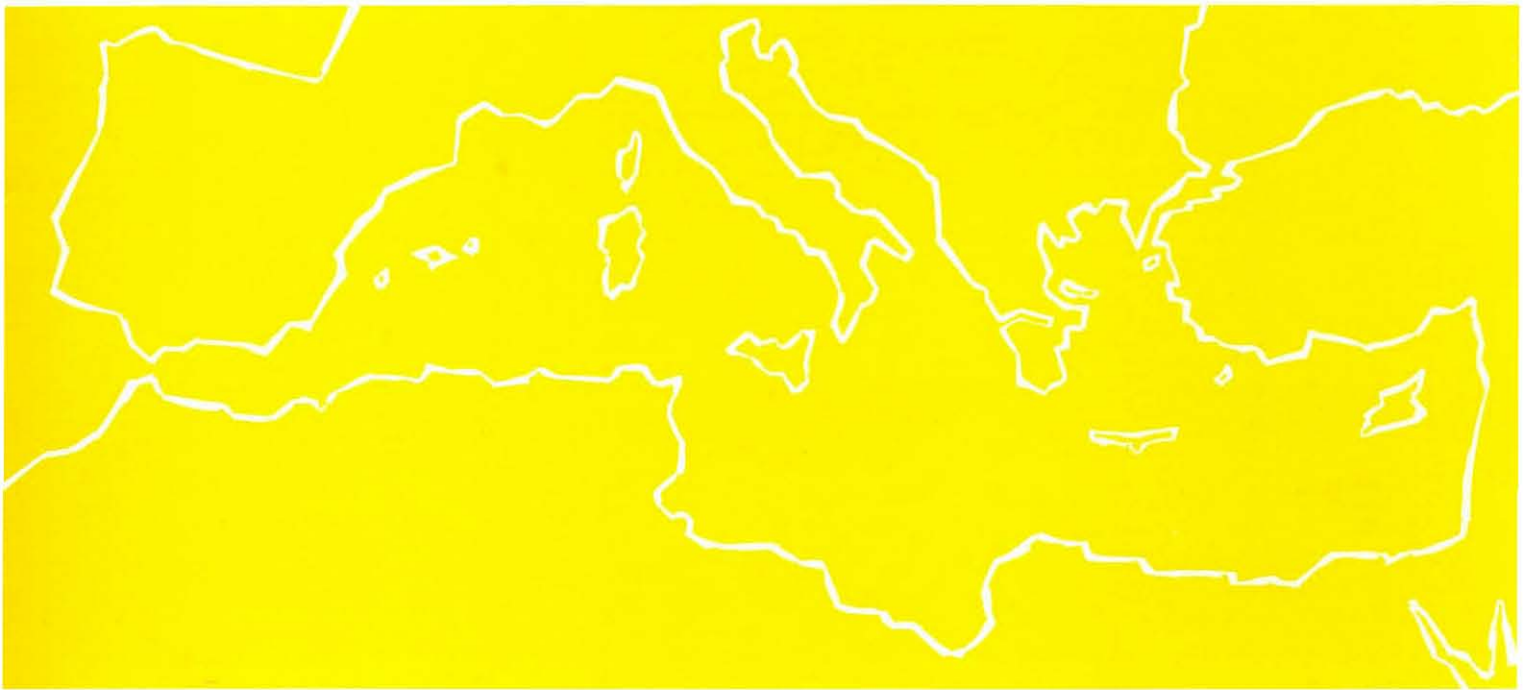


Publication de
l'Université de Droit, d'Economie et des Sciences
d'Aix-Marseille

ecologia mediterranea

revue d'écologie terrestre et limnique



TOME IV-1978

Responsable de la publication :

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

Comité de rédaction :

M. BARBERO, Maître-Assistant Marseille St-Jérôme.

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

M. GIUDICELLI, Professeur Marseille St-Jérôme.

Secrétaire général :

G. BONIN, Maître-Assistant Laboratoire de Botanique et Ecologie Méditerranéenne, Faculté des Sciences et Techniques de Marseille St-Jérôme (1).

Secrétaire adjointe :

Mme DOUGNY, Laboratoire de Botanique et Ecologie Méditerranéenne.

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, Museum 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.

GUINOCHE M., Professeur Laboratoire de Biologie Végétale, Université PARIS XI - 91000 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.

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.

SAUVAGE Ch., Professeur Institut de Botanique, rue Auguste-Broussonnet, 34000 MONTPELLIER.

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

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

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

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

LES DEUX PREMIERS TOMES SONT DIFFUSES PAR LE SECRETAIRE GENERAL

G. BONIN

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

LE TOME III EST DIFFUSE PAR LES EDITIONS MASSON.

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 du copiste 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

Application de l'analyse factorielle des correspondances à l'étude des affinités écologiques déterminées par les populations d'Oribates (Acariens) dans trois stations de la forêt domaniale de la Sainte Baume (Var)

J.C. LIONS*

Résumé — Les communautés d'Oribates (Acariens) sont étudