe est constitué de 15, 10 et 13 espèces respectivement dans les groupements TH₄, TH₃ et TH₂ sur terra rossa.

Il semble utile d'observer dans ce groupe 3 l'absence de *Whitania frutescens* en raison de l'excès d'humidité.

En effet, en Oranie, cette espèce ne se rencontre qu'en étage semi-aride.

De plus, c'est une espèce très sensible à l'influence du facteur biotique : le fait qu'elle puisse constituer de véritables haies, le long des voies ferrées, le confirme (Exemple : voie ferrée de La Macta à Port-aux-Poules).

Par ailleurs, il est à noter que le Thuya est ici relativement moins bien représenté que dans les autres types de Callitriaie. Cette observation est annoncée par la lecture du climagramme pluviométrique de L. EMBERGER. En effet, notre courbe bioclimatique indique que le Thuya se trouve ici en limite supérieure de ses exigences en humidité (étage subhumide inférieur chaud). Ceci se vérifie sur le terrain où *Callitris quadrivalvis* se développe surtout sur la partie supérieure des versants et sur les crêtes bien exposées au soleil et à sol très dégradé (Lapiaz), alors qu'il se raréfie dans les dépressions argileuses plus profondes et plus humides. Dans ces dernières, le Lentisque prédomine alors sur le Thuya et on observe parfois une légère inversion d'étage altitudinal entre ces deux espèces. De plus, comme nous sommes ici en limite d'aire bioclimatique, l'influence anthropozoïque est d'autant plus prépondérante et accentue de ce fait ce déséquilibre dans la répartition de ces deux essences (Nomadisme, pâturage, proximité des pistes et des routes).

Il semble enfin utile de signaler qu'au Maroc, la courbe délimitant l'aire bioclimatique du Thuya tracée par Ch. SAUVAGE est entièrement incluse dans l'étage semi-aride, alors que celle que nous avons délimitée pour l'Oranie déborde sur l'étage subhumide inférieur.

Deux autres espèces de ce groupe méritent une attention particulière, ce sont :

- *Cistus heterophyllus*.

Cette espèce ibéro-maurétanienne, préférentielle de la Callitriaie, est surtout bien représentée en étage subhumide inférieur chaud et à un degré moindre en étage semi-aride supérieur chaud sur la bordure littorale algéro-oranaise (sous-secteurs A₁ et O₁).

C'est une excellente caractéristique des formations à Thuyas qui, en Oranie, ne se rencontre que sur les Basses-Plaines et les Sahels littoraux, soit sur une bande côtière ne dépassant pas 25 à 30 kilomètres de largeur.

- *Arenaria cerastioides*.

Signalons qu'*Arenaria cerastioides* atteint son amplitude écologique maximale dans ces groupements TH₄ de la Callitriaie.

4.4. Groupe 4- Espèces forestières, préforestières et des matorrals méditerranéens.

a) Espèces forestières et préforestières.

<i>Pistacia lentiscus</i>	V ²
<i>Olea europaea</i> var. <i>oleaster</i>	V ⁺⁺
<i>Quercus coccifera</i>	III ¹
<i>Jasminum fruticans</i>	III ^r
<i>Daphne gnidium</i>	III ^r
<i>Phillyrea angustifolia</i>	II ⁺⁺
<i>Asparagus acutifolius</i>	II ^r
<i>Arbutus unedo</i>	1
<i>Cytisus arboreus</i> subsp. <i>baeticus</i>	1
<i>Lonicera implexa</i>	1
<i>Ephedra altissima</i>	1
<i>Phillyrea serraria</i>	1

b) Espèces des matorrals.

<i>Calycotome villosa</i> subsp. <i>intermedia</i>	V ¹
<i>Chamaerops humilis</i>	V ¹
<i>Asteriscus maritimus</i>	V ⁺⁺
<i>Ampelodesma mauritanicum</i>	IV ¹
<i>Stipa tenacissima</i>	III ¹
<i>Fumana thymifolia</i>	III ⁺
<i>Catananche caerulea</i>	III ^{Ar}
<i>Ruta chalepensis</i>	III ^r
<i>Teucrium polium</i>	III ^r
<i>Teucrium pseudo Chamaepitys</i>	II ⁺
<i>Bupleurum gibraltarium</i>	II ⁺
<i>Asparagus albus</i>	II ^r
<i>Helianthemum racemosum</i>	II ^r
<i>Globularia alypum</i>	I ⁺
<i>Sedum sediforme</i>	I ^{Ar}
<i>Genista triacuspitata</i>	I ^r
<i>Coris monspeliensis</i>	I ^r
<i>Elichrysum stoechas</i>	I ^r
<i>Serratula cichoracea</i> subsp. <i>micronata</i>	I ^r
<i>Rhamnus lycioides</i> subsp. <i>oleoides</i> var. <i>latifolia</i>	I ^r
<i>Erica multiflora</i>	1
<i>Genista umbellata</i>	1
<i>Coronilla valentina</i> subsp. <i>glauca</i>	1

Analysons le comportement des espèces dominantes :

- *Pistacia lentiscus* :

Bien qu'assez fréquent dans l'ensemble du Tell oranais, c'est-à-dire du Littoral jusqu'à la limite septentrionale des Hauts-Plateaux steppiques, ce Pistachier présente son maximum d'expansion dans la Callitriaie littorale sur terra rossa en étages semi-aride supérieur et subhumide inférieur chauds, (V² dans les groupements TH₄ et TH₂).

Dans l'aire de cette formation végétale, le Lentisque constitue généralement des matorrals moyens clairs ou troués et plus rarement, élevés et troués. Nous pensons que dans ce secteur, ces matorrals à Lentisques font suite à une dégradation de la Callitriaie.

De plus, remarquons que sur le djebel Murdjadjo et en-dessus de 400 mètres d'altitude, le Chêne vert relaie très exceptionnellement le Lentisque ou le Thuya dans quelques dépressions à sol argilo-limoneux relativement profonds.

A la même altitude et sur substratum schisteux, le Thuya est relayé par le Chêne-liège.

C'est en ces lieux que nous avons pu relever la présence de quelques hybrides du Chêne vert et du Chêne-liège, c'est-à-dire quelques *Quercus Morisii Borsini*.

Par ailleurs, nous observons que c'est en bordure des terres cultivées et à proximité des Marabouts⁽¹⁾ que le Lentisque se rencontre très exceptionnellement à l'état arborescent, parfois en association avec l'Oléastre également arborescent; mais toujours à proximité du Thuya. Ce dernier point nous fait douter de l'existence d'un climax à Oléastres et Lentisques en Oranie. La pauvreté du cortège végétal dans les matorrals à Oléastres et Lentisques et sa ressemblance avec celui de la Callitriaie ne nous permettent pas non plus de conclure sur l'authenticité d'un pareil climax. Généralement, le terme de para-climax conviendrait mieux que celui de climax à ce type de végétation dans le cadre de notre étude et dans l'état actuel de la végétation.

Quoiqu'il en soit, bien que limitée dans l'espace, cette formation à Oléastres et Lentisques ne se rencontre que dans les Basses Plaines littorales oranaises et sur les versants septentrionaux et très argileux de l'Atlas plissé (Monts des Beni-Chougran, Monts des Ouled-Ali et du Tessala).

- *Olea europaea* var. *oleaster*.

Comme le Lentisque, l'Oléastre présente son optimum de présence dominante (V⁺⁺) sur terra rossa en sous-étages semi-aride supérieur et subhumide inférieur chauds dans la Callitriaie.

Mais contrairement au premier arbre précité, le second est bien moins représenté sur sols marno-calcaires dans ces mêmes sous-étages (V⁺⁺ contre III¹ dans les groupements TH₁). De plus, l'Olivier s'accommode moins bien que le Lentisque des sols trop sableux dans ce secteur littoral (II^{AF} et V⁺⁺ respectivement pour chacun d'eux dans les formations mixtes à Genévriers et Thuyas).

- *Chamaerops humilis*.

Le palmier nain, atteint son maximum de fréquence-dominance (V¹) dans les trois types de Callitriaie TH₂, TH₃, TH₄ sur terra rossa en étages semi-aride supérieur et subhumide inférieurs chauds.

Rappelons qu'il constitue le stade 4 de dégradation de la Callitriaie sur terra rossa.

(1) Si dans la plupart des cas la végétation relictuelle arborescente se maintenant à proximité des Marabouts nous indique le climax, il n'en est pas toujours ainsi. Tel est le cas d'un marabout situé en bordure de la forêt à Pins d'Alep dans les régions de Sidi-Bel-Abbès où le seul arbre persistant est un Oléastre alors qu'en cet endroit l'espèce climax est le Pin d'Alep.

- *Asteriscus maritimus*.

En Oranie, cette espèce présente son amplitude maximale dans le domaine de la Callitriaie littorale aussi bien sur terra rossa que sur sol calcaire en sous-étages semi-aride supérieur et subhumide inférieur chauds. Elle devient plus rare dans la Chênaie verte de l'Atlas plissé pour disparaître totalement au Sud de ce dernier, soit à environ 65 kilomètres de la mer.

- *Ampelodesma mauritanicum*.

Dans le domaine de la Callitriaie, la prédominance du Diss⁽¹⁾ semble essentiellement conditionnée par l'importance de l'humidité, de l'argile et surtout des sables siliceux.

C'est la raison pour laquelle dans le secteur de cette formation, elle présente son amplitude écologique maximale sur terre rouge sablo-argilo-limoneuse en étages semi-aride supérieur et subhumide inférieur chauds dans les groupements TH₄ et TH₂ avec respectivement IV¹ et V² comme coefficients de fréquence dominante.

Cette graminée peut constituer de remarquables faciès à la limite altitudinale supérieure de la Callitriaie dans la zone de contact de cette dernière avec la Subéraie.

Ces faciès étant plus denses à proximité immédiate de la Subéraie qu'à celle de la Callitriaie, nous amènent à les considérer comme un stade ultime de dégradation de la première formation précitée.

Pour plus de précision, nous avons pu observer ce type de végétation 15 kilomètres au Nord de Misserghin sur le côté gauche de la route menant à la forêt de M'Sila, avant l'embranchement de la route des crêtes.

Ce passage de la Callitriaie à la Subéraie s'effectue au-dessus de 400 mètres d'altitude, sur sol argilo-sableux lui-même sur substratum schisteux. Il correspond à l'étage subhumide chaud avec Q₂ supérieur à 103, m inférieur ou égal à +8,1°C et une pluviométrie annuelle supérieure à 600 mm.

Quelques centaines de mètres plus haut, la présence d'un matorral à *Cistus monspeliensis* dans les vides de la Subéraie indique que cette dégradation de la végétation a été provoquée par l'incendie.

En somme, et pour nous résumer, si en Oranie le Diss présente son amplitude écologique maximale dans le secteur de la Subéraie, ceci ne l'empêche pas d'être bien représenté dans la Callitriaie ou dans d'autres types de végétation comme la Chênaie verte ou la Pinaie que nous étudierons ultérieurement.

Ceci est confirmé par les observations de Ch. SAUVAGE et H.N. LE HOUEROU (1961 et 1969).

En effet, le premier nommé signale *Ampelodesma mauritanicum* comme assez commune dans la Subéraie marocaine sur sol marneux, le plus souvent non sableux en étages subhumide et humide jusque vers 1500 mètres d'altitude. Quand au second, il la considère comme caractéristique supérieure des groupements à Pins d'Alep en Tunisie, en étages semi-aride supérieur et subhumide.

- *Quercus coccoifera*.

Un fait paraît certain : actuellement, en Oranie, le Chêne Kermès ne constitue pas une espèce-climax car nous ne l'avons rencontré que deux fois à l'état arborescent en des lieux fortement préservés par l'Homme.

(1) Diss est le nom vernaculaire d'*Ampelodesma mauritanicum*.

- Une première fois, dans le "Ravin de la Vierge", au Nord de MISSEKGHIN.
- Une seconde fois, au milieu d'un champ cultivé, 21 kilomètres à l'Ouest de la ville de SAIDA, soit à la limite méridionale de son aire qui correspond sensiblement avec celle du Thuya. (plus précisément à la limite inférieure de l'étage semi-aride frais, c'est-à-dire avec $Q_2 = 36$ et $m = + 2,6^\circ\text{C}$).

Cependant, remarquons qu'en bordure septentrionale du Dj. Murdjadjo, entre 400 et 550 mètres d'altitude, il constitue une garrigue assez dense dans laquelle le Thuya est rare ou absent. Le substratum y est schisteux, plus ou moins calcaire par endroit, du Crétacé inférieur et du sommet du Jurassique, et le sol très squelettique. Cette zone correspond à l'étage subhumide chaud ($103 < Q_2 < 126$; $7,6^\circ\text{C} < m < 8,1^\circ\text{C}$; $600\text{mm} < \text{Pluviométrie annuelle} < 715\text{ mm}$).

Comme en Tunisie, au Cap Bon, (cf. SCHOENENBERGER), il semble qu'en cet endroit l'expansion de *Quercus coccifera* aux dépens de *Callitris quadrivalvis* soit favorisée par la forte intensité des vents.

En effet, c'est sur cette portion de la côte oranaise que le vent marin souffle le plus fort avec une intensité moyenne annuelle de 3,1.

Immédiatement, à l'Ouest de cette région, sur schistes du Néocomien et grès micacé du Miocène supérieur, ce matorral moyen à Chênes Kermès est remplacé par la forêt claire à Chênes-liège pour des valeurs égales ou supérieures de P, Q_2 et m à celles précédemment citées. Il semble donc que l'élimination du premier Chêne par le second soit essentiellement liée à la profondeur du sol et à un degré moindre à l'accroissement de l'humidité. Par contre, le remplacement du Thuya par le Chêne-liège s'effectue parallèlement au changement de substratum : passage d'un sous-sol calcaire à un schistogréseux, respectivement pour chacun de ces deux arbres.

Ce changement brutal et spectaculaire de la végétation en rapport avec celui du substratum est assez exceptionnel en Oranie. On peut l'observer une quinzaine de kilomètres au Nord de Misserghin, sur le côté droit de la route menant à la forêt de M'Sila, 1,5 kilomètre environ avant l'embranchement de la route des crêtes.

Par ailleurs, remarquons que dans l'Ouest algérien le Chêne Kermès est généralement plus fréquent et abondant sur terra rossa que sur sol calcaire. Dans le domaine de la Callitriaie, il présente son amplitude écologique maximale sur terra rossa dans les groupements TH_3 et TH_4 en étage subhumide inférieur chaud (V^3 et III^1).

Il est assez curieux de signaler qu'au Maroc, Ch. SAUVAGE le mentionne comme beaucoup plus abondant sur sol calcaire en étages subhumide et humide que sur sables, schistes ou quartzites des Subéraies.

De plus, en Oranie, ce Chêne nous paraît davantage lié à la présence du Thuya qu'à tout autre espèce climax.

Tel semble être également le cas en Tunisie où H.N. LE HOUEROU définit une alliance à Chêne Kermès et Thuya en étage semi-aride.

- *Jasminum fruticans*.

Ce jasmin présente son maximum d'expansion dans les groupements TH_4 (III^F) sur terra rossa en étage subhumide inférieur chaud. Cependant, comme nous le verrons ultérieurement, il peut être assez bien représenté sur sol marno-calcaire dans d'autres "types de végétation" de l'Intérieur du Tell comme la Chênaie verte ou la Pineraie.

- *Asparagus acutifolius*.

Cette asperge est sciaphile et assez peu fréquente dans la Callitriaie oranaise trop dégradée pour elle. Aussi son maximum de fréquence-dominance se limite à II^F dans les groupements TH₄ en étage subhumide inférieur chaud.

Elle paraît s'accommoder aussi bien des divers types de sols à condition de disposer d'une humidité et d'une ombre suffisantes. En effet, on la rencontre aussi fréquemment sur sol calcaire que sur terra rossa et sur sables dunaires dans la Junipéraie littorale (II^{Ar}).

- *Globularia alypum*.

La Globulaire est assez exceptionnelle dans la Callitriaie sur terra rossa et à fortiori dans les groupements TH₄ (I⁺).

Par contre, elle est bien mieux représentée dans cette formation sur sol calcaire en étage semi-aride supérieur chaud (III⁺⁺ dans les groupements TH₁) et dans la Callitriaie à Genévriers rouges du même étage (IV^{Ar}).

- *Elichrysum stoechas* subsp. *rupestre*.

Quelle que soit la texture du sol, la présence de cette espèce paraît essentiellement liée à la présence du calcaire. C'est la raison pour laquelle elle est rare dans les groupements TH₄ sur terra rossa relativement pauvres en carbonate de calcium (I^F).

- *Ruta chalepensis*.

Sur terra rossa, cette Rue présente son maximum d'expansion en étage subhumide inférieur chaud et son importance décroît avec l'accroissement de l'aridité et de la chaleur sur les versants sud du Dj. Murdjadjo.

- *Serratula cichoracea* subsp. *mucronata*.

Dans le domaine de la Callitriaie, c'est dans ces groupements TH₄ sur terra rossa que cette Serratule est la moins bien représentée (I^F dans TH₄, contre II^F dans TH₂ et TH₃). Elle est bien plus fréquente sur sol calcaire et calcaréo-sableux dans les formations mixtes à Thuyas et Genévriers rouges (IV^F).

Nous aurons l'occasion de revenir sur le comportement écologique de cette espèce lors de l'étude des Chênaies vertes et des Pinaies où elle se rencontre plus rarement.

- *Bupleurum gibraltarium*.

Cette espèce ibéro-maurétanienne présente son maximum d'expansion en étage subhumide inférieur chaud sur terra rossa et nous paraît presque exclusivement liée à la présence du Thuya. En effet, elle abonde et constitue une guirlande étroite mais plus ou moins continue sur plusieurs kilomètres tout au long des crêtes des massifs qui surplombent et ceinturent fort harmonieusement les baies d'Oran, Mers-El-Kébir et Sassel.

Cette plante paraît mieux adaptée à la sécheresse en Tunisie qu'en Oranie. En effet, en Tunisie H.N. LE HOUEROU (1959) la signale en sous-étage aride supérieur, alors que dans les mêmes conditions, elle est absente en Oranie.

Toujours en Tunisie, A. SCHOENENBERGER⁽¹⁾ signale ce Bupleurum dans la Pinaie avec Chêne vert en altitude sur les chaînes du Krib, celles de Souk-el-arba et de Ghardimaou sans préciser son degré de présence-dominance.

(1) Les travaux fort intéressants de A. SCHOENENBERGER, nous auraient été encore plus utiles s'ils avaient contenu les degrés de fréquence-dominance des espèces constituant les groupes écologiques.

Dans l'Ouest algérien, *Eupatorium gibraltarium* se rencontre plus rarement à l'Intérieur du Tell dans les Pinares avec Thuyas avec ou sans Chêne vert et très exceptionnellement dans les Pinares avec Chênes verts.

- *Asparagus albus*.

En oranie, l'Asperge blanche est particulièrement bien représentée sur terra rossa dans la Callitriaie semi-aride supérieure chaude (IV⁺ dans TH₂) et à un degré moindre dans la subhumide inférieure chaude (II^F dans TH₄). Dans le cadre de notre étude, on aurait tendance à en faire une préférentielle de la Callitriaie, ce qui ne semble pas le cas dans le reste de l'Afrique du Nord.

En effet, en Tunisie. H.N. LE HOUEROU considère cette espèce comme caractéristique supérieure de l'association à *Asparagus albus* en étage aride supérieur, alors que dans un premier cas, A. SCHOENENGERGER la mentionne dans un groupe humicole et nitrophile de l'Oléo-lenticetum de l'étage humide. Dans un second cas, ce dernier auteur considère cette espèce comme indicatrice locale de la variante à hiver tempéré dans l'étage bioclimatique aride.

Tout ceci nous amène à constater avec quelle prudence il faut tirer des conclusions sur les espèces présentant de fortes amplitudes écologiques. A cet effet, une série de réflexions s'impose :

- Nécessité et utilité d'une étude auto-écologique, même sommaire, des espèces les plus caractéristiques de l'ensemble du Bassin méditerranéen avant d'entreprendre toute étude synécologique.

- Nécessité d'une bonne connaissance du terrain et du contexte géobotanique le plus large possible.

- Caractère aléatoire de l'utilisation de l'ordinateur qui peut servir d'instrument de travail que dans les mains d'un chercheur possédant une bonne expérience du terrain et pour un nombre d'espèces relativement limité dont on a, au préalable, défini un assez grand nombre de paramètres écologiques et choisi les plus déterminants. Autant dire, que dans l'état actuel de nos connaissances, nous lui préférons une équipe de chercheurs expérimentés.

- *Helianthemum racemosum* marque une préférence très nette pour les sols calcaires et ne se rencontre qu'exceptionnellement sur terra rossa à sol très squelettique. Dans l'aire de la Callitriaie, cet Hélianthème présente son maximum d'expansion dans les groupements TH₁ (III⁺) sur sol calcaire en étage semi-aride supérieur chaud, mais nous verrons ultérieurement qu'il est encore mieux représenté dans les Pinares sur sol calcaire (V⁺⁺).

- *Plantago serraria* n'est qu'accidentelle dans ce groupement TH₄ et ne vient bien que dans les vides de la Subéraie, sur sol argileux provenant de la transformation des schistes sous-jacents.

4.5. Groupe 5- Espèces des pelouses méditerranéennes sur sol argilo-limono-sableux.

<i>Sherardia arvensis</i>	IV ⁺
<i>Anagallis arvensis</i>	IV ^{Ar}
<i>Blakstonia perfoliata</i> subsp. <i>grandiflora</i>	III ⁺
<i>Plantago psyllium</i>	III ^{Ar}
<i>Plantago lagopus</i>	II ⁺⁺
<i>Linum strictum</i>	II ⁺
<i>Valerianella coronata</i> subsp. <i>discoidea</i>	I ⁺
<i>Bellis annua</i> subsp. <i>annua</i>	I ⁺
<i>Anthyllis vulneraria</i> subsp. <i>maura</i>	I ^r

<i>Hippocrepis multisiliquosa subsp. ciliata</i>	I ^r
<i>Cerastium glomeratum</i>	I
<i>Hippocrepis minor</i>	I
<i>Valeriana tuberosa</i>	I

Comme le nom de ce groupe le laisse sous-entendre, la plupart des espèces le constituant sont assez communes et banales sur l'ensemble du bassin méditerranéen.

Cependant, quelques unes d'entr'elles, méritent une attention particulière. Il s'agit de :

- *Sherardia arvensis*.

Cette espèce très commune en Algérie, et à fortiori en Oranie, présente son amplitude écologique maximale dans les groupements TH₄ (IV⁺), donc dans la Callitriaie sur terra rossa en étage subhumide inférieur chaud. D'une manière plus précise, elle abonde dans les vides du peuplement arbustif sur sol sablo-limono-argileux moyennement riche en Carbone organique (C = 4%).

Les appétences écologiques de cette espèce se confirment au Maroc où Ch. SAUVAGE la signale sous couvert dans les endroits riches en matière organique en étages semi-aride, subhumide et humide.

- *Anagallis arvensis subsp. parviflora*.

Le mouron à petites fleurs est très fréquent dans les pelouses humides dans le Tell algérien et plus particulièrement dans les Sahels littoraux. Il constitue parfois de véritables tapis dans les vides de la végétation arbustive de la Callitriaie en étages semi-aride et subhumide chauds aussi bien sur sol argilo-limono-sableux (IV^{Ar}, IV⁺ et V⁺ respectivement dans les groupements TH₄, TH₃ et TH₂) que sur sol marno-calcaire (IV⁺ dans les groupements TH₁).

- *Blasketonia perfoliata subsp. grandiflora*.

En Oranie, cette espèce présente son amplitude écologique maximale dans la Callitriaie sur terra rossa en étage semi-aride supérieur et subhumide inférieur chauds (IV⁺ et III⁺ dans les groupements TH₂ et TH₄).

- *Plantago psyllium*.

Si ce Plantain se rencontre depuis le Sahara central jusqu'au Littoral oranais, il faut observer qu'il est mieux représenté sur ce dernier dans le territoire du Thuya en étages semi-aride supérieur et subhumide inférieur chauds, aussi bien sur terra rossa (III^{Ar} et III^r respectivement dans les groupements TH₄ et TH₂) que sur sol calcaire (III^{Ar} dans les groupements TH₁).

4.6. Groupe 6- Groupe des terra rossa.

<i>Fedia cornucopiae</i>	III ⁺
<i>Helianthemum salicifolium</i>	III ⁺
<i>Helianthemum ledifolium</i>	II ^{Ar}
<i>Bellis silvestris var. guenina</i>	II ^{Ar}
<i>Plantago Bellardii</i>	I ⁺
<i>Polygala monspeliaca</i>	I ^r

Si l'on se réfère au nombre des espèces, ce groupe est moins bien représenté dans ces groupements TH₄ que dans les TH₂ et mieux que dans les TH₃. En effet, on observe 6, 10 et 5 espèces respectivement dans chacun des groupements précités.

Certaines espèces appellent quelques observations de détail :

- *Fedia cornucopiae*

Cette espèce commune en Oranie, présente son optimum d'expansion dans la Callitriaie subhumide inférieure et à un degré moindre dans la semi-aride supérieure. Il en est de même pour Ch. SAUVAGE, au Maroc, qui la mentionne comme commune dans la callitriaie et les formations à Oléastres et Lentisques et très exceptionnelle dans les subéraies subhumides.

Comme nous le verrons ultérieurement, cette plante se retrouve, bien que rarement, dans les Illiçaies oranaises.

- *Helianthemum salicifolium*.

Cet Helianthème présente son amplitude écologique maximale dans la Callitriaie semi-aride supérieure TH₂ (V⁺), décroît dans les groupements TH₄ (III⁺) pour disparaître dans les groupements TH₃. En Oranie, il paraît exclusif des divers types de Callitriaie.

- *Helianthemum ledifolium*.

Cet Helianthème semble, lui aussi, presque exclusivement lié à la présence du Thuya sur terra rossa, où il présente son expansion maximale en étage semi-aride supérieur chaud (III^{Ar} dans TH²).

Il en est de même au Maroc, où Ch. SAUVAGE le mentionne comme très commun dans la Callitriaie et rare dans la Subéraie.

4.7. Groupe 7- Groupe des terra rossa décalcarisées.

Cistus monspeliensis

III⁺

Erica arborea

I⁺

Lavandula stoechas

I⁺

Astragalus lusitanicus

I^{Tr}

Cistus monspeliensis appelle un petit commentaire.

Remarquons qu'en Oranie, et plus particulièrement dans la Callitriaie ce Ciste de Montpellier se comporte comme un sialophyte non strict contrairement à ce qui se passe au Maroc. En effet, dans ce dernier pays, Ch. SAUVAGE signale ce Ciste comme sialophyte, c'est-à-dire sur sol sans calcaire.

Par contre, de même que nous, en Tunisie, H.N. LE HOUEROU le mentionne sur sol calcaréo-marneux comme différentiel de l'étage semi-aride supérieur par rapport au semi-aride inférieur dans l'association à Thuyas et Chêne Kermès.

De plus, comme Ch. SAUVAGE au Maroc, et A. SCHOENENBERGER, en Tunisie, nous avons pu constater qu'en Oranie, l'incendie ou l'arrachage répété favorise l'expansion de ce Ciste. Il constitue alors de remarquables faciès de dégradation plus importants dans la Subéraie sur sol non sableux que dans la Callitriaie sur terra rossa.

Par ailleurs, observons que *Lavandula stoechas*, *Erica arborea* et *Astragalus lusitanicus* se rencontrent assez exceptionnellement dans ce groupe car ce sont des sialophytes stricts.

4.8. Groupe 8- Groupe des lapiaz.

Helianthemum aegyptiacum

II^{Ar}

Cotyledon Mucizonia Ortega subsp. Ortega

I⁺

Fumana laevipes

II^r

Eutoria brevifolia

I

Les deux premières espèces de ce groupe ayant déjà été commentées

dans le groupe 2 précédent, nous nous limiterons ici au seul commentaire de *Fumana laevipes*.

Ce *Fumana* est indifférent à la texture du sol à condition que ce dernier soit squelettique sur substratum calcaire dominant. Les exigences écologiques de cette espèce en Oranie se retrouvent en Tunisie où H.N. LE HOUEROU la mentionne également dans la Callitriaie sur des sols squelettiques.

Signalons, en outre que les espèces du groupe 1 comme *Satureja candidissima*, *Helianthemum pomeridianum* et *Lavatera maritima* peuvent occasionnellement venir compléter ce groupe 8 des lapias.

4.9. Groupe 9- Espèces transgressives des steppes semi-aride et aride liées à la dégradation des groupements à Thuya.

Ajugua Iva var. *pseudo Iva*

III^r

Stipa retorta

II⁺

Stipa retorta appelle une petite digression :

Cette graminée se rencontre depuis le Littoral oranais jusqu'au Sahara et dans l'étage supérieur du Hoggar d'après P. OZENDA. Il est fort probable que par ses caractères morphologiques, son écologie et son isolement, la plante du Hoggar mérite d'être considérée comme race géographique : subsp. *intermedia* (Maire) comb. nov.

Quoiqu'il en soit, dans la Callitriaie cette espèce atteint son expansion maximale sur terra rossa en étage subhumide inférieur (II⁺ dans les groupements TH₄).

Elle peut, par endroit, abonder sur le versant sud du Dj. Murdjadjo là où la végétation est très dégradée et le sol très squelettique.

Au Maroc, Ch. SAUVAGE la signale également au contact de la Callitriaie ou de la formation à Oléastre, Lentisque et Filaria.

En Tunisie, tout comme nous, H.N. LE HOUEROU, l'inclut dans le groupe des transgressives steppiques caractéristiques de la Callitriaie.

4.10. Groupe 10- Groupe psammophile.

Tuberaria guttata subsp. *inconspicua*

II⁺

Rumex bucephalophorus subsp. *gallicus*

I⁺

Chrysanthemum multicaule

1

Malcolmia arenaria

1

Les trois dernières espèces de ce groupe ont déjà été classées dans le groupe des espèces psammophiles communes aux sables dunaires littoraux et à ceux de l'Intérieur dans la Junipéraie dunaire littorale où elles étaient évidemment affectées d'un plus grand coefficient de présence-dominance.

Quant à *Tuberaria guttata* subsp. *inconspicua*, c'est une espèce méditerranéenne très polymorphe que P. QUEZEL et S. SANTA mentionnent çà et là dans le Tell algérien. Ch. SAUVAGE la considère comme sialophyte⁽¹⁾ sur sol sableux ou sablo-argileux en étages semi-aride ou subhumide.

Contrairement à ce dernier auteur, et conformément à notre alinéa infra-paginal, cette espèce est une sialophyte non stricte que l'on rencontre sur sol sablo-

(1)

Ch. SAUVAGE considère comme sialophyte toute plante poussant sur sol sans calcaire. Personnellement, nous apportons les précisions suivantes :

- Sialophyte stricte - plante poussant sur sol dans lequel la quantité de calcaire total est comprise entre 0 et 1%.
- Sialophyte non stricte - plante poussant sur sol dans lequel la quantité de calcaire total est comprise entre 1 et 5%.

limono-argileux. Dans la Callitriaie sur terra rossa, cette Cistacée vient aussi bien en étage semi-aride supérieur que subhumide inférieur chaud (II⁺ dans les groupements TH₂ et TH₄); mais présente son amplitude écologique maximale dans les groupement TH₃ sur sol sablo-limono-argileux en étage subhumide inférieur chaud (IV⁺⁺). Elle est cependant, généralement mieux représentée dans la Subéraie sur ce dernier type de sol et dans le même étage bioclimatique.

4.11. Groupe 11- Groupe des sols sablo-limono-argileux.

<i>Lobularia maritima</i>	III ^{Ar}
<i>Paronychia argentea</i>	II ⁺
<i>Lagurus ovatus</i>	I ⁺
<i>Biscutella didyma</i>	1
<i>Linum usitatissimum</i> subsp. <i>angustifolium</i>	1

Lobularia maritimum mérite une petite digression. C'est une espèce méditerranéenne présentant son maximum d'expansion sur le littoral en étages semi-aride supérieur et subhumide inférieur chaud sur sol à dominante argilo-sableuse. Elle se développe également assez bien sur sables calcaires (III^{Ar}) et plus rarement sur sables dunaires mobiles dans la Junipéraie littorale.

4.12. Groupe 12- Groupe des sols limono-argilo-sableux en friche ou culture.

<i>Scilla peruviana</i>	III ⁺
<i>Scorpiurus muricatus</i> subsp. <i>sulcatus</i>	III ^{Ar}
<i>Coronilla scorpioides</i>	III ^{Ar}
<i>Trifolium tomentosum</i>	II ^{Ar}
<i>Stachys ocymastrum</i>	II ^{Ar}
<i>Ornithogalum umbellatum</i>	II ^r
<i>Tetragonolobus purpureus</i>	II ^r
<i>Anthirrinum orontium</i>	II ^r
<i>Plantago serraria</i>	I ⁺⁺
<i>Centaurea pullata</i>	I ⁺
<i>Avena sterilis</i>	I ⁺
<i>Raponticum acaule</i>	I ⁺
<i>Galium Valantia</i>	I ^{Ar}
<i>Merendera filifolia</i>	I ^{Ar}
<i>Trifolium stellatum</i>	I ^{Ar}
<i>Anthyllis tetraphylla</i>	I ^r
<i>Phlomis crinita</i> subsp. <i>mauritanica</i>	I ^r
<i>Medicago minima</i>	1
<i>Linaria triphylla</i>	1

Si la majeure partie des espèces constituant ce groupe marque une préférence pour les sols limono-argileux, il n'exclut pas qu'elles peuvent également s'accommoder de certains sols contenant une certaine quantité de sable donc limono-argilo-sableux.

Par contre, *Coronilla scorpioides*, *Tetragonolobus purpureus*, *Anthirrinum orontium* et *Stachys ocymastrum* semblent plus strictement liés aux sols limono-argileux et exceptionnels sur les sols trop sableux. Signalons au passage que sur terra rossa, ce Tétragonolobe ne se trouve que dans ces groupements TH₄ et dans les petites

dépressions très argileuses et humides où il peut constituer des petites colonies.

- *Merendera filifolia*.

Cette espèce très voisine de la Colchique, se trouve essentiellement dans les Callitriaies semi-aride supérieure et subhumide inférieure chaudes où, par endroit, en Automne, elle peut constituer de magnifiques faciès.

Elle vient aussi bien sur terra rossa que sur sol marno-calcaire à calcaéo-sableux. Bien que nous ayons herborisé en toute saison, durant plusieurs années, il se peut qu'en certains lieux, sa présence nous ait échappée en raison de sa floraison fugace. Quoiqu'il en soit, elle est bien plus fréquente dans les vides de la végétation et appartient au dernier stade de dégradation de la Callitriaie sur sol marno-calcaire et à l'avant dernier stade sur terra rossa (stade 4).

4.13. Groupe 13- Groupe cultigène ou en friche indifférent à la texture du sol.

<i>Ranunculus paludosus</i>	III ⁺
<i>Sanguisorba anastroides</i>	I ^r
<i>Iris sisyrinchium</i>	I ^r
<i>Galactites tomentosa</i>	I

On peut remarquer dans ces groupements TH₄ la forte représentativité de *Ranunculus paludosus* (III⁺), alors qu'il est rare ou absent dans les autres types de Callitriaie TH₂ (I⁺) et TH₃ (=0) sur terra rossa, très probablement en raison de l'accroissement de l'aridité. La présence de cette espèce sous couvert dans les Subéraies confirme cette hypothèse. Rappelons que cette Renoncule est également aussi abondante dans la Callitriaie TH₁ (III⁺) sur sol marno-calcaire en étage semi-aride supérieur.

4.14. Groupe 14- Groupe pélophile.

Absent.

4.15. Groupe 15- Groupe rudéral.

Absent.

4.16. Groupe 16- Groupe anthropozoïque.

<i>Asphodelus microcarpus</i>	V ¹
<i>Urginea maritima</i>	III ⁺

Comme nous l'avons signalé antérieurement, ces deux espèces font partie du stade ultime de dégradation de la Callitriaie dans laquelle elles constituent des faciès très caractéristiques.

Cette Asphodèle présente son amplitude écologique maximale sur terra rossa en étages subhumide inférieur et semi-aride supérieur chauds (V¹ dans les groupements TH₄ et TH₂). Elle est un peu moins bien représentée sur terra rossa très riche en sable ou sur calcaire en étage semi-aride supérieur chaud (IV⁺ dans les groupements TH₃ et TH₁). Comme elle disparaît sur les dunes voisines, il faut admettre que le sable joue le rôle de facteur limitant pour cette espèce.

Cette urginée est généralement plus fréquente sur terra rossa que sur sol calcaire et ce, d'autant plus que ce dernier est squelettique. Ceci s'explique par la relative grosseur des bulbes de cette espèce dont le diamètre peut varier entre 5 et 10 centimètres.

Quoiqu'il en soit, retenons que c'est sur terra rossa, dans le domaine de la Callitriaie littorale, soit en étage semi-aride supérieur et subhumide inférieur chauds que ces deux plantes se rencontrent le plus abondamment.

4.17. Groupe 17- Compagnes.

<i>Calendula suffruticosa</i>	II ⁺
<i>Eryngium tricuspdatum</i> subsp. <i>mauritanicum</i>	II ⁺
<i>Tulipa silvestris</i> subsp. <i>australis</i>	II ⁺
<i>Leontodon tuberosus</i>	I ⁺
<i>Anthericum liliago</i> subsp. <i>algeriense</i>	I ^{Ar}
<i>Eruca vesicaria</i>	I ²
<i>Dactylis glomerata</i> var. <i>hispanica</i>	I ³
<i>Anagallis Monelli</i> subsp. <i>collina</i>	I ³
<i>Ophrys tentiginifera</i>	1
<i>Ophrys apifera</i>	1

Il semble utile d'apporter quelques précisions sur les plantes suivantes :

- *Calendula suffruticosa* subsp. *eu-suffruticosa*.

Ce souci est une endémique ibéro-nord-africaine très polymorphe et assez commune sur le littoral oranais et plus particulièrement dans le secteur de la Callitriaie. En étages semi-aride supérieur et subhumide inférieur chauds, cette espèce s'accommode presque aussi bien des terra rossa que des sols calcaires.

La sous-espèce *Boissieri* Lanza est plus rare que la précédente et comprend les variétés *trimorphocarpa* (M.) Q. et S et *polymorphocarpa* Q. et S. Cette dernière variété se subdivise en 2 sous-variétés :

- . subvar. *polymorphocarpa* Q. et S. à fleurons jaunes (Oran, Mostaganem, Blida, Medea, Djurdjura).
- . subvar. *dichroa* (Batt.) Q. et S. à fleurons pourpres noirs que l'on rencontre dans le Sahel d'Arzew.

- *Tulipa silvestris* subsp. *australis*.

En Oranie, cette Tulipe euro-méditerranéenne présente son amplitude écologique maximale dans la Callitriaie sur terra rossa en sous-étage subhumide inférieur chaud (II⁺ dans les groupements TH₄).

- *Eryngium tricuspdatum* subsp. *mauritanicum*.

Cette sous-espèce est bien représentée dans les sous-secteurs O₁ et O₂ oranais sur terra rossa et plus particulièrement dans la Callitriaie littorale où elle constitue une excellente compagne. Elle disparaît pratiquement au Sud de l'Atlas tellien (Monts du Tessala et des Béni Chougran).

CONCLUSION

Dans l'Ouest algérien, les groupements à *Tetraclinis articulata* et *Satureja candidissima* TH₄ précédemment étudiés se différencient de tous les autres groupements à Thuya ainsi que de tous les groupements végétaux oranais par la présence du groupe 1 d'espèces préférentielles suivant :

<i>Satureja candidissima</i>	III ⁺
<i>Helianthemum pomeridianum</i>	II ⁺
<i>Lavatera maritima</i>	I ⁺

Tous les groupements à Thuya sur terra rossa (TH₂, TH₃ et TH₄) sont apparentés par le groupe 2 d'espèces préférentielles suivant :

Helianthemum aegyptiacum

Cotyledon Mucizonia Ortega subsp. Ortegae

Parallèlement, ce même groupe 2 permet également de différencier les groupements à Thuya sur terra rossa de tous les autres groupements d'Oranie.

Par ailleurs, les groupements à *Tetraclinis articulata* ayant fait l'objet de différents travaux en Tunisie, au Maroc et en Espagne, il nous paraît utile de signaler les principales affinités existant entre ces dernières et les nôtres sur l'Algérie.

En Tunisie, dans l'étude d'EL HAMROUNI et LOISEL, nous retrouvons, entre autres, les espèces préférentielles oranaises suivantes : *Brachypodium ramosum*, *Prasium majus* et *Lavandula multifida*.

Toujours en Tunisie, LE HOUEROU mentionne comme nous, pour l'Ouest algérien, un groupement à *Tetraclinis articulata* et *Quercus coccifera* caractérisé par *Brachypodium ramosum*, *Eupleurum gibraltarium*, *Arisum vulgare* et *Lavandula multifida*.

Au Maroc oriental, prolongeant le cadre de notre étude à l'Ouest, FENNANE (1982) signale (comme nous l'avons écrit pour les groupements à Thuya de l'Oranie) le caractère particulier de *Ceratonia siliqua*, *Quercus coccifera*, *Brachypodium ramosum*, *Lavandula dentata*, *Prasium majus* et *Arisarum vulgare* pour ne citer que les principales espèces.

Il m'avait été déjà donné l'occasion, lors de mes excursions au Maroc, entre 1966 et 1972, de relever ces mêmes espèces sur le Djebel Taforalt. De même au pied nord du Haut Atlas marocain, j'ai également pu observer la présence de *Ceratonia siliqua*, *Lavandula dentata*, et *Lavandula multifida* dans les groupements mixtes à *Tetraclinis articulata* et *Juniperus phoenicea* (plus précisément à la base du Djebel Oukaïmeden au Sud de Marrakech, en 1971).

BIBLIOGRAPHIE

- ALCARAZ C. et SANTA S. (1968). Flore des Sahels, des Basses Plaines, des Plateaux et des Sebkhass de l'Oranie septentrionale. Manuscrit dactylographié de 245 p., 38 pl. représentant 578 espèces (certaines avec plusieurs figures).
- ALCARAZ C. (1969). Etude géobotanique du Pin d'Alep dans le Tell oranais, 183 p., annexe avec 24 tab., 9 cartes, 6 graph. (parue ronéotypée pour la soutenance de la Thèse de Doctorat de spécialité, Montpellier).
- ALCARAZ C. (1969). Principaux types de successions géographiques concernant le Pin d'Alep et ses principales espèces-climax concurrentes dans le Tell oranais, *Bull. Soc. Hist. Nat. Afr. Nord*, 60 : 103-115.
- ALCARAZ C. (1970). Détermination de la limite de l'influence de la Brise marine, son action sur la répartition de la végétation oranais. *Bull. Soc. Hist. Nat. Afr. Nord*, 61 : 87-93.
- ALCARAZ C. (1976). Recherches géobotaniques sur la végétation de l'Ouest algérien. *Bull. Soc. Hist. Nat. Afr. Nord*, 67 : 13-36.
- ALCARAZ C. (1977). Contribution à l'étude de la végétation dunaire du littoral oranais (Ouest algérien). *C.R. Acad. Sc. Paris*, t. 284.

- ALCARAZ C. (1977). Carte de la végétation d'Oran au 1:500.000ème. *Bull. Soc. Hist. Nat. Afr. Nord.*
- ALCARAZ C. (1979). La Callitriciaie sur sol calcaire en sous-étage semi-aride chaud en Oranie. *Candollea* : 34 : 247-271.
- ALCARAZ C. (1979). Etude de la Junipéraie littorale oranaise. *Biologie et Ecologie méditerranéenne*, Tome VI, n°1.
- ALCARAZ C. (1982). La végétation de l'Ouest algérien - 3 vol: vol 1: 415 p; vol 2= 24 graph et tab + 13 cartes dont 1 carte au 1:500.000e en couleur; Vol 3=116 p. tabl. phyto. Thèse d'Etat, parue ronéotypée, PERPIGNAN.
- EL HAMROUNI A. et LOISEL R., 1979. Contribution à l'étude de la Tétracлинаie tunisienne: Les groupements des djebels Bou Kornine et Ressay. *Ecologia Mediterranea* n°4.
- EMBERGER L. (1938). Aperçu général sur la végétation du Maroc; commentaire de la carte phytogéographique du Maroc au 1:1.500.000e.
- EMBERGER L. (1938). Les arbres du Maroc. Larose, Paris.
- (1942). Un projet de classification des climats du point de vue phytogéographique. *Bull. Soc. Hist. Nat. TOULOUSE* 77: 97-124.
- (1952). Phytogéographie. Sur le quotient pluviothermique. *Compt. Rend. Hebd. Séances Acad. Sci.* 234 : 2508-2510.
- FENNANE M., (1982). Analyse phytogéographique et phytoécologique des Tétracлинаies marocaines. Thèse de Doctorat de 3° Cycle soutenue à MARSEILLE.
- LE HOUEROU, H.N. (1969). La végétation de la Tunisie steppique. *Ann. Inst. Natl. Rech. Agron.*, vol. 42, fasc. 5.
- LOISEL R., (1976). La végétation de l'étage méditerranéen dans le Sud-Est continental français. 384 p. + encartage avec tabl., graph, carte - Thèse de Doctorat d'Etat, MARSEILLE.
- OZENDA, P. (1958). Flore du Sahara septentrional et Central. CNRS, PARIS.
- QUEZEL, P. et S. SANTA (1962-1963). Nouvelle flore de l'Algérie et des régions désertiques méridionales, vol. 1-2, CNRS. PARIS.
- SAUVAGE, C. (1961). Flore des Subéraies marocaines. Catalogues des Cryptogames vasculaires et des Phanérogames. *trav. Inst. Sci. Chérifiens, Sér. Bot.* : 22.
- SCHONENBERGER, A. et M. GOUNOT (1966-1967). Carte phyto-écologique de la Tunisie septentrionale, feuilles I, II, III, IV et V. au 1/200.000e, avec notices. *Ann. Inst. Natl. Rech. Agron.* : 40.

TABLEAU N°1

ANNEXE

TYPE DE GROUPEMENT	GROUPEMENTS A THUYA TH ₄														Présence domi- nance		
	300 à 400 mètres Subhumide inférieur chaud Terra rossa																
Altitude Bioclimat Substrat	NUMERO DE RELEVES																
	2	5	6	9	12	14	16	17	19	37	42	43	44	45	46	68	
1- Espèces préférentielles des groupements à Thuya sur terra rossa en sous-étage subhumide inférieur chaud.																	
<i>Satureja candidissima</i>	*	*	*				++	r	+		Ar						III ⁺
<i>Helianthemum pomeridianum</i>	*						++	r	+		+						II ⁺
<i>Lavatera maritima</i>																	I ⁺
2- Espèces préférentielles des groupements à Thuya sur terra rossa																	
<i>Helianthemum aegyptiacum</i>		Ar	+		Ar	+				Ar						r	II ^{Ar}
<i>Cotyledon Mucizonia Ortega subsp. Ortega</i>	Ar															+	I ⁺
3- Espèces préférentielles de tous les groupements à Thuya en Oranie																	
<i>Tetraclinis articulata</i>	+	2	2	1	2	2	Tr	r	r	2	1	2	+	2	2	2	V ^I
<i>Lavandula dentata</i>		+	1	1	3	2	1	+	2	2		1	3	++	2	2	V ^I
<i>Cistus heterophyllus</i>				2	+		+	2	+	Tr	1	+	1	1			IV ⁺⁺
<i>Arisarum vulgare subsp. simorrhinum</i>	+	++	++		++	++		+	+	++		r	r		+		IV ⁺⁺
<i>Brachypodium ramosum</i>					++			3	++	+	4	+			4		III ^I
<i>Arenaria cerastioïdes</i>					Ar	++	Ar		+	+	r				+	r	III ⁺
<i>Genista tricuspida subsp. Duriaei</i>	+	2		1							r	r			r	r	III ⁺
<i>Chrysanthemum paludosum subsp. decipiens</i>	++							+									III ⁺
<i>Prasium majus</i>	+	Ar	+		Ar					r				r	Ar	+	III ^{Ar}
<i>Viola arborescens</i>					+	+				+	r						II ⁺
<i>Centaurium umbellatum subsp. grandiflorum</i>					Ar	+				Ar	+						II ^{Ar}
<i>Rosmarinus laxiflorus de Noé</i>							r	1									I ⁺
<i>Thymus inodorus = Satureja Fontanesii</i>	r						++		r								I ⁺
<i>Ulex parviflorus Pourret</i>							Ar				1						I ⁺
<i>Ceratonia siliqua</i>	r	Tr													r		I ^r

NUMERO DE RELEVES	2	5	6	9	12	14	16	17	19	37	42	43	44	45	46	68	Présen. domin.
-------------------	---	---	---	---	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	-------------------

4- Espèces forestières, préforestières et des matorrals méditerranéens

a) Espèces forestières et préforestières.

<i>Pistacia lentiscus</i>	3	3	3	1	1	4	2		3	3	+	1	1	1	3	3	V ²
<i>Olea europaea</i> var. <i>oleaster</i>	+	Ar	2		Ar	2		+	r	+		1	+	1	1	1	V ⁺⁺
<i>Quercus coccifera</i>				3	1		3	2	2		2	1	1	3			III ¹
<i>Jasminum fruticans</i>	Ar	Tr	r			Ar		r	r	Ar							III ^r
<i>Daphne gnidium</i>			r		r		r	Ar		r		r	r	r			III ^r
<i>Phillyrea angustifolia</i>				r			Ar				1	1	1	1			II ⁺⁺
<i>Asparagus acutifolius</i>				r			Ar				1	1	1	1			II ^r
<i>Arbutus unedo</i>											Tr						1
<i>Cytisus arboreus</i> subsp. <i>baeticus</i>											Tr						1
<i>Lonicera implexa</i>											+						1
<i>Phillyrea serraria</i>	r																1
<i>Quercus ilex</i>				+						+							I ⁺
<i>Leuzea conifera</i>									r								I ^r

b) Espèces des matorrals.

<i>Calycotome villosa</i> subsp. <i>intermedia</i>		2	2	2	2	1	1	1	1	3		+	1	1	2		V ¹
<i>Chamaerops humilis</i>	1	2	2		1	1	2	2	2	++		1	1	+	1	2	V ¹
<i>Astericus maritimus</i>	++	+	++	++	++			++	++	+	+	+	++	+	++	++	V ⁺⁺
<i>Ampelodesma mauritanicum</i>	Ar	3	++	+	r			4	4	2	+	4		+			IV ¹
<i>Stipa tenacissima</i>	++			4				+		+	++	+	3	r			III ⁺
<i>Fumana thymifolia</i>				++	+			+	r		+	r	+	+			III ⁺
<i>Catananche caerulea</i>	+		r		+			Ar	+				r				III ^{Ar}
<i>Ruta chalepensis</i>	Ar	Tr	r					r				Tr	+	Tr	Ar		III ^r
<i>Teucrium polium</i>			+		+	Tr	Ar	r	r					r	r		III ^r
<i>Teucrium pseudo chamaepitys</i>					+		Ar	Ar			+	+	+	+			II ⁺
<i>Bupleurum gibraltarium</i>							Ar				Tr						II ⁺
<i>Asparagus albus</i>	Ar		r							Ar					r		II ^r
<i>Helianthemum racemosum</i>					r		r						Ar	r			II ^r
<i>Globularia alypum</i>				1									+	+			I ⁺
<i>Sedum sediforme</i>	Ar														+		I ⁺
<i>Genista tricuspida</i>							Tr	Ar	r								I ^{Ar}
<i>Coris monspeliensis</i>											r		r	Tr			I ^r

NUMERO DE RELEVES	2	5	6	9	12	14	16	17	19	37	42	43	44	45	46	68	Présen. domin.
<i>Elichrysum stoechas</i>	r		r											+			I ^r
<i>Serratula cichoracea</i> subsp. <i>mucronata</i>				+				++	+						+		I ^r
<i>Rhamnus lycioides</i> subsp. <i>oleoides</i> var. <i>latifolia</i>	r						Tr	Ar									I ^r
<i>Erica multiflora</i>															++		I
<i>Genista umbellata</i>					Tr												I
<i>Coronilla valentina</i> subsp. <i>glauca</i>								r									I
5- Espèces des pelouses méditerranéennes sur sol argilo-limono-sableux.																	
<i>Sherardia arvensis</i>	+	+	+		+	+			+	++	+	Ar			+		IV ⁺
<i>Anagallis arvensis</i>	+				+	+			r	+	r	r	r		+	+	IV ^{Ar}
<i>Blakstonia perfoliata</i> subsp. <i>grandiflora</i>	+				+					+	Ar		Ar	r	++		III ^{Ar}
<i>Plantago psyllium</i>	+		Ar					r	Ar			Ar	Ar	r	Ar		III ^{Ar}
<i>Plantago lagopus</i>	++				+					++					++	++	II ⁺⁺
<i>Linum strictum</i>					Ar	+			r						+	+	II ⁺
<i>Valerianella coronata</i> subsp. <i>discoidea</i>						+					+				+	Ar	I ⁺
<i>Bellis annua</i> subsp. <i>annua</i>		+	+		++												I ⁺
<i>Anthyllis vulneraria</i> subsp. <i>maura</i>					+					r			r				I ^r
<i>Hippocrepis multisiliquosa</i> subsp. <i>ciliata</i>	r				r										Ar		I ^r
<i>Cerastium glomeratum</i>					+												I
<i>Hippocrepis minor</i>															Ar		I
<i>Valeriana tuberosa</i>									r								I
6- Groupe des terra rossa																	
<i>Fedia cornucopias</i>		+	+		Ar	Ar			r	+	r				+	+	III ⁺
<i>Helianthemum salicifolium</i>	+	+	+		+	++				+					+	r	III ⁺
<i>Helianthemum ledifolium</i>	Ar				+	+				+					Ar	Ar	II ^{Ar}
<i>Bellis silvestris</i> var. <i>guenina</i>				r	+	+					r						II ^{Ar}
<i>Plantago Bellardii</i>															++	+	I ⁺
<i>Polygala monspeliaca</i>	Ar				Ar					r					Ar		I ^r
7- Groupe des terra rossa décalcarisées																	
<i>Cistus monspeliensis</i>								1	++	2	2	3	1	1			III ⁺
<i>Erica arborea</i>											1			+			I ⁺
<i>Lavandula stoechas</i>												+		+			I ⁺

NUMERO DES RELEVES	2	5	6	9	12	14	16	17	19	37	42	43	44	45	46	68	Présen. domin.
<i>Astragalus lusitanicus</i>												r	Tr	Tr			I ^{Tr}
8- Groupe des lapiaz.																	
<i>Helianthemum aegyptiacum</i>		Ar	+		Ar	+			Ar							r	II ^{Ar}
<i>Cotyledon Mucizonia Ortega subsp. Ortega</i>	Ar															+	I ⁺
<i>Fumana laevipes</i>	+						Ar						+				II ^r
<i>Putoria brevifolia</i>							+										I
9- Espèces transgressives des steppes semi-aride et aride liées à la dégradation des groupements à Thuya.																	
<i>Ajugua Iva var. pseudo Iva</i>				r				+	r		r	r	r	r			III ^r
<i>Stipa retorta</i>		+	+	+													II ⁺
10- Groupe psammophile																	
<i>Tuberaria guttata subsp. inconspicua</i>						Ar	++			+	+	+				+	II ⁺
<i>Rumex bucephalophorus subsp. gallicus</i>				r							++						I ⁺
<i>Chrysanthemum multicaule</i>			+														I
<i>Malcolmia arenaria</i>												r					I
11- Groupe des sols sablo-limono-argileux																	
<i>Lobularia maritima</i>	Ar	Ar	Ar						+	+	r		r	Ar			III ^{Ar}
<i>Paronychia argentea</i>		+	+								r					+	II ⁺
<i>Lagurus ovatus</i>	Ar				+												I ⁺
<i>Biscutella didyma</i>											Ar						I
<i>Linum usitatissimum subsp. angustifolium</i>						r											I
12- Groupe des sols limono-argilo-sableux en friche ou culture.																	
<i>Scilla peruviana</i>	r	+	Ar		+	+		+		+	r					+	III ⁺
<i>Scorpiurus muricatus subsp. sulcatus</i>	+				+	+		Ar		r			Ar	+	Ar		III ^{Ar}
<i>Coronilla scorpioides</i>	r				Ar	Ar		Ar	Ar							+	III ^{Ar}

NUMERO DES RELEVES	2	5	6	9	12	14	16	17	19	37	42	43	44	45	46	68	Présen. domin.	
<i>Trifolium tomentosum</i>										Ar	r				+	+	II ^r Ar	
<i>Stachys ocymastrum</i>	+				r					Ar					Ar	+	II ^r Ar	
<i>Ornithogalum umbellatum</i>				r	r					r	r						II ^r	
<i>Tetragonolobus purpureus</i>	r	r			Tr				r								II ^r	
<i>Anthriscum orontium</i>	r				Ar				Tr				r		+	r	II ^r	
<i>Plantago serraria</i>		++	++		+												I ⁺⁺	
<i>Centaurea pullata</i>						Ar				Ar						+	I ⁺	
<i>Avena sterilis</i>					r											+	I ⁺	
<i>Rhaponticum acaule</i>								Ar	+								I ⁺	
<i>Galium Valantia</i>			+	Ar													I ^r Ar	
<i>Merendera filifolia</i>						Ar											I ^r Ar	
<i>Trifolium stellatum</i>						+							Ar		+		I ^r Ar	
<i>Anthyllis tetraphylla</i>																	I ^r	
<i>Phlomis crinita subsp. mauritanica</i>		r			r												I ^r	
<i>Medicago minima</i>	Ar																l	
<i>Linaria triphylla</i>		r															l	
<u>13- Groupe cultigène ou en friche indifférent à la texture du sol.</u>																		
<i>Ranunculus paludosus</i>	+		+		+	+		Ar			+	+				++	III ⁺	
<i>Sanguisorba anastroides</i>															r		I ^r	
<i>Iris sisyrinchium</i>									Tr	r							I ^r	
<i>Galactites tomentosa</i>	+																l	
<u>14- Groupe pélophile.</u>																		
Absent																		
<u>15- Groupe rudéral</u>																		
Absent																		
<u>16- Groupe anthropozoïque</u>																		
<i>Asphodelus microcarpus</i>	++	3	4	+	4	4		++	+	++	++	+			r	4	++	V ^l
<i>Urginea maritima</i>	+	2	l		+	++		+	Ar							++	+	III ⁺

NUMERO DES RELEVES	2	5	6	9	12	14	16	17	19	37	42	43	44	45	46	68	Présen. domin.
17- <u>Compagnes.</u>																	
<i>Calendula suffruticosa</i>	+	+	+			ar		+ Ar	+			+		+			II ⁺
<i>Eryngium tricuspdatum</i> subsp. <i>mauritanicum</i>		+	+						++			++		+		+	II ⁺
<i>Tulipa silvestris</i> subsp. <i>australis</i>	+				+ Ar			Ar									II ⁺
<i>Leontodon tuberosus</i>	+				++												I ⁺
<i>Anthericum liliago</i> subsp. <i>algeriense</i>					+					r Ar							I ^r Ar
<i>Eruca vesicaria</i>	Ar				r												I ^r
<i>Dactylis glomerata</i> var. <i>hispanica</i>		r	r														I ^r
<i>Anagallis Monelli</i> subsp. <i>collina</i>											r		Ar	r			I ^r
<i>Ophrys tenthredinifera</i>									Tr								I ^r Tr
<i>Ophrys apifera</i>					r												I ^r

The vegetation of the Ilgaz mountains

Y. AKMAN*
E. YURDAKULOL*
M. DEMIRÖRS*

RESUME - Les auteurs analysent la végétation de la montagne d'Ilgaz située dans le nord-ouest de l'Anatolie. Dans ce travail, ils présentent les caractères climatiques et bioclimatiques avec une interprétation phytosociologique et biogéographique de la région. En général, dans la région Prépontique, le revers septentrional des chaînes d'Ilgaz appartenant à la région biogéographique euzinienne, présente les associations de *Abies bornmuelleriana*, *Pinus sylvestris* et *Fagus orientalis* (ordre *Fagetalia sylvaticae*, classe *Querco Fagetea*) ainsi que les associations de *Carpinus betulus*, *Quercus petraea* ssp. *iberica* (alliance *Carpino-Acerion*, ordre *Querco Carpinetalia orientalis*). Le revers méridional de la chaîne d'Ilgaz, sous l'influence du climat méditerranéen, présente les associations de *Pinus nigra* ssp. *pallasiana* et *Quercus pubescens* (alliance *Quercion pubescentis*, classe *Quercetea pubescentis*). Enfin, l'association de *Astragalus microcephalus* apparaît également sur le revers méridional (ordre *Astragalo-Brometalia*, classe *Astragalo-Brometea*).

SUMMARY - The Ilgaz mountains are the greater mountain ranges in the north-west Anatolia. Its southern slopes are under the affects of Mediterranean climate with a less rainy or semi-aride very cold characters while the northern slopes under the affects of Oceanic climate. The Ilgaz mountains are located in the preponctic region and generally covered with the conifer forests : the deciduous forests are also seen on the lower levels and in the valleys exposing the north. Their higher parts are covered with the meadows and steppe vegetation is very rare.

The sylvatic associations and syntaxa in which they are included are :

- A - The associations included in the order *Fagetalia sylvaticae* and the class *Querco-Fagetea* :
1. *A. bornmuelleriana* - *Hieracium oblongum* association
 2. *A. bornmuelleriana* - *Pinus sylvestris* association
 3. *Pinus sylvestris* - *A. bornmuelleriana* association
- B - The associations included in the alliance *Carpino-Acerion* of the order *Querco-Carpinetalia* :
1. *P. sylvestris* - *Q. petraea* subsp. *iberica* association
 2. The subassociations of *Carpinus betulus* and *Fagus orientalis* of the association of *Q. petraea* subsp. *iberica*
- C - The associations included in the alliance *Quercion pubescentis* and the class *Quercetea pubescentis* :
1. *P. nigra* subsp. *pallasiana* - *Chamaecytisus pygmaeus* association
 2. *Quercus pubescens* - *Lotus aegeus* association
- D - The associations included in the order *Astragalo-Brometalia* and the class *Astragalo-Brometea* :
1. *Astragalus microcephalus* - *Asphodeline damascena* association and its subassociations, *Paracaryum pahlagonicum* and *Dianthus kamtembeluensis*.

KEY-WORDS : Phytosociology, Syntaxonomy, Synecology, Ilgaz mountains (Turkey), *Querco-Fagetea*, *Astragalo-Brometea*.

* Biology Department, Science Faculty, Ankara University (Turkey).

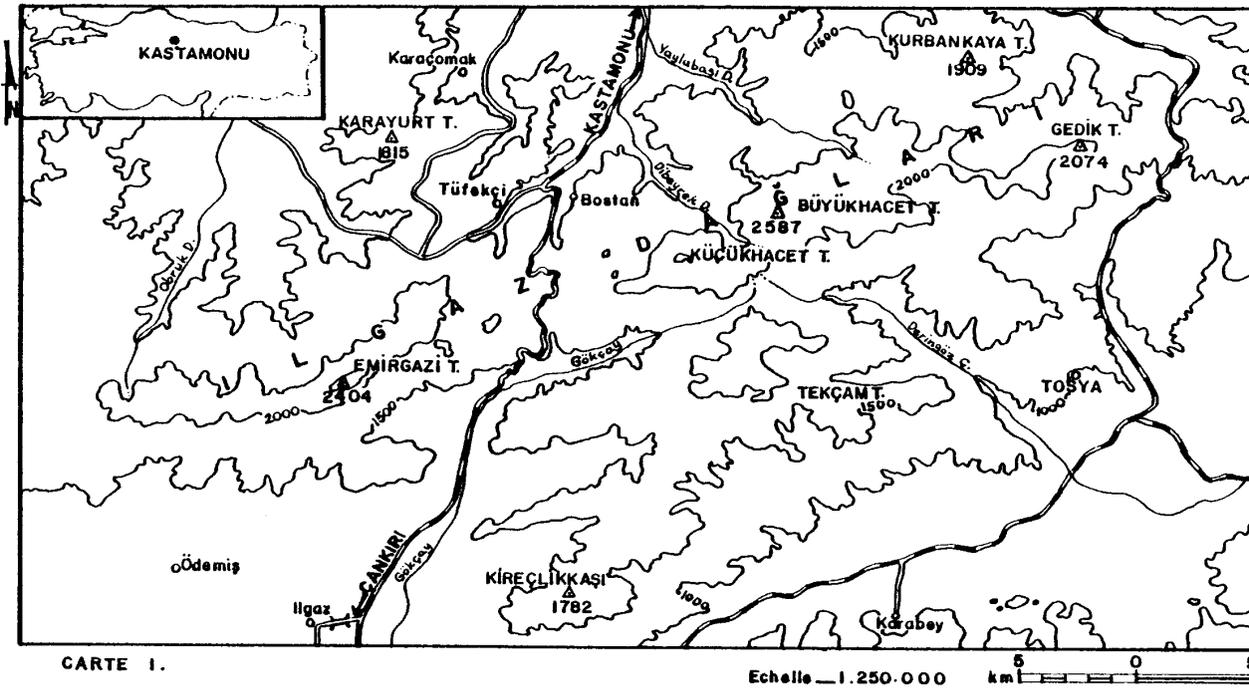


Figure 1.-Bioclimatical aspect of the observation stations.

Stations	Altitude (m)	P	PE	PE/ME	Precipitation regime	M	m	Q_2	Bioclimate
Kastamonu	791	463.6	113.3	4.1	Sp Sm Au W Semi-continental	27.3	-5.8	49.3	Semi-continental
Araç	650	565.1	116.4	6.5	Sp W Au Sm Transitory to Med.	28.5	-2.5	63.1	Upper semi-arid cold
Ilgaz	950	573.6	107.4	1.8	Sp W Au Sm East Meditterran.	29.2	-5.1	59.2	Upper semi-arid very cold
Tosya	829	463.0	80.8	2.9	W Sp Sm Au Transitory to Med.	27.7	-2.9	52.8	Upper semi-arid cold

INTRODUCTION

Less is known about the vegetation of Turkey in respect to phytoecology and phytosociology. The ecological and phytosociological features of many regions are not known well, although the recent works carried out in the Black Sea and Mediterranean regions by QUEZEL and PAMUKCUOGLU (1973) and QUEZEL et al. (1978, 1980).

The study was carried out by the financial supports of Turkish Scientific and Technical Research Council in between 1981-1982 (Project 523).

The work comprises the climatic, biogeographic and phytosociologic features of the Ilgaz Mountains which are situated in the preponctic region of the north-west Anatolia and the comparison of the associations with those formerly described.

RESULTS

Climatic and bioclimatic appearance

It is quite hard to determine the types of climate of the mountains due to the absence of adequate meteorological stations. We considered the data of two stations on each main slope of the mountain. It should be noted that the altitudes of the present stations are between 650-950 m. Therefore, the data for the higher altitudes above 950 m were estimated by extrapolation.

The data were taken from the following stations:

On the northern slopes of the mountain : Kastamonu (791 m) and Araç (650 m).

On the southern slopes of the mountain : Ilgaz (950 m) and Tosya (829 m).

Precipitation

Annual mean precipitation : The amount of rainfall on both northern and southern slopes is not so much.

Of the stations on the northern slopes, Kastamonu (791 m) has an amount of rainfall of 463.6 mm while Araç with an altitude of 650 m has 565.1 mm of rainfall. On the southern slopes of the mountain, the station of Ilgaz (950 m) has 573.6 mm of rainfall and that of Tosya (829 m) has an amount of 463.0 mm.

The annual amounts of rainfall at the stations between 650-950 m vary from 463.0 mm to 573.6 mm, but these data remain invalid for the higher parts of the mountain above 950 m because the highest peak reaches to 2580 m. So we intended to obtain data for the higher elevations by extrapolation. However, the snowfall is effective on the mountain for 5-7 months. The summer period ends in 1-2 months.

According to the extrapolated data, the amounts of the rainfall on both northern and eastern slopes of the mountain are as follows :

On the northern slopes :

Annual and monthly amounts of the rainfall : The data for rainfall on the northern slopes were extrapolated according to main meteorological stations, Araç and Kastamonu. The annual mean rainfall is 1023.5 mm at 1500 m and is 1293.5 mm at 2000 m from Araç with an altitude of 650 m to the peak and those at 1500 and 2000 m from Kastamonu at 791 m are 846.4 mm and 1106.4 mm respectively.

The rainy three months in the Kastamonu station of 791 m are April, May and June. The amounts of the rainfall in the other months have almost the same percentage such as 30-35 % according to the annual amount.

On the northern slopes of the Ilgaz mountains raising from 800 m to 2580 m and at a distance of 15 km in the east of station, Kastamonu, the amounts of

the rainfall obtained according to lapse-rate are as follows : the annual mean rainfall at 1500 m reaches to 846.4 mm while 1106.4 mm at 2000 m. That is, the Ilgaz mountains have a rainfall three times more than that of Kastamonu.

As to monthly mean precipitations, the most rainy months are April, May and June. But it is not possible to talk about a summer drought, because in summer, the Ilgaz mountains have a rainfall of 269 mm at 1500 m and 276 mm at an altitude of 2000 m. As a matter of fact that is why the slopes at these altitudes were under the affects of Oceanic climate of the Black Sea region.

On the other hand, the precipitation regime, Sp.Sm.Au.W. seen in the station of Kastamonu at an altitude of 800 m is replaced by the oceanic climate at the altitudes of 2000 m. The annual mean rainfall of the station, Araç which is located further west of the northern slopes of the mountain is 565.1 mm and somewhat more than that of Kastamonu.

The amount of annual rainfall at 1500 m on the Ilgaz mountains located in the south of the station, Araç reaches to 1023.5 mm while 1293.5 mm at 2000 m. In this case, while the data of Araç indicates a transitory precipitation regime with the Mediterranean character, the rainfall in summer on the northern slopes at 1500 m in the same region reaches to 231.2 mm and 298.5 mm at 2000 m exceeding the limit of 200 mm. Thus, the effects of the oceanic climate is seen around Araç above a certain altitude.

On the southern slopes :

Annual and monthly mean rainfall : The data of two stations were used here as well. The annual amount of rainfall in the town of Ilgaz at 950 m is 573.6 mm and that of station, Tosya at an altitude of 829 m decreases to 463.0 mm. The precipitation gradient from the station of the town Ilgaz to the peak reaches 884.7 mm at 1500 m and 1154.7 mm at 2000 m, while that of Tosya reaches 822.1 mm at 1500 m and 1079.5 mm at 2000 M.

The months having less rainfall on the southern slopes are July, August, September and October, while the most rainy months are April, May, June and December.

The seasonal rainfalls indicate the precipitation regime of Mediterranean (Sp.W.Au.Sm.) and a transitory one with a character of Mediterranean at the lower altitudes of the stations Ilgaz and Tosya. On the slopes above 1500 m, the summer rainfall is more than 200 mm and there is not any dry period in summer. The amount of the rainfall in summer at 2000 m is 234.7 mm in Tosya and 249 mm in Ilgaz town.

Temperature

Annual and monthly mean temperatures : The annual mean temperature in Kastamonu situated in the north of the Ilgaz mountains is 9.5°C while 11°C in Araç. Thus Araç is hotter than Kastamonu.

On the higher levels on the northern slopes with an altitude of 1500 m, the annual temperature is 6.8°C while 4.2°C at the altitude of 2000 m. The mean temperatures in summer of these stations are not so high. The temperature of the hottest month, June in Kastamonu and Araç is 20°C, while that of the coldest month, January is -2.2°C in Kastamonu and 1.2°C in Araç. These data, of course, are lower on the levels of 1500 m, the mean temperature of the hottest month at 1500 m is 16.6°C and 14.3°C at 2000 m while that of the coldest month, January is -6.4°C at 1500 m and -11°C at 2000 m.

The annual mean temperature of the towns Ilgaz and Tosya situated on the southern slopes of the Ilgaz mountains is somewhat higher than those of the

northern slopes. The annual mean temperature in Tosya is 14.4°C and 10.7°C in Ilgaz.

The mean temperature of the hottest month, August in both Ilgaz and Tosya is the same and 21.9°C while that of the coldest month, January in Tosya is hotter than in Ilgaz. The mean temperature of January is -0.8°C in Tosya and -1.6°C in Ilgaz.

The mean maximum temperature of the hottest month : The mean maximum temperature of the hottest month (M) is almost the same on both southern and northern slopes and corresponds to July. Thus M is 29.2°C in Ilgaz, 27.7°C in Tosya and 27.3°C in Kastamonu.

The mean minimum temperatures of the coldest month : The mean minimum temperature of the coldest month (m) in the stations of Ilgaz and Kastamonu is lower in a sensible extent than that of Tosya and Araç. Thus m is -5.1°C in Ilgaz, -5.8°C in Kastamonu and -2.9°C in Tosya.

On the levels of the Ilgaz mountains above 1500 m the data of M and m were estimated as follows :

On the northern slopes at 1000 m : m is -10.6°C
M is 23.8°C

On the southern slopes at 1500 m : m is -15.3°C
M is 21.0°C

Bioclimatical interpretation (Fig. 1)

The Ilgaz mountains are located on a transitory region in respect to climate. This type of such a transitory climate is in the characters between a semi-arid, less rainy, very cold Mediterranean and Oceanic one. As a matter of fact, the different types of the precipitation regimes in the area confirm that (Araç Sp.W.Sm.Au.; Kastamonu Sp.Sm.Au.W.; Tosya Sp.W.Au.Sm.).

However, the southern slopes of the Ilgaz mountains are drier in summer and under the influences of a semi-arid, less rainy-cold Mediterranean climate, while the northern slopes under the influences of an Oceanic climate according to seasonal and monthly analysis of the rainfall. Especially on the northern slopes of the mountain above 1000 m reaching to 2500 m the vegetation is rich in Euxinian components such as *Abies bornmuelleriana*, *Carpinus betulus*, *Fagus orientalis*, *Quercus petraea* subsp. *iberica*, *Pinus sylvestris* and *Juniperus communis* subsp. *nana*, while the southern slopes are covered by *Pinus nigra* subsp. *pallasiana*, *Quercus pubescens* and *Juniperus excelsa*.

The pluviothermic quotient of EMBERGER (Q_2) is 49.3 in Kastamonu, 63.1 in Araç, 52.8 in Tosya and 59.2 in Ilgaz. According to these data, it is seen that all the stations are under the influences of the semi-arid very cold superior Mediterranean climate. In addition, the values of PE/ME are 4.1 in Kastamonu, 6.5 in Araç, 2.8 in Tosya and 3.3 in Ilgaz. These values confirm those mentioned above, because the values of PE/ME in the stations of Kastamonu and Araç reach to 5 or exceeds it.

General characteristics of the vegetation

The Ilgaz mountains are the typical mountain ranges within the pre-pontic zone in the north-west Anatolia. The vast part of it, such as 80-90 % is covered by the coniferous forests. Yet the dominance of the conifers changes and they are mixed in various ratio due to the influences of the exposition, altitudes and local climates. The lower levels of the slopes facing the north (600-800 m) were occupied by *Pinus nigra* subsp. *pallasiana*, the middle levels (900-1400 m) by *P. sylvestris* and the higher levels (1000-1600 m) by *Abies bornmuelleriana* forests,

while on the slopes facing the south, the areas with the altitudes of 600-800 m were occupied by *Juniperus excelsa* - *Pistacia terebinthus* and those of 800-1100 m by *Quercus pubescens*, of 1000-1500 m by *Pinus nigra* subsp. *pallasiana* and the areas between 1500-1700 m were locally occupied by the mixed forests of *Pinus nigra* - *P. sylvestris* or *P. sylvestris* - *Abies bornmuelleriana*.

The deciduous forests are not widespread on the Ilgaz mountains : these form the forests communities on the humid valleys exposing the north or in the basins closed to the south (Besdegirmenler - Diphani). They are sometimes in form of pure stands but generally as the mixed forest communities such as *Carpinus betulus* - *Fagus orientalis* or *C. betulus* - *Pinus sylvestris* or *P. sylvestris* - *Quercus petraea* subsp. *iberica*.

The higher parts of the Ilgaz mountains above 1600-1700 m should be divided into two :

- The first is the communities of *J. communis* subsp. *nana* at between 1600-1700 m and 2000-2100 m.

- The second is the communities of *Thymus praecox* subsp. *skorpilii* and *Festuca varia* at between 2100-2200 m and 2500-2580 m.

From the biogeographical point of view, the Ilgaz mountains lie in the confronted area of two distinct floristic regions : the Mediterranean and the Euxine district of Euro-Siberian region. In the other word, the vegetation of the northern slopes of the mountain range has been affected by the Euro-Siberian region, while that on the slopes facing the south has been affected by the components of the Mediterranean region with a semi-arid or less rainy and cold character.

Therefore, the study area is with a character of transitory region : the actual structure of the vegetation confirms this as well.

The great part of the Ilgaz mountains, such as 80 % , is covered by sylvatic vegetation. Especially the fir forest is highly successful. On the vast part of the mountains, the species of *Abies* and *Pinus* form a mixed conifer forest. The steppe communities having a very local distribution is only encountered in the surroundings of the towns of Ilgaz and Kastamonu. As a matter of fact, the biotic interferences are excessive on the slopes being relatively masked by the climate.

The mediterranean components are more on the slopes exposing the south while less on that exposing the north. The mediterranean components are well spread especially in the surroundings of Araç district and between Ilgaz-Tosya and at the same time these localities form the parts of Ilgaz mountains having the least rainfall.

Within the forest especially on the slopes exposing the north, the lichenes, the mosses and the vascular cryptogames have a wide distribution.

Of the lichenes *Pseudovernia furfuracea*, *Usnea hirta*, *Lobaria pulmonaria*, *Peltigera canina* ; of the mosses *Dicranum scoparium*, *Thuidium abietum*, *Plagiomnium undulatum*, *Hypnum mamillatum*, *Hylacomium brevistre* and of the vascular cryptogames *Dryopteris filix-mas*, *D. dilatata*, *D. caucasica*, *Polstichum aculeatum*, *P. lonchitis*, *Asplenium trichomanes*, *A. viride*, *Athyrium filix-femina*, *Cystopteris fragilis* and *Polypodium vulgare* from the families *Aspidiaceae*, *Aspleniaceae* and *Athyriaceae* are encountered.

The interpretation of the plant groups from the view points of Geography, Ecology and Phytosociology

The plant groups within the sylvatic vegetation : Here, the plant groups of *Abies bornmuelleriana*, *Pinus sylvestris*, *Quercus petrae* subsp. *iberica*, *Pinus nigra* subsp. *pallasiana* and *Quercus pubescens* will be considered respectively.

Pure formation of *Abies nordmanniana* subsp. *bornmuelleriana* (A.n. subsp. *bornmuelleriana* - *Hieracium oblongum* association) (Table I)

This association is mostly widespread on the mountainous zone with the altitudes between 1300 and 1700 meters : its pure stands are seen especially in the vicinity of Soguksu and Baldiran deres. It forms mixed with *P. sylvestris* on the other parts of the mountain and spreads up to the subalpine zone. These communities exhibit a homogenous structure in respect to floristic characteristics and they are formed of only one association being affected by the Euxinian region. The association had been described under the same title in the same area before (QUEZEL et al., 1980). However there are floristic differences between that described here and the one formerly described by accompanying some species such as *Gentianella ciliata* subsp. *blepharophora* and *Gentiana septemfida*.

The firs with thick stems and the height of 40-50 m are highly successful trees. Within these communities the shrub layer is not well developed : on the contrary, the herbaceous layer has a good development and the species such as *Hieracium oblongum*, *H. medianiforme*, *Gentianella siliata* subsp. *blepharophora* and *Gentiana septemfida* are more spread.

There are some similarities in the floristic composition between the fir stands studied here and the *Abies bornmuelleriana* - *Pinus sylvestris* association described in Egriova (Bey pazari) and Isik mountain (Kizilcahamam) and that described on the Bolu and Semen mountains (AKMAN et al., 1981). But, however, it should be pointed out that the firs of the Ilgaz mountains have a phytosociological stability with the environment.

Since the climate is main affective factor, the main rock is not so affective on the structure of the community, although it locally shows variations. The amount of the rainfall reaches to 1500 mm especially on the northern slopes of the mountainous zone at an altitude of 1400-1700 m where the firs are wellspread and the temperatures of summer months remain lower and it snows for a long period such as 5-7 months.

The soil is rather deeper on the areas where the community is spread (50-80 cm) : the type of humus is Mull and its thickness is between 4-6 cm. The litters of plants in the soil are not able to be decomposed.

Only the shrubs of *Vaccinium myrtillus* are seen within the shrub layer developing very weak. On the contrary, there are numerous species within the herbaceous layer. Some of them are the components of the class Vaccinio-Piceetalia which occurs on the mountainous zone of Middle Europe, for example : *Orthilia secunda*, *Vaccinium myrtillus*, *Monoses uniflora*, *Monotropa hypophytis*. Of course, the area of these species originated from Middle Europe constitutes their eastern boundaries in Anatolia.

On the other hand, the species of the order Fagetalia sylvaticae take an important place, i.e. *Galium odoratum*, *Calamintha grandiflora*, *Festuca drymeja*, *Actea spicata*, *Oxalis acetosella*, *Neottia nidus-avis*, *Cardamine impatiens*, *Moehringia trinerva*, *Ranunculus brutius*, *Galium rotundifolium*.

Characteristics of the order RHODODENDRO - FAGETA-
LIA ORIENTALIS

<i>Daphne pontica</i>	++	++	++	++	+1	++	+1	+1	.	++	++	+1	+1	+1	++	+1	+1	+1	+1	+1	IV	
<i>Fagus orientalis</i>	33	33	33	33	.	I

Characteristics of the order QUERCO-CARPINETALIA
and the alliance CARPINO - ACERION²

x <i>Cirsium hypoleucum</i>	33	++	++	++	33	++	33	++	.	.	.	++	33	++	++	.	.	.	.	.	.	.	22	.	.	.	.	.	.	++	++	++	++	++	IV
<i>Arenaria agrimonoides</i> .....	++	++	.	.	++	.	++	.	.	.	.	.	++	++	++	.	++	++	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	II
<i>Viola sieheana</i> .....	++	++	.	.	++	++	++	++	++	++	.	.	++	++	++	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	II
x <i>Lonicera caucasica</i> subsp. <i>orientalis</i> .....	.	++	.	.	.	++	.	.	.	.	.	.	.	.	.	++	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	I
x <i>Carpinus betulus</i> .....	.	.	++	.	.	.	.	.	++	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	I
x <i>Helleborus orientalis</i> .....	++	.	.	.	++	++	.	.	.	.	.	.	++	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	I
x <i>Lathyrus aureus</i> .....	.	.	+1	+1	.	.	.	.	.	.	.	+1	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	+1	I
x <i>Cyclamen coum</i> .....	.	.	.	.	++	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	I
x <i>Pyracantha coccinea</i> .....	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	I
<i>Euonymus latifolius</i> .....	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	I
<i>Lasar trilobum</i> .....	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	I
<i>Campanula rapunculoides</i> .....	.	.	++	++	.	.	.	.	.	.	.	++	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	I
<i>Crataegus monogyna</i> .....	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	I
<i>Lathyrus czechoslovanicus</i> .....	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	I
<i>Staphylea pinnata</i> .....	.	.	++	++	.	.	.	.	.	.	.	++	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	I
<i>Digitalis ferruginea</i> .....	.	++	++	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	++	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	I
<i>Bupleurum falcatum</i> subsp. <i>cernuum</i> .....	.	.	++	++	.	.	.	.	.	.	.	++	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	I
x <i>Galium longifolium</i> .....	.	.	++	++	.	.	.	.	.	.	.	++	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	I
<i>Doronicum orientale</i> .....	.	.	.	.	.	.	.	++	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	I

Characteristics of the class QUERCETEA PUBESCENS

<i>Solidago virga-aurea</i> .....	++	.	.	.	++	++	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	I
<i>Cornus mas</i> .....	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	I
<i>Amygdalus amplexicaule</i> subsp. <i>amplexicaule</i> .....	++	++	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	I
<i>Sorbus umbellata</i> .....	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	I

Characteristics of the superclass QUERCO-PAGEA

<i>Epilobium montanum</i>	++	++	++	++	11	++	.	++	11	11	++	++	++	++	++	++	++	++	++	++	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	IV
<i>Fragaria vesca</i> .....	.	++	++	++	+1	.	++	++	+1	+1	++	.	++	.	+1	.	++	++	++	++	.	+1	++	++	++	++	++	++	++	++	++	++	++	IV	
<i>Primula vulgaris</i> subsp. <i>vulgaris</i>	++	++	++	++	12	.	++	+1	12	12	++	++	++	++	++	++	++	++	++	++	.	++	++	++	++	++	++	++	++	++	++	++	++	++	III
<i>Geranium robertianum</i> .....	++	.	++	++	++	++	.	++	++	++	++	++	++	++	++	++	++	++	++	++	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	III
<i>Lapsana communis</i> subsp. <i>intermedia</i>	++	++	.	++	++	++	++	++	++	++	++	++	++	++	++	++	++	++	++	++	.	++	++	++	++	++	++	++	++	++	++	++	++	++	III
<i>Rubus idaeus</i> .....	.	.	.	++	.	.	++	++	.	.	.	.	.	.	+1	.	+1	+1	12	12	.	+1	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	II
<i>Veronica chamaedrys</i> .....	++	.	.	++	.	.	++	++	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	II
<i>Brachypodium sylvaticum</i> .....	.	.	.	.	.	.	++	.	.	.	.	.	.	.	+1	.	+1	+1	11	11	.	+1	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	II	
<i>Poa nemoralis</i> .....	.	++	++	.	.	++	++	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	++	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	II
<i>Clinopodium vulgare</i> .....	.	.	++	++	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	II
<i>Campanula glomerata</i> .....	++	.	.	.	++	++	.	.	.	.	.	.	++	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	I
<i>Salvia glutinosa</i> .....	.	.	.	.	+1	.	.	.	++	++	.	.	.	.	+1	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	I
<i>Sorbus torminalis</i> .....	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	I
<i>Euphorbia amygdaloides</i> .....	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	I
<i>Populus tremula</i> .....	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	I

Companions :

<i>Secale cereale</i>	11	.	.	.	11	.	11	.	.	.	.	.	.	11	.	++	.	+1	+1	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	II
<i>Campanula olympica</i> .....	.	++	++	++	.	.	.	.	.	.	.	.	++	.	+1	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	II
<i>Petrorhagia alpina</i> subsp. <i>olympica</i> .....	.	.	++	++	.	.	.	.	.	.	.	.	++	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	II
<i>Hypericum perforatum</i> .....	.	.	++	++	.	.	.	.	.	.	.	.	++	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	I
<i>Dryopteris dilatata</i>	11	.	.	.	11	.	11	.	.	.	.	.	11	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	I
<i>Crocus speciosus</i> .....	.	++	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	++	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	I
<i>Dianthus balanus</i> .....	.	++	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	++	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	I
<i>Leontodon hispidus</i> .....	.	++	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	++	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	I
<i>Silene vulgaris</i> .....	.	.	.	++	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	I

Table : 2 - Abies nordmanniana subsp. bornmuelleriana - Pinus sylvestris association

Quadrat no	12	54	23	14	66	68	83	11	53	13	84	86	22	52	85	87	82	Presence
Area of the quadrat (m ²)	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000	
Altitude (m)	1500	1650	1500	1500	1600	1300	1400	1500	1650	1500	1400	1400	1500	1600	1400	1300	1400	
Exposition	N	W	NW	S	NE	W	N	N	W	S	N	N	NW	W	N	W	N	
Inclination (%)	55	30	20	60	40	60	60	55	30	60	60	60	20	25	60	60	60	
Characteristic and differential species of the association																		
Abies nordmanniana subsp. bornmuelleriana	23	45	33	23	55	45	23	45	45	23	45	45	33	45	45	45	45	V
Pinus sylvestris	33	12	23	23	22	22	22	33	12	33	22	22	23	11	22	22	22	V
Hieracium oblongum	11		++	11		++	++	11			++	++	++		++		++	IV
Viola odorata						++	++				++	++			++	++	++	III
Daphne pontica	++			12	-1		++	++			12							II
Chaerophyllum aureum							++				++	++			++		++	II
Valeriana alliarifolia						++	++										++	I
Veronica orientalis		++						++						++				I
Daphne oleoides	+1						-1											I
Hieracium artabense		11						11										I
Hieracium medianiforme			+1		+1													I
Characteristics of the order FAGETALIA SYLVATICAE																		
Calamintha grandiflora		++				++	++		++		++	++			++	++	++	III
Orthilia secunda	++	11			++	++	+1		11					11		++		III
Pestuca heterophylla	11			11					11		11							II
Monotropa hypophitys		++							++						++			I
Neottia nidus-avis				++					++									I
Cardamine impatiens		++							++			++						I
Cardamine bulbifera			++										++					I
Characteristics of the class QUERCO - FAGETEA																		
Galium rotundifolium	11	11	++	++	22	++	++	11	11	++			++	21		++		IV
Myosotis sylvatica subsp. cyanea	++		+1	+1	+1	++	++	++		++	++	+1	++	++		++		IV
Sanicula europaea		++	++	++		++		++	++	-1		++	++		++		++	III
Fagus orientalis		++				22		++		22	22				22		22	III
Gentiana asclepiades					-1		++			++	++				++		++	II
Saxifraga rotundifolia	++		++	++			++		++		++							II
Galium odoratum		11	++			++		11					++					II
Veronica officinalis						++					++	++			++		++	II
Ranunculus brutius			++		++										++		++	I
Viburnum opulus						++										++		I
Characteristics of the order QUERCO-CARPINETALIA and the alliance CARPINO - ACERION																		
Cirsium hypoleucum	++	11	11	11	++	++	++	++	11	11	++	++		++	++	++	++	V
Viola sieheana	11		++	++	++			11		++				++				III
Arenaria agrimonoides		++	++						++				++	++				III
Tanacetum poterifolium	11			11				11		11								II
Galium longifolium	++			++				++		++								II
Lonicera caucasica subsp. orientalis					+1										++	+1		I
Dorycnium graecum		++		++				++		++								I
Lathyrus czechoslovanicus			++	++														I
Vicia truncatula			++										++					I
Characteristics of the class QUERCETA PUBESCENTIS																		
Campanula rapunculoides	++					++		++							++			II
Trifolium medium	++			++	++			++										II
Digitalis ferruginea		++			-1					++								I
Acer campestre						++										++		I
Sorbus torminalis						++										++		I
Sorbus umbellata				++						++								I
Vicia cracca subsp. stenophylla			++							++								I
Campanula rapunculus				++						++								I
Characteristics of the superclass QUERCO - FAGEA																		
Fragaria vesca	12	++	++	++	++		++	12		++	++	++	++	++	++		++	V
Geranium robertianum		++				++	++				++	++		++	++	++	++	III
Epilobium montanum		++	++	++	++	++		++					++	++	++	++		III
Rubus idaeus	12	12	22		++			12	12					22	22			III
Lapsana communis subsp. intermedia		++	++	++	+1					++			++					II
Primula vulgaris subsp. vulgaris			++	++									++	++	++			II
Poa nemoralis	++		++	++	++				++									II
Veronica chamaedrys						++				++	++				++		++	II
Luzula forsteri	++			++				++		++								II
Brachypodium sylvaticum				22	++					++						++		II
Clinopodium vulgare	++	++							++					++				II
Populus tremula	++			++														I
Companions:																		
Campanula olympica		++	++			++		++					++	++				II
Calamagrostis arundinacea	++		++					++		++	++							II
Luzula sylvatica		12	22						12					22	12			II
Petrorhagia alpina	++		++					++		++								II
Lathyrus pratensis	++		++										++					I

The association, therefore, is considered in the order *Fagetalia sylvaticae* of the class *Querco-Fagetea* in order to be more representative from the view points of plant geography and plant sociology. Among the characteristics of the association, the two Hyrcano-Euxinian components *Gentianella ciliata* subsp. *blepharophora* and *Gentiana septemfida* which is locally spreading in the north Anatolia, and *Hieracium oblongum*, *Peucedanum aegopodioides* having a local distribution in the north-west Anatolia along with the differential species such as *Valeriana alliariifolia*, *Lathrea squamaria*, *Hieracium medianiforme*, *Chaerophyllum aureum* can be cited.

In fact, the plant group of *Abies bornmuelleriana* should be divided into two in respect to the altitude. The first is the lower parts with an altitude of 1200-1500 m on which the components of the order *Querco-Carpinetalia* is rich and the latter is higher parts between 1500-1750 m on which the species of *Vaccinium myrtillus*, *Actea spicata*, *Oxalis acetosella* are dominant. Therefore, this association on the Ilgaz mountains, the structure of which was described above exhibits a special situation for the region of Kastamonu.

The mixed coniferous communities

As in many parts of the north-west Anatolia (Bolu and Semen mountains, Ballıdag-Daday) the mixed conifer communities have been recognized on the Ilgaz mountains according to their co-dominant species. These communities usually develop depending on the exposition and the altitude in the Ilgaz mountains and consequently their floristic compositions show variation. Here, two associations dominated by the species of *Pinaceae* family were described.

Abies bornmuelleriana - *Pinus sylvestris* association (Table 2)

This mixed coniferous association is encountered in the surroundings of Tüfekci village of Kastamonu province, above the village of Karaçomak-Acisu region and Baldıran stream in the Ilgaz mountains. The association was described before in the north-east Anatolia (CZECZOTT, 1938 ; ZOHARY, 1973 ; AKMAN, 1981). Although all the associations are with a homogenous structure, they have some differences depending on the variation of humidity and altitude.

Within the association, *Abies bornmuelleriana* is the dominant species while *Pinus sylvestris* is a co-dominant and it prefers higher altitudes (1400-1700 m) and wetter places than the next association. Therefore the floristic composition is richer than the next one at least among the characteristics. Both the species after which the association is named are highly successful and the heights of them reach up to 30-40 m. The soil is quite deeper (40-60 cm) where the association is spread on and brown forest soil is dominant : the form of humus is Mull. The shrub layer developing very less is represented by only two species of *Daphne pontica* and *D. oleoides*.

From the phytosociological point of view, the species of the order *Fagetalia sylvaticae* and the class *Querco-Fagetea* are dominant and well developed : therefore the association should be included in these units.

The plants such as *Hieracium oblongum*, *H. medianiforme*, *H. artabirensis*, *Viola odorata*, *Valeriana alliariifolia*, *Daphne pontica*, *Daphne oleoides*, *Chaerophyllum aureum* are the characteristic and differential species of the association. It is seen that there is a similarity between the characteristic and differential species of the associations described on the Bolu and Semen mountains which are situated on the south of Ilgaz mountains and those of this association. However, the number of species is more here. Especially *Hieracium* species play an important role at the level

of characteristics.

On the other hand, the association contains numerous species of the alliance Carpinio-Acerion and the order Querco-Carpinetalia due to its relationships to these units.

Pinus sylvestris - *Abies bornmuelleriana* association (Table 3)

This association is spread, as a mixed coniferous formation, in between the Kadindüzü-Mülayim plateau of Yenice village and the village of Hacıcimbiz in the direction of the town Ilgaz, on the surroundings of Burhanliköy-Fadira Cesmesi and Kaşçılar-Karadere of the direction of Kastamonu-Tosya and on the Kadidag and Kanlıgöl region around Kastamonu, with an altitude of 1150-1550 m. The altitude of the association is lower than the previous association and the abundance of *Abies bornmuelleriana* decreases because the main slopes exposing the south were passed. Thus, the effects of the oceanic climate prevailing on the northern slopes decreases where the association occurs. That is, the climate becomes fairly aride. These ecological conditions, the variation in the factors of moisture and altitude affect the floristic structure of the association. Therefore, the floristic structure of the association is more different from the previous one. The components of the alliance Carpinio-Acerion and the order Querco-Carpinetalia increases at least in number. The species of the order Fagetales sylvaticae and the class Querco-Fagetea decrease in number as well. In this case, it is difficult to decide which unit the association will be considered in. We have deemed suitable to consider the association, in a broad sense, in the class Querco-Fagetea yet.

The characteristic and differential species of the association resemble those of the similar associations described in Egriova (Beypazari), Semen mountains (Bolu) before. Though *Daphne pontica*, *D. oleoides* are abundant within the shrub layer, as usual the first is more dominant. However, *Hieracium medianiforme*, *Cerastium fontanum* subsp. *triviale*, *Pyrola media* were chosen as the characteristic.

The most important traits that separate the association from the previous one are the moisture and altitude. The characteristics of the soil and the type of humus are as in the previous association.

Pinus sylvestris - *Quercus petraea* subsp. *iberica* association (Table 4)

This association has been described for the first time. It has a distribution in the vicinities of Benli Sultan, Evciler, Kemerler village, Fadira Cesmesi and Gököy between Kastamonu and Tosya. Here, there have been a mixed formation composed of both conifers and deciduous species, the oaks are the most abundant, they rarely grow in the form of trees. *Fagus orientalis*, *Carpinus betulus* and *Sorbus torminalis* exist as co-dominants in the form of shrub or small trees of 2-4 m. In other words, there exist a well developed shrub layer formed from the phanerophytes under the tree canopy of association composed of conifers which are dominant in physiognomy. In this mixed formation, the species of *Carpinus*, *Sorbus*, *Fagus* and *Acer* are lesser in number than *Quercus petraea* subsp. *iberica*.

The association prefers the northern and eastern slopes with a less inclination at between 1100 and 1300 m of altitude. The density of scots pines decreases on the steep slopes of the valley, but they rarely reach in form of trees as mentioned above.

On the contrary, the forest formations are seen on the various main-rocks such as schist, chalk and metamorphic rocks. Brown forest soils are dominant where the association is developed.

From the phytosociological point of view, though the association harbours the components of the alliance Carpino-Acerion and the order Querco-Carpinetalia, it harbours the Euxinian species as well. The selection of the characteristic and differential species is quite difficult due to the fact that there is not enough work on this type of mixed formation. The characteristic and differential species are euxinian in character, such as *Fagus orientalis*, *Daphne pontica*, *Dactylorhiza romana*, *Hieracium medianiforme*, *Vicia cassubica*. In fact, it is quite hard to interpret the association from the phytosociological point of view. Because the species within the quadrats except for the euxinian ones among the characteristics belong to the alliance Carpino-Acerion of the order Querco-Carpinetalia. In addition, the altitudes of the association meet the zone of Supramediterranean vegetation, that is, it is composed of deciduous species with a heterogeneous character developing on the hilly zone of the mountain. Therefore, it will be true to consider the association in the units cited above.

On the other hand, another considerable feature of the association is the presence of some species such as *Dactylorhiza romana* and *Cephalanthera damasonium* from *Orchidaceae* family within the less developed herbaceous layer. The former is chosen as one of the characteristics because it grows well here, though it is a component of the class.

Carpinus betulus and *Fagus orientalis* formation in Kastamonu Diphan basin (Table 5)

On the Ilgaz mountains, the two species *Carpinus betulus* and *Fagus orientalis* form an important cover on the slopes exposing to the north with the altitudes of 1000 and 1300 m in the Besdegirmenler - Diphan basin closed to the south. Of course, there exist some species such as *Quercus petraea* subsp. *iberica*, *Acer campestre*, *A. hyrcanum* along with *Cerasus avium* and *Populus tremula* which are not included in the quadrats except for these two mesophytic species. Thus, the pure deciduous forest stands are seen only in the surrounding Besdegirmenler and Diphan in the Ilgaz mountains.

Here the deciduous forest formations are generally located on the steeply inclined slopes. The mainrock is composed of chalk, marl and schists. The soil is rather wet at the lower levels of the valley. These deciduous species are replaced by *Pinus sylvestris* for recent plantation. In addition, the basin is used for grazing and it harbours some scattered places for residence.

The *Quercus petraea* subsp. *iberica* association comprising of two sub-associations of *Carpinus betulus* and *Fagus orientalis* was determined as a *Quercus macranthera* subsp. *sypirensis* by mistake before (QUEZEL et al., 1980). Therefore, the oak species should be corrected as *Q. petraea* subsp. *iberica*. Although the sub-associations of *Carpinus betulus* and *Fagus orientalis* belonging to the *Quercus petraea* subsp. *iberica* association develop under the same ecological conditions, they are floristically differentiated from each other.

The floristic compositions of each association are rich and the components of the alliance Carpino-Acerion and the order Querco-Carpinetalia is much in number. Therefore both associations are included in these phytosociological units without meeting any problem. The components of the orders Fagetalia sylvaticae and Rhododendro-Fagetalia orientalis are poorly represented and they are seen mostly within the subassociation of *Fagus orientalis*.

Physionomically, *Carpinus betulus* formations develop better than that

Characteristics of the order RHODOXANDRO-PAGETALIA
ORIENTALIS

Daphne pontica.....	15	++	11	++	.	++	.	11	12	.	.	++	.	.	.	.	.	.	II
Rubus idaeus .....	.	.	.	.	.	.	.	.	12	11	.	.	++	.	.	12	.	.	I
Rubus hirtus .....	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	+1	++	I
Salvia forskahlei .....	.	.	.	.	.	.	.	12	.	.	.	.	.	.	.	.	.	++	I

Characteristics of the class QUERCETEA PUBESCENSIS

Corylus avellana	23	++	.	++	11	++	13	11	.	21	+1	.	++	21	21	+1	.	21	.	.	IV	
Acer campestre .....	.	.	++	.	.	.	13	+1	.	++	.	++	.	.	.	++	.	.	.	.	+1	III
Anthriscus nemorosa .....	.	++	.	++	13	++	13	11	.	.	.	11	.	.	.	.	.	++	.	.	.	II
Vicia cracca subsp. stenophylla	11	.	21	.	12	.	.	++	.	.	.	.	.	.	.	+1	.	.	.	.	.	II
Coronilla varia .....	.	.	.	.	.	.	.	.	.	12	.	.	.	12	12	12	.	12	.	.	+1	II
Myosotis sylvatica subsp. cyanea .....	.	++	.	++	11	++	12	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	I
Campanula rapunculoides subsp. rapunculoides .....	.	.	.	.	.	.	.	.	.	11	.	.	.	11	11	.	.	++	.	.	.	I
Doronicum orientale .....	.	.	.	.	++	.	22	11	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	I
Campanula rapunculoides subsp. coridifolia .....	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	++	+1	.	I
Trifolium pannonicum subsp. elongatum .....	.	.	.	.	.	.	.	.	+1	.	.	11	.	.	.	.	.	.	.	.	.	I
Prunus domestica subsp. insititia	12	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	++	.	.	.	.	.	.	.	.	.	I
Silene italica .....	.	.	.	.	++	.	.	.	++	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	I
Euonymus latifolius .....	.	.	.	++	++	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	I
Ligustrum vulgare	++	.	.	.	23	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	I
Brachypodium pinnatum .....	.	.	.	.	23	.	13	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	I

Characteristics of the class QUERCO - FAGETEA

Sanicula europaea	34	++	11	++	12	++	.	22	.	.	11	++	.	.	.	+1	11	.	.	.	11	III
Dryopteris filix-mas .....	.	12	.	12	12	.	.	.	.	.	+1	++	.	.	.	+1	+1	.	.	.	.	III
Stellaria holostea	12	.	.	.	.	.	22	11	12	.	.	13	.	.	.	++	.	.	.	.	++	II
Mycelis muralis .....	.	++	.	++	++	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	+1	.	.	.	.	II
Pinus sylvestris .....	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	12	12	12	.	I
Campanula glomerata .....	.	+1	.	+1	+1	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	I
Cardamine bulbifera	11	.	11	.	.	.	12	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	I
Cardamine impatiens var. pectinata .....	.	++	.	++	++	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	I

Characteristics of the superclass QUERCO - FAGEA

Poa nemoralis .....	.	.	.	.	13	.	12	11	+1	+1	+1	.	.	++	11	+1	12	.	++	.	.	III
Primula vulgaris subsp. vulgaris	++	++	11	.	23	.	12	11	.	.	+1	.	12	.	.	+1	+1	.	.	.	11	III
Fragaria vesca .....	.	.	.	++	.	.	.	+1	.	+1	++	13	.	.	++	.	.	+1	+1	++	.	III
Salvia glutinosa .....	++	.	.	.	.	.	+1	.	.	+1	++	.	.	.	.	+1	.	.	.	.	+1	II
Lapsana communis subsp. intermedia .....	.	.	.	.	.	++	.	.	.	.	.	13	++	++	.	.	+1	.	.	.	.	II
Clinopodium vulgare	12	++	.	.	.	.	21	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	+1	+1	.	II
Melica uniflora	12	++	11	.	.	.	13	.	.	.	12	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	II
Epilobium montanum .....	.	++	.	++	.	++	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	I
Geranium robertianum .....	.	.	.	.	.	.	.	.	++	++	.	.	++	.	.	.	.	.	.	.	.	I
Sorbus aucuparia	++	.	11	.	.	.	.	++	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	I
Brachypodium sylvaticum .....	.	.	22	.	.	.	13	.	.	.	.	13	.	.	.	.	.	.	.	.	.	I
Crataegus monogyna .....	.	++	.	.	.	.	.	.	.	.	+1	.	.	+1	.	.	.	.	.	.	.	I
Stachys sylvatica .....	.	++	.	++	.	++	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	I
Veronica chamaedrys .....	.	++	.	.	.	.	.	.	.	.	++	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	I
Populus tremula .....	.	.	.	.	13	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	+1	I

Companions :

Hieracium medianiforme .....	.	++	.	++	.	++	.	.	11	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	I
Galium aparine .....	.	.	.	.	++	.	13	.	.	.	.	.	++	.	.	.	.	.	.	.	+1	I
Centaurium erythraea .....	.	.	.	.	.	.	.	.	++	.	++	.	++	.	.	.	.	.	.	.	.	I
Galium verum .....	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	I
Astragalus orientalis .....	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	++	I
Linaria coridifolia .....	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	++	I
Scutellaria sibida .....	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	++	I
Galium album subsp. prusense .....	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	+1	I
Epilobium angustifolium	+1	I
Salvia verticillata subsp. asiatica .....	.	.	.	.	.	.	.	.	.	++	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	I
LasERPetium hispidum .....	.	.	.	.	.	.	.	.	.	++	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	I

Table : 6 - *Abies nordmanniana* subsp. *bornmuelleriana*-*Carpinus betulus* association

	79	80	81	78	Presence	
Quadrat no	79	80	81	78		
Area of the quadrat (m ²)...	400	400	400	400		
Altitude (m).....	1450	1470	1500	1400		
Exposition.....	N	N	N	N		
Inclination (%).....	35	35	35	35		

Characteristic and differential species of the association and the characteristics of the order QUERCO-CARPINETALIA^x and FAGETALIA SYLVATICAE

<i>Abies nordmanniana</i> subsp. <i>bornmuelleriana</i>	45	45	45	45	V
<i>Carpinus betulus</i>	33	33	33	33	V
<i>Festuca drymeja</i>	22	22	22	22	V
<i>Galium odoratum</i>	22	22	22	22	V
x <i>Cirsium hypoleucum</i>	++	++	++	++	V
x <i>Laser trilobum</i>	++	++	++	++	V
x <i>Viola suavis</i>	++	++	++	++	V
<i>Orthilia secunda</i>	++	++	++	+1	V
<i>Hieracium oblongum</i> .....	.	+1	.	.	II
<i>Actea spicata</i> .....	.	+1	.	.	II
x <i>Lathyrus aureus</i>	++	.	.	.	II
x <i>Viola sieheana</i>	++	.	.	.	II
<i>Cardamine impatiens</i>	++	.	.	.	II
<u>Characteristics of the class QUERCO - FAGETEA</u>					
<i>Sanicula europaea</i>	+1	+1	+1	+1	V
<i>Galium rotundifolium</i>	++	++	++	++	V
<i>Polypodium vulgare</i>	++	++	++	++	V
<i>Fagus orientalis</i>	11	.	.	.	II
<i>Myosotis sylvatica</i> subsp. <i>cyanea</i>	++	.	.	.	II
<u>Characteristics of the class QUERCETEA PUBESCENTIS</u>					
<i>Campanula rapunculoides</i> .....	.	++	.	.	II
<i>Coronilla varia</i> subsp. <i>varia</i> .....	.	.	++	.	II
<u>Characteristics of the superclass QUERCO - FAGEA</u>					
<i>Fragaria vesca</i>	++	++	++	++	V
<i>Epilobium montanum</i>	++	++	++	++	V
<i>Corylus avellana</i> .....	.	.	+1	.	II
<i>Salvia glutinosa</i>	++	.	.	.	II
<i>Geranium robertianum</i> .....	.	++	.	.	II
<i>Veronica chamaedrys</i> .....	.	++	.	.	II
<i>Clinopodium vulgare</i> .....	.	+1	.	.	II
<u>Companions :</u>					
<i>Luzula sylvatica</i>	+1	+1	+1	+1	V
<i>Secale cereale</i>	++	++	++	++	V
<i>Campanula olympica</i>	++	.	.	.	II

Fagus orientalis. The heights of trees vary between 8-12 m. The euxinian species, *Fagus orientalis*, is in the form of small trees of 2-5 m. It should be noted that the association has an appearance of a dense deciduous forest due to the plant coverage reaching to 100 %.

Carpinus betulus subassociation floristically resemble very much to the association of *Carpinus betulus* - *Scaligera tripartita* described in the vicinities of Bolu-Mudurnu (AKMAN et al., 1978). They share the same characteristics such as *Scaligera tripartita* and *Saponaria glutinosa* but *Astrantia maxima* subsp. *haradjani* is not seen here. However, presence of the species such as *Galeopsis ladana*, *Sorbus domestica* chosen as characteristic and differential species indicates the existence of a special facies here. On the other hand, the species *Viola suavis* which is the characteristic for the oak forest on Semen mountains, Bolu, occurs here as a transgressive one. *Carpinus betulus* subassociation is more spread in the Diphan basin and *Fagus orientalis* plays a quite certain role here. As seen from the table 5, its differential species is fully different from the latter one.

In the subassociation of *Fagus orientalis*, the characteristics may be easily distinguished, depending on different ecological conditions and almost all of them are the species belonging to the order Fagetalia sylvaticae. For example : *Galium odoratum*, *Ranunculus brutius*, *Festuca drymeja*, *Polygonatum multiflorum*, *Orthilia secunda*, *Actea spicata*, *Moehringia trinervia*, *Neottida nidus-avis*, *Acer platanoides*. None of these species is present in *Carpinus betulus* subassociation. Thus, the euxinian effect and the euxinian species are dominant in the subassociation of *Fagus orientalis*.

Abies bornmuelleriana - *Carpinus betulus* association (Table 6).

The association has a local distribution in the Ilgaz mountains and is only seen around the Acisu region. What is considered here is a mixed forest composed of conifer and deciduous species.

As seen in the previous association of *Quercus petraea* subsp. *iberica*, *Carpinus betulus* has been occurring at the altitudes up to 1200 m only in the basins exposing the north. The geographical condition here is the same as those in the previous association and the valley is in case of exposing the north, but since the altitude reached to 1400-1500 m, the mountainous zone on which *Abies bornmuelleriana* is spread, is represented. Of course, this type of mixed forest carries out a special situation. As a matter of fact, this depends on the growth of *Carpinus betulus* just above the zone of *Abies bornmuelleriana*, especially on the surroundings of Diphan and Acigöl in the Ilgaz mountains.

It is quite difficult to distinguish the characteristics of the association composed of fewer quadrats, but it should be noted that the common characteristics of each formation develop together in the association, that is, both the species of *Carpinus* and *Abies* associations develop together. We therefore deemed suitable to show these species together in the table. Of course, this association can be considered as a transitory form. It therefore seems unclear in which phytosociological unit the association is to be included. According to our opinion, it will be convenient to include the association in the order Fagetalia sylvaticae and its higher unit Querco-Fagetea, because these species are more and dominant in association. The components of the order Querco-Carpinetalia are fewer and the degree of their abundancy and coverage are not more.

This association develops on the northern slopes of mountainous zone at an altitude of 1400-1500 m. Of the deciduous species *Carpinus betulus* and *Fagus*

Table : 7 - Pinus sylvestris - Pinus nigra subsp.pallasiana association

Quadrat no	89	91	178	96	90	127	92	Presence
Area of the quadrat (m ²)..	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000	
Altitude (m)	1400	900	1400	1100	900	1100	900	
Exposition	W	N	E	N	N	E	N	
Inclination (%)	30	50	15	2	50	1	50	

Characteristic and differential species of the association								
Pinus sylvestris	44	45	45	44	45	45	23	V
Pinus nigra subsp. pallasiana	22	12	12	12	.	22	22	V
Daphne pontica	22	11	12	11	11	.	22	V
Trifolium medium	+1	++	++	++	++	.	++	V
Juniperus oxycedrus subsp. oxycedrus .....	.	12	11	.	12	11	++	IV
Hieracium medianiforme .....	.	++	.	.	.	++	.	II
Orthilia secunda .....	++	.	.	.	.	+1	.	II
Bupleurum falcatum subsp.cernuum	11	.	.	.	.	.	.	I
Characteristics of the class QUERCETEA PUBESCENTIS								
Pyracantha coccinea .....	.	11	.	22	11	+1	11	V
Digitalis ferruginea	+1	.	++	++	.	.	.	III
Pimpinella tragiium subsp. polyclada .....	.	++	.	++	++	.	.	III
Asperula involucreta .....	.	.	.	.	.	.	.
Characteristics of the class QUERCO-FAGETEA								
Argyrolobium biebersteinii .....	.	++	.	.	++	.	.	II
Sanicula europea .....	.	.	++	.	.	.	.	I
Characteristics of the superclass QUERCO-FAGEA								
Veronica chamaedrys	++	++	+1	++	++	++	.	V
Brachypodium sylvaticum .....	.	+1	.	22	+1	.	.	IV
Briza media var. elatior	+1	+1	.	++	+1	.	++	III
Teucrium chamaedrys	+1	++	.	++	++	.	.	III
Poa nemoralis	+1	11	++	.	11	.	.	III
Viola sieheana	++	++	.	++	++	.	.	III
Primula vulgaris subsp. vulgaris	++	.	.	++	.	++	.	III
Fragaria vesca .....	.	.	++	++	.	++	.	III
Luzula forsteri .....	.	.	++	.	.	++	.	II
Clinopodium vulgare .....	.	++	.	.	++	.	.	II
Crataegus monogyna	+1	.	.	.	.	.	.	I
Componions :								
Dactylis glomerata.....	.	++	.	.	++	++	++	III
Sesleria pontica .....	.	22	.	22	22	.	22	III
Origanum vulgare subsp. vulgare	++	++	.	++	.	.	.	III
Pilosella hoppeana subsp. troica .....	.	+1	.	+1	+1	.	.	III
Lotus corniculatus .....	.	.	.	++	.	.	++	II
Phleum montanum .....	.	+1	.	.	.	.	++	II
Pilosella hoppeana subsp. pilisquama .....	.	+1	.	.	+1	.	.	II
Leontodon hispidus .....	.	++	.	.	++	.	.	II
Globularia trichosantha .....	.	.	.	++	.	++	.	II

orientalis which are fewer show a rare distribution and their heights vary in between 2-5 m, while the heights of the firs reach to 30-35 m.

The association develops on the brown forest soil derived from the serpentine mainrock and the type of humus is mull.

Pinus sylvestris - *Pinus nigra* subsp. *pallasiana* association
(Table 7).

This association is especially seen in the surroundings of Cogundur-Bayramli village and village of Kasçilar, Kadidag, Karaçomak and Balik between the towns of Kastamonu and rarely in the inner parts of valley between the towns of Yenice and Ilgaz of the southern slopes of the mountain.

These indecidious mixed forests formed from two pine species are spread on between 900-1400 m while it rarely reaches the higher altitudes on the southern slopes of the Ilgaz mountains.

It is possible to see the same feature seen in the mixed forests. That is, the characteristic and differential species belonging to each formation composed of conifers occur together considering a mixed forest. Therefore, both the characteristic species of black and scots pines are seen together in this mixed indecidious forest. The characteristics are chosen among the species of both formations. For example, such as *Daphne pontica*, *Hieracium medianiforme*, *Orthilia secunda*, *Trifolium medium*, *Juniperus oxycedrus*, *Bupleurum falcatum* subsp. *cernuum*.

From the phytosociological point of view, this association is closer to the class *Quercetea pubescentis*; therefore, it is more convenient to include the association in this syntaxon. The components of the class *Querco-Fagetea* are fewer and not represented well.

The association develops on the soil with a loamy and loamy-clayey texture derived from various mainrock and the depth of soil varies between 40-70 cm. The association develops on the supramediterranean and mountainous zones of the Ilgaz mountains.

Pinus nigra subsp. *pallasiana* plant group (Table 8).

This association is spread on the southern slopes towards the towns of Tosya-Ilgaz-Kursunlu and rarely in the vicinities of Ihsangazi-Araç on the northern slopes in the Ilgaz mountains. In other words, *Pinus nigra* subsp. *pallasiana* forms the dominant vegetation on the southern main slopes of the Ilgaz mountains.

The plant group is seen on the southern slopes of 1100 m and 1700 m, while on the northern slopes at an altitude of 100-1400 m. Its pure stands are rare due to affects of the mediterranean climate on the southern slopes and the euxinian affects on the northern slopes. On the other hand, they are successful on the mountainous zone of southern slopes while seen on the supramediterranean zone of pre-pontic region on the northern slopes. *Pinus nigra* subsp. *pallasiana* plant group has already scattered in patches in the pre-pontic region which extends from Kastamonu to the Black sea (i.e. the surroundings of Kirkpınar, Azdavay, the southern slopes of Ballıdag, Daday).

As to the interpretation of this plant group in respect to phytosociology, the floristic structure of 28 quadrats laid out in the Ilgaz mountains indicates that the association of *Pinus nigra* subsp. *pallasiana* - *Chamaecytisus pygmaeus* formerly described in the north-western Anatolia (AKMAN et al., 1978) came to existence sharing the same characteristic and differential species.

Especially the species of the alliance Pino-Cistion laurifolii which we determined in 1978 are represented well on the level of characteristics. For example : *Chamaecytisus pygmaeus*, *Cistus laurifolius*, *Genista lydia*, *Tanacetum poterii-folium*, *Hypericum montbrettii*.

On the Ilgaz mountains, it is possible to differentiate two sub-associations concerning with the *Pinus nigra* subsp. *pallasiana* - *Chamaecytisus pygmaeus* association : the subassociations of *Cistus laurifolius* and *Bupleurum falcatum* subsp. *cernuum*.

The *Cistus laurifolius* subassociation is mostly seen around the Hacı-Hasan village, the town of Ilgaz. Here are the southern slopes of the Ilgaz mountains and are under the effective control of mediterranean climate. This subassociation has a wide distribution in the Central Anatolia as well. *Cistus laurifolius*, *Campanula lyrata*, *Hypericum montbrettii* and *Limodorum abortivum* are chosen as the characteristic species of the subassociation. The subassociation develops under the semi-arid and very cold mediterranean climate conditions.

The *Bupleurum falcatum* subsp. *cernuum* subassociation develops on the wetter areas than the former. The quadrats characterizing this subassociation belong to the surroundings of Bürmece-Sürtçüler and Karaçomak village on the northern slopes of Ilgaz mountains except for those laid out around Dipsizgöl. *Bupleurum falcatum* subsp. *cernuum*, *Genista lydia* and *Carex coriogyne* are the differential species of the subassociation. This subassociation is more or less affected by the humid climate of euxinian territory.

Since the alliance Pino-Cistion laurifolii of the class Quercetea pubescentis which is chosen as characteristics in the associations of *Pinus nigra* subsp. *pallasiana* is represented well, the association cited here should be included in this phytosociological unit.

On the other hand, the components of the alliance Carpino-Acerion and the order Querco-Carpinetalia seem quite more in number in the quadrats. That is why the study area is situated in the prepontic region. Therefore, it may be thought that the association will be included in the order Querco-Carpinetalia but we deemed suitable to consider the association in its higher unit, the class Quercetea pubescentis. Some species of the class Querco-Fagetea are also present in the quadrats laid out especially on the northern slopes.

Quercus pubescens plant group (Table 9).

This group is seen in the vicinities of Ilgaz town and has a narrower distribution. The effects of steppe formation become very less, since the quadrats were laid out around the areas protected by the foresters. As a matter of fact, there is not any steppic species. The plant group develops on the quite deeper (30-50 cm) soils around the town of Ilgaz at an altitude of 1000-1300 m ; *Quercus pubescens* forms rather pure communities due to the protection at among these altitudes and the heights of trees vary between 3-10 m.

The floristic composition of the association *Quercus pubescens* - *Lotus aegaeus* described here is rather rich, the species of the alliance Quercion pubescentis are numerous with respect to phytosociology. For example : *Prunus domestica* subsp. *insititia*, *Vicia cracca* subsp. *stenophylla*, *Coronilla varia*, *Trifolium pannonicum* subsp. *elongatum*, *Colutea cilicica*, *Pyrus eleagnifolia*.

On the other hand, the class Quercetea pubescentis in which the alliance is included is represented very well in the quadrats. The association therefore should be indisputably considered in syntaxa cited above of the Mediterra-

Table : 9 - Quercus pubescens - Lotus aegaeus association

Quadrat no	150	148	147	144	145	146	143	149	255	Presence
Area of the quadrat (m ²)...	500	500	500	500	500	500	500	500	500	
Altitude (m)	1300	1100	1100	1100	1100	1100	1100	1100	1300	
Exposition	N	N	N	N	N	N	N	N	N	
Inclination (%).....	40	25	25	25	25	25	25	25	40	

Characteristics of the association and the alliance
QUERCION PUBESCENS

Quercus pubescens	55	45	45	45	45	45	45	55	45	V
Lotus aegaeus	+1	12	12	11	11	12	11	11	+1	V
Prunus domestica subsp. insititia	11	12	12	12	12	12	12	-1	++	V
Vicia cracca subsp. stenophylla	33	12	12	11	11	12	11	22	+1	V
Coronilla varia subsp. varia	22	12	12	++	++	12	++	11	12	V
Lathyrus cicera	++	++	++	++	++	++	++	++	+1	V
Trifolium pannonicum subsp. elongatum	22	++	++	++	++	++	++	++	+1	V
Vicia hirsuta .....	.	11	11	12	12	11	12	.	++	IV
Colutea cilicica	11	.	.	.	.	.	++	11	+1	III
Pyrus eleagnifolia	+1	.	.	.	.	.	.	+1	.	II

Characteristics of the class QUERCETEA PUBESCENS

Dianthus calcecephalus	-1	++	++	++	++	++	++	++	++	V
Pibigia clypeata	++	++	++	++	++	++	++	++	++	V
Silene alba	11	++	++	++	++	++	++	++	.	V
Campanula lyrata	++	11	11	11	11	11	11	++	.	V
Tanacetum poteriifolium .....	.	++	++	++	++	++	++	++	.	IV
Trifolium medium .....	.	12	12	12	12	12	12	.	.	IV
Trifolium physodes var. physodes .....	.	++	++	++	++	++	++	.	.	IV
Campanula rapunculus .....	.	++	++	++	++	++	++	.	.	IV
Silene italica.....	11	.	.	.	.	++	.	12	+1	III
Cicer anatolicum .....	.	++	.	.	.	.	.	++	++	II
Juniperus oxycedrus	+1	.	.	.	.	.	.	++	.	II
Lonicera struosa subsp. orientalis .....	.	.	+1	.	.	.	.	-1	.	II

Characteristics of the order QUERCO-CARPINETALIA LIBANI

Ranunculus illyricus	11	++	++	++	++	++	++	++	11	V
Cicerbita mulgedioides .....	.	++	++	++	++	++	++	.	++	IV

Characteristics of the superclass QUERCO - FAGEA

Geum urbanum .....	.	++	++	++	++	++	++	++	++	V
Myosotis sylvatica subsp. cyanea .....	.	++	++	++	++	++	++	11	.	IV
Teucrium chamaedrys .....	.	++	++	++	++	++	++	12	.	IV
Clinopodium vulgare .....	.	++	++	++	++	++	++	11	.	IV
Fragaria vesca .....	.	++	++	++	++	++	++	.	.	IV
Viburnum lantana.....	+1	.	.	.	.	.	.	.	+1	II
Lapsana communis subsp. intermedia	11	.	.	.	+1	.	.	.	.	II
Briza media subsp. elatior .....	.	.	++	.	.	.	.	++	.	II

Characteristics of the superclass DAPHNO-PESTUCETALES

Alyssum murale	+1	++	++	++	++	++	++	.	+1	V
Koeleria cristata.....	.	++	++	++	++	++	++	++	.	IV
Helianthemum nummularium .....	.	++	++	++	++	++	++	.	.	IV
Asyneuma limonifolium .....	++	.	++	.	.	.	.	++	.	II
Centaurea triumfettii .....	++	.	.	.	.	.	.	.	.	II

Companions :

Coronilla orientalis	+1	++	++	++	++	++	++	+1	++	V
Vicia tetrasperma	++	++	++	++	++	++	++	++	++	V
Verbascum eriocarpum	++	++	++	++	++	++	++	+1	.	V
Geranium pyrenaicum	+1	++	++	++	++	++	++	.	++	V
Moenchia mantica subsp. mantica	12	++	++	++	++	++	++	+1	.	V
Trifolium campestre .....	.	++	++	++	++	++	++	22	+1	V
Cystopteris fragilis .....	.	++	++	++	++	++	++	.	++	IV
Galium aparine .....	.	++	++	++	++	++	++	++	.	IV
Phleum montanum .....	.	++	++	++	++	++	++	11	.	IV
Poa pratense	22	++	++	++	++	++	++	.	.	IV
Poa trivialis .....	.	22	22	22	22	22	22	.	12	IV
Lathyrus sativus .....	.	++	++	++	++	++	++	.	++	IV
Vicia bithynica .....	.	++	++	++	++	++	++	.	++	IV
Silene vulgaris .....	.	++	++	++	++	++	++	.	.	IV
Astragalus coodeii.....	.	++	.	.	.	.	.	++	++	II
Cytisus procumbens	+1	.	.	-1	.	.	.	.	+1	II
Hypericum hyssopifolium .....	++	.	.	.	.	.	.	.	++	II
Dactylis glomerata .....	.	.	.	++	.	.	.	11	.	II
Carex flacca .....	.	+1	.	.	.	.	.	+1	.	II
Buglossoides arvensis .....	.	++	.	.	.	.	.	++	.	II

Table : 10 - Astragalus microcephalus - Asphodeline damascena association

Quadrat no	186	188	189	187	185	157	156	158	155	182	184	183	132	130	179	Abundance
Area of the quadrat (m ²) ..	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	
Altitude (m)	1200	1200	1200	1200	1200	1050	1050	1050	1050	1200	1200	1200	800	800	900	
Exposition	E	E	E	E	E	W	W	W	W	E	E	E	N	N	N	
Inclination (°)	50	50	50	50	50	30	30	30	30	50	50	50	45	45	45	
Characteristic and differential species of the association																
<i>Astragalus microcephalus</i>	44	44	44	44	44	44	44	44	44	44	44	44	34	34	34	V
<i>Asphodeline damascena</i>	11	11	11	11	11	11	11	11	11	.	.	.	.	.	.	III
<i>Paracaryum paphlagonicum</i>	++	++	++	++	++	++	++	++	++	++	++	++	.	.	.	III
<i>Pumana paphlagonica</i> .....	++	++	++	++	++	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	II
<i>Haplophyllum thesioides</i> .....	++	++	++	++	++	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	II
<i>Dianthus kastembeluensis</i> .....	.	.	.	.	.	.	.	.	.	11	11	+1	.	++	.	II
<i>Onobrychis argyrea</i> .....	.	.	.	.	.	.	.	.	.	+1	-1	+1	.	.	+1	II
<i>Iris mellita</i> .....	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	++	++	++	I
Characteristics of the order ASTRAGALO - BROMETALIA																
<i>Sideritis montana</i>	++	++	++	++	++	++	++	++	++	++	++	++	.	.	.	IV
<i>Alyssum sibiricum</i>	22	22	22	22	22	.	.	.	.	++	++	++	22	22	22	IV
<i>Chardinia orientalis</i>	++	++	++	++	++	++	++	++	++	.	.	.	++	++	++	IV
<i>Linaria corifolia</i>	+1	+1	+1	+1	+1	++	++	++	++	.	.	.	.	.	.	III
<i>Astragalus lycius</i>	++	++	++	++	+1	+1	+1	+1	.	.	.	.	.	.	11	III
<i>Astragalus lydius</i> .....	.	.	.	.	.	.	.	.	.	+1	+1	+1	.	.	+1	III
<i>Euphorbia tinctoria</i>	++	++	++	++	+1	+1	+1	+1	.	++	.	.	.	.	.	III
<i>Acinos rotundifolia</i> .....	++	++	++	++	++	++	++	++	.	.	.	.	.	.	+1	III
<i>Onosma tauricum</i> .....	.	.	++	.	.	.	.	.	.	+1	+1	+1	12	12	12	II
<i>Linum austriacum</i> .....	++	++	++	++	++	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	II
<i>Thymus spyleus var. punctatus</i> .....	.	.	.	.	+1	+1	+1	+1	.	.	.	.	12	.	.	II
<i>Sanguisorba muricata</i>.....	++	++	++	++	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	II
<i>Onobrychis armena</i> .....	.	.	++	.	.	.	.	.	.	11	11	11	.	.	11	II
<i>Galium incanum subsp. elatius</i>	+1	++	.	.	.	.	.	++	++	.	.	.	.	.	.	II
<i>Globularia trichosantha</i> .....	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	+1	++	++	++	I
<i>Paronychia kurdica</i> .....	.	.	.	.	11	11	11	11	.	.	.	.	.	.	.	I
<i>Iberis taurica</i> .....	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	11	11	11	I
<i>Helianthemum nummularium</i> .....	.	.	.	.	.	.	.	.	.	+1	-1	+1	.	.	.	I
Characteristics of the class ASTRAGALO - BROMETEA																
<i>Anthemis tinctoria var. pallida</i>	11	11	11	11	11	11	11	11	11	++	++	++	+1	+1	+1	V
<i>Helianthemum canum</i>	+1	-1	+1	+1	+1	12	12	12	12	12	12	12	22	22	22	V
<i>Teucrium chamaedrys</i>	11	11	11	11	11	22	22	22	22	+1	+1	++	.	.	+1	V
<i>Teucrium polium</i>	+1	-1	-1	+1	+1	12	12	12	12	11	11	11	.	.	+1	V
<i>Veronica multifida</i> .....	.	.	.	.	.	.	.	.	.	++	++	++	11	11	11	II
<i>Bromus tomentellus</i>	+1	+1	+1	+1	+1	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	II
<i>Festuca heterophylla</i>	12	12	12	12	12	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	II
<i>Leontodon asperimus</i> .....	++	.	.	.	.	.	++	.	.	.	.	.	11	11	11	II
Characteristics of the superclass DAPHNO - PESTOCETALES																
<i>Scutellaria orientalis</i>	+1	+1	+1	+1	-1	++	++	++	++	.	.	.	11	11	11	IV
<i>Festuca ovina</i>	12	12	12	12	12	.	.	.	.	22	22	22	12	12	12	IV
<i>Cruciata coronata</i> .....	++	++	++	++	.	.	.	.	.	++	++	++	+1	+1	+1	IV
<i>Thymus praecox subsp. skorpilli</i>	22	22	22	22	22	.	.	.	.	22	22	22	.	.	12	III
<i>Asyneuma limonifolium</i> .....	++	++	++	++	++	++	++	++	++	.	.	.	.	.	.	III
<i>Stipa pennata</i> .....	.	+1	.	.	.	+1	+1	+1	+1	.	.	.	+1	+1	+1	III
<i>Morina persica</i> .....	++	.	.	.	++	++	++	++	++	.	.	.	.	.	.	II
<i>Koeleria cristata</i>	12	12	12	12	12	11	.	.	.	.	.	.	.	.	.	II
<i>Helichrysum plicatum</i> .....	++	++	++	++	++	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	II
<i>Stachys iberica</i> .....	.	.	.	.	.	.	.	.	.	++	++	++	.	.	.	I
Characteristics of the class QUERCETEA PUBESCENTIS																
<i>Digitalis lamareckii</i>	11	11	11	11	11	11	11	11	11	++	++	++	.	.	.	IV
<i>Campanula lyrata</i> .....	++	++	++	++	++	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	II
<i>Genista Lydia</i> .....	.	.	.	.	.	.	.	.	.	++	++	++	-1	+1	+1	I
Companions :																
<i>Poa bulbosa f. vivipara</i>	+1	+1	+1	+1	+1	12	12	12	12	.	.	.	12	12	12	IV
<i>Hypericum organifolium</i>	+1	+1	+1	+1	+1	++	++	++	++	.	.	.	.	.	.	III
<i>Crepis sancta</i>	11	11	11	11	11	++	++	++	++	.	.	.	.	.	.	III
<i>Mimartia micrantha</i> .....	.	.	.	.	.	12	12	12	12	12	12	12	.	.	.	II
<i>Bromus arvensis</i> .....	.	.	.	.	.	12	12	12	12	++	++	++	.	.	.	II
<i>Achillea biebersteinii</i> .....	++	++	++	++	++	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	II
<i>Phleum montanum</i> .....	.	++	.	.	.	.	.	.	.	++	++	++	.	11	.	II
<i>Xeranthemum annuum</i> .....	.	.	.	.	.	11	11	11	11	.	.	.	.	++	.	II
<i>Alyssum hirsutum</i> .....	++	++	++	++	++	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	II
<i>Vincetoxicum canescens</i> .....	++	++	++	++	++	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	II
<i>Medicago minima</i> .....	++	++	++	++	++	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	II
<i>Arenaria serpyllifolia</i> .....	++	++	++	++	++	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	II
<i>Centaurea urvillei</i> .....	++	++	++	++	++	.	.	.	.	++	++	++	.	.	.	I
<i>Mimartia hirsuta subsp. falcata</i> .....	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	22	22	22	I
<i>Echinaria capitata</i> .....	.	.	.	.	.	++	++	++	++	.	.	.	.	.	.	I
<i>Allium rotundum</i> .....	.	.	.	.	.	++	++	++	++	.	.	.	.	.	.	I
<i>Centaurea squarrosa</i> .....	.	.	.	.	.	.	.	.	.	++	++	++	.	.	.	I
<i>Poa pratensis</i> .....	.	.	.	.	.	.	.	.	.	-1	-1	+1	.	.	.	I
<i>Medicago rigidula</i> .....	.	.	.	.	.	.	.	.	.	++	++	++	.	.	.	I
<i>Galium lucidum</i>.....	.	.	.	.	.	.	.	.	.	++	++	++	.	.	.	I
<i>Anchusa aucherii</i> .....	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	+1	-1	-1	I
<i>Alyssum minutum</i> .....	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	++	++	++	I

near floristic region.

There are floristic similarities between this association and those formerly described in the Central Anatolia (KETENOGLU and AKMAN, 1976 ; AKMAN and ILARSLAN, 1979). Especially the species of the alliance are almost the same, while those of the order *Quercus-Cedretalia libani* decrease in number.

This association has a wide distribution in the great part of the Central Anatolia under the affects of semi-arid and very cold Mediterranean climate (Q : 40-50) in respect to bioclimate. The amount of annual rainfall is round about 350-400 mm. Therefore, this plant group exhibits a quite homogeneous structure in Central Anatolia.

The steppe vegetation :

The steppe vegetation has a restricted distribution at the lower levels in Ilgaz mountains. Here we distinguished only one association made up *Astragalus microcephalus* - *Asphodeline damascena*.

Astragalus microcephalus plant group (Table 10).

Astragalus microcephalus is a very common species in steppe formation of the Central Anatolia and constitutes various associations. That is why it is a species on the levels of order and class. On the Ilgaz mountains, this plant group is encountered on the more inclined slopes of 800-1200 m. Though it is principally spread around the town of Ilgaz, it is rarely seen in the vicinities of Kastamonu.

Astragalus microcephalus - *Asphodeline damascena* association has been described for the first time in Anatolia. The species of the order *Astragalo-Brometalia* and the class *Astragalo-Brometea* are more in number. The association, therefore, is indisputably included in this unit. We distinguished two subassociations : *Paracaryum paphlagicum* and *Dianthus kastembeluensis*. The subassociation of *Paracaryum paphlagicum* is spread on the east and western part of the southern main slopes around the town of Ilgaz, and the climate is drier here ; the soil is not deeper. The percentage cover of *Astragalus* varies between 60-80 %. The differentials of the subassociation are : *Fumana paphlagonica*, *Haplophyllum thesioides*.

The subassociation of *Dianthus kastembeluensis* is seen around the village of Karaçomak, Kastamonu, on the main slope of the mountain exposing the north. The soils and the climatic conditions of this subassociation of which coverages range between 40-70 % is better than the former. The species differentiating the subassociation are : *Dianthus kastembeluensis*, *Onobrychis argyrea* and *Iris mellita*.

As seen from the differential species constituting the two subassociations, an endemic association may be cited here because all of these species are indigenous for the study area.

DISCUSSION AND CONCLUSION

The Ilgaz mountains are the great mountain ranges in the north-west Anatolia. The northern slopes of the mountain range is under the influence of oceanic climate while the southern slopes under a semi-arid and less rainy, cold type of the Mediterranean climate. In other words, it may be said that this range is located in a transitory region. Thus, the euxinian forests are dominant on the northern slopes while the components of the Mediterranean region on the southern slopes of the massive. In the north-west Anatolia, a vast part of the Ilgaz mountains contains the most beautiful conifer forests of Turkey as pure or sometimes mixed stands. The notable species belonging to *Pinaceae* family are : *Abies bornmuelleriana*, *Pinus sylvestris* and *Pinus nigra* subsp. *pallasiana*. The deciduous species are also present in the valleys and basins at the lower altitudes on the northern slopes in addition to the conifers. Some of them are : *Fagus orientalis*, *Carpinus betulus*, *Quercus petraea* subsp. *iberica* and *Quercus pubescens*.

Of the forest vegetation in the mountain, *Abies bornmuelleriana* and *Pinus sylvestris* communities are included in the order *Fagetalia sylvaticae* originated from the Middle Europe and the class *Querco-Fagetea*. However, let us note that some components of the order *Vaccinio-Piceetalia* which has originated from Middle Europe also present especially with the *Abies bornmuelleriana* plant group. Of course, that is why the association is located on the higher and wetter parts of the northern slopes in the Ilgaz mountains.

The deciduous plant group of *Carpinus betulus* and *Quercus petraea* subsp. *iberica* and that of conifer one, *Pinus sylvestris*, located at the lower level of 1000-1300 m are included in the alliance *Carpino-Acerion* belonging to the order *Querco-Carpinetalia* of the Mediterranean region.

The plant groups of *Pinus nigra* subsp. *pallasiana* and *Quercus pubescens* spread on the southern slopes of the mountain are included in the alliance *Quercion pubescentis* and sometimes in the *Carpino-Acerion* of the class *Quercetea pubescentis*.

The plant group of *Astragalus microcephalus* having a narrower distribution on the southern slopes are included in the order *Astragalo-Brometalia* of the class *Astragalo-Brometea* with respect to plant sociology.

The surroundings of the TV tower and the peaks of Küçük Hacet and Büyük Hacet which are the higher parts of the mountain at an altitude of 2000-2500 m are covered with the chalk bedrock. The phytosociological traits of the association growing on the soils derived from this bedrock will be studied by the works in future. However, it should be noted that the association of *Juniperus communis* subsp. *nana*, *Festuca varia* and *Onobrychis cornuta* may be thought as probable ones. The plant groups of the higher mountains in the north-west Anatolia has not been studied in detail yet except for those of Uludag, Bursa (QUEZEL and PAMUKCUOGLU, 1970) and Köroğlu mountains, Bolu (AKMAN and KETENOGLU, 1978). So, it is early to make a remark about this subject, but we may say that the alliance *Hyperico-Verbacion* and the order *Astragalo-Brometalia* of the class *Astragalo-Brometea* are well represented.

Among the species widespread on the higher elevations such as *Thymus praecox* subsp. *skorpilii*, *Hypericum linarioides*, *Bromus tomentellus*, *Pedicularis comosa* subsp. *sibthorpii*, *Anthyllis vulneraria* subsp. *variegata*, *Veronica gentianoides*, *Juniperus communis* subsp. *nana*, *Daphne oleoides*, *Onobrychis montana* subsp.

cadmea, *Jasione supina* subsp. *pontica*, *Aster alpinus*, *Potentilla crantzii* var. *crantzii*, *Androsace villosa*, *Festuca varia* may be counted.

Nine sylvatic associations and another one concerning with the steppe vegetation of the Ilgaz mountains were described. Most of the sylvatic ones are mixed conifer forest. The main association described here are *Abies bornmuelleriana* - *Hieracium oblongum*, *Abies bornmuelleriana* - *Pinus sylvestris*, *A. bornmuelleriana* - *Carpinus betulus*, *Pinus sylvestris* - *A. bornmuelleriana*, *P. sylvestris* - *Quercus petraea* subsp. *iberica*, *P. sylvestris* - *P. nigra* subsp. *pallasiana* and the subassociations of *Quercus petraea* subsp. *iberica*, the *Carpinus betulus* and *Fagus orientalis* subassociations, and the associations of *P. nigra* subsp. *pallasiana* - *Chamaecytisus pygmaeus* and *Quercus pubescens*. The association within steppe formation, *Astragalus microcephalus* - *Asphodeline damascena* and two endemic subassociations of it, *Paracaryum paphlagonicum* and *Dianthus kastembeluensis* were described.

REFERENCES

- AKMAN Y. (1976). Etude phytosociologique du massif d'Isik.
Comm. Fac. Sci. Ankara, série. Tome 20.
- AKMAN Y. (1982). Climats et bioclimats méditerranéens en Turquie.
Ecologia mediterranea, VIII (1/2).
- AKMAN Y., DAGET P. (1971). Quelques aspects synoptiques des climats de la Turquie.
Bull. Soc. Languedoc. Géog., 5 (3).
- AKMAN Y., KETENOGLU O. (1978). The phytosociological investigations Köroglu Mountain.
Comm. Fac. Sci. Ankara, série C2, Tome 22.
- AKMAN Y., QUEZEL P., BARBERO M. (1978). Contribution à l'étude de la végétation forestière d'Anatolie méditerranéenne.
Phytocoenologia, 5(2/3), 189-346.
- AKMAN Y., KETENOGLU O., YALTIRIK F. (1983). A phytosociological research in the Belgrad forest.
Comm. Fac. Sci. Ankara, série C.
- QUEZEL P. (1969). Etude phytosociologique de forêts d'*Abies equitrojani* et *Fagus orientalis*.
Ann. Fac. Sci. Marseille, tome XLII.
- QUEZEL P. (1973). Contribution à l'étude phytosociologique du massif du Taurus.
Phytocoenologia, 1(2), 22-131.
- QUEZEL P., PAMUKCUOGLU A. (1970). Végétation des hautes montagnes d'Anatolie nord-occidentale.
Israël J. of Botany, 19.
- QUEZEL P., BARBERO M., AKMAN Y. (1978). L'interprétation phytosociologique de groupements forestiers dans le bassin méditerranéen oriental.
Documents phytosociologiques, N.S., Vol. II.
- ZOHARY M. (1973). Geobotanical foundations of the Middle East.
Geobotanica selecta. III. Gustav Fischer Verlag. Stuttgart, 739 pp.

Mise au point

Mise au point sur les recherches palynologiques en Tunisie à la suite de l'article de B. Ben Tiba et M. Reille : "Recherches pollenanalytiques dans les montagnes de Kroumirie (Tunisie septentrionale) : premiers résultats"

ECOLOGIA MEDITERRANEA Tome VIII(4).

par Annik Brun *

Les premières séquences palynologiques témoignant de l'histoire de la végétation en Tunisie au cours du Pléistocène supérieur et de Holocène ont été obtenues sur les sédiments marins du golfe de Gabès (A. Brun, 1979). Ceux-ci carottés à moins de 200 km du rivage permettent, grâce aux apports polliniques lointains qu'ils reçoivent, d'enregistrer les caractéristiques des différents étages de végétation tunisiens d'une façon d'autant plus marquée que ces étages sont plus proches des sites analysés. D'autre part, ces sites ont l'avantage de se situer à la charnière des domaines climatiques méditerranéen et sub-désertique au Nord et désertique au Sud. Leur analyse reflète la végétation dans un secteur géographique de la Tunisie particulièrement sensible dans le passé aux fluctuations du climat. C'est ainsi que vers 27 000 B.P., le développement de la couverture forestière comprenant notamment des essences aujourd'hui cantonnées en Tunisie septentrionale ou exclusivement européennes serait l'indice, dans le Maghreb oriental, d'un climat plus humide que l'actuel. Si cette analyse est confirmée, l'hypothèse que nous avons émise d'une plus grande extension de la zone bio-climatique méditerranéenne humide à cette époque se trouverait ainsi confirmée par les travaux palynologiques de B. Ben Tiba et M. Reille en Kroumirie où le type de végétation forestière à chênaie caducifoliée, mis en évidence antérieurement à 28 000 B.P., serait remarquablement perçu dans nos analyses. Après 27 000 B.P., l'aridité s'amplifie en Tunisie, entraînant une large extension des steppes. La transformation des steppes d'armoise en végétation steppique à composants beaucoup plus diversifiés, ou vice versa, est à mettre en relation avec des degrés divers d'aridification et aussi vraisemblablement des changements de température. Si des séquences palynologiques peuvent être obtenues en Tunisie septentrionale pour la période allant de 27 000 B.P. à 10 000 B.P., leur comparaison avec nos séries marines de Gabès sera du plus grand intérêt en permettant d'approfondir nos connaissances sur les limites des différents domaines phytogéographiques tunisiens dans le passé, et donc de mieux appréhender les phénomènes climatiques qui ont affecté l'ensemble des régions méditerranéenne et présaharienne de l'Est maghrébin.

* Laboratoire de Géodynamique des milieux continentaux. Université P. et M. Curie
4 place Jussieu 75230 Paris cedex 05.

Analyses d'ouvrages

Loutfy BOULOS - Medicinal plants of North Africa. Un volume relié, 286 p.
Reference Publications Inc. (218 St Clair River Drive, Box 344, Algonac, Michigan 48001)
1983 (n° 3 de la série "Medicinal Plants of the world") Prix : 39.95 USD.

L'intérêt de cet ouvrage est de fournir pour les 5 pays du Nord du Sahara (Maroc, Algérie, Tunisie, Lybie, Egypte) des informations vérifiées sur les usages médicaux des plantes tels qu'ils résultent des connaissances traditionnelles encore accessibles par un chercheur polyglotte de la qualité de L. BOULOS. Il s'agit là, comme chacun sait, de connaissances qui ont tendance à disparaître rapidement avec la mémoire des anciens. Pour remplir cette mission, L. BOULOS, éminent botaniste égyptien, a collecté pendant 4 ans une importante documentation complétée par des enquêtes sur le terrain, notamment dans les souks où l'on peut encore se procurer des données de première main et les produits de base des médications locales. L'ouvrage présente 369 espèces de plantes vasculaires, classées dans l'ordre alphabétique des 97 familles auxquelles elles sont rattachées. Les espèces retenues sont spontanées, naturalisées ou cultivées dans tout ou partie de l'aire considérée. Pour chaque espèce, le nom scientifique est donné, ainsi que des synonymes si cela est justifié, en conformité avec les changements les plus récents de la nomenclature botanique. L. BOULOS est un expert en la matière puisqu'il est membre du Conseil scientifique du programme MED CHECKLIST (catalogue de la flore méditerranéenne) en cours de réalisation sous l'égide d'OPTIMA (Organisation phytotaxonomique pour la flore méditerranéenne). Les noms vernaculaires sont donnés en Arabe, Berbère, Anglais et Français chaque fois qu'ils sont disponibles. Une iconographie de 103 planches (dues à Magdy El-Gohary) représente fidèlement 107 espèces. Pour chaque espèce les usages pharmaceutiques, médicaux et/ou vétérinaires sont indiqués, en référence aux parties (fleurs, feuilles, racines, etc...) des plantes concernées et aux sources de l'information (bibliographie ou enquêtes). De nombreux index complètent utilement l'ouvrage, y inclus un index mettant en relation "maladies" et "plantes". En conclusion : un ouvrage utile et très bien présenté, qui fait totalement défaut dans le champ scientifique et appliqué considéré, et qui intéressera sûrement tous les écologues et botanistes de terrain.

G. LONG

Sylvain THOMASSIN - La randonnée sauvage (Orientation, progression, bivouac, survie)
Collection Verte Masson, Prix public TTC : 79 F, 196 pages format 13,5 x 23.

A une époque où la civilisation urbaine agresse de plus en plus les gens, le retour à une vie naturelle pendant les week-ends et les vacances tente de plus en plus un large public. Nous avons conçu ce livre pour tous ceux qui désirent pratiquer la randonnée sauvage : seul, avec des amis mais également avec des enfants qui sont souvent les meilleurs compagnons de voyage... Plus de 350 schémas et dessins qui illustrent le texte doivent permettre au lecteur d'acquérir toutes ces connaissances indispensables pour pratiquer la randonnée sauvage.

Extraits de l'avant-propos.

Informations

A.R.D.E.S.T.
PACA PVD



ASSOCIATION RÉGIONALE POUR LE DÉVELOPPEMENT
DES ÉCHANGES CULTURELS ET TECHNOLOGIQUES ENTRE
LA PROVENCE, ALPES, CÔTE D'AZUR ET LES PAYS
EN VOIE DE DÉVELOPPEMENT

L'ARDEST-PACA-PVD est une association créée le 22 juin 1982 qui a pour but de faciliter et développer les échanges scientifiques, technologiques et culturels entre la région PACA et les Pays en voie de développement (PVD). Constituée à la suite du colloque "Recherche régionale et Tiers-Monde" des Assises régionales de la Recherche, cette association répond aux vœux de nombreux participants, concernant la mise en place d'une structure régionale de réflexion, de concertation et de coordination des activités de la recherche tournées vers les PVD.

Le caractère interdisciplinaire de l'ARDEST, sa décentralisation dans les grands pôles scientifiques régionaux ainsi que sa participation active aux principales manifestations ayant pour thème les échanges avec les PVD, lui permettent de jouer ce rôle.

Ses objectifs sont non seulement d'aider les adhérents (chercheurs, centres de recherche, sociétés) dans la réalisation de leurs projets en leur assurant conseils, contacts, informations utiles, mais encore d'améliorer les échanges avec les PVD en intervenant dans des domaines aussi divers que l'adaptation des technologies, l'accueil des chercheurs et étudiants étrangers, la formation des coopérants ou la recherche de nouvelles filières.

Adresse : Centre Universitaire, rue Henri-Poincaré, 13397 MARSEILLE, Cedex 13

Téléphone : (91) 98 - 90 - 10 postes 511 et 474

Siège social : 3, rue Colbert, 13001 MARSEILLE

Secrétariat : Bibliothèque interuniversitaire, Centre de Saint-Jérôme, 13397, MARSEILLE,
Cedex 13

INSTRUCTIONS AUX AUTEURS

Les articles proposés doivent être renvoyés, 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 25 pages dactylographiées.

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 (3) (4)	70 F
Tome VIII (1/2)	120 F

<u>Participation au frais d'expédition</u> : France :	10 F
	Etranger 30 F

Achats groupés (trois volumes et plus) : Remise de 30 %

Collection ECOLOGIA (Tomes I à VII inclus) 250 F

Etudiants : Remise de 50 %

Abonnement pour 1983 (fascicules 1, 2, 3, 4) (frais d'expédition inclus) :

France :	230 F
Etranger :	290 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 III
Centre St-Jérôme, CCP n° 9404. 68 M MARSEILLE

SOMMAIRE

BOUMEZZOUGH A. – Les communautés animales ripicoles du Bassin versant de la Rivière Aille (Var – France). II – Composition et structure de la faune épigée.	3
BRESSAC Y. – Etude du zooplancton de trois lacs de barrage Corses.	35
BOYER A., GAMISANS J., GRUBER M., QUEZEL P. – Les chênaies à feuillage caduc de Corse.	41
HEURTEAUX P., IBRAHIM M., RAPP M. – Recherches sur la dynamique de la nappe aquifère d'une dune à Pin pignon (<i>Pinus pinea</i> L.) en petite Camargue.	59
BOSCAGLI A., De DOMINICIS V., CASINI S. – La végétation des sols argileux pliocènes de la Toscane méridionale. II – Influence de l'exposition et de l'intensité du pâturage sur la végétation des prairies des «Cretes Senesi» (Sienne Italie).	77
REGO F. – A study on Douro vegetation.	91
ALCARAZ C. – La Tétracinaie sur terra rossa en sous-étage subhumide inférieur chaud en Oranie (Ouest Algérien).	109
AKMAN Y., YURDAKULOL E., DEMIRORS M. – The vegetation of the Ilgaz mountains.	137
Mise au point	167
Analyses d'ouvrages	168
Informations	169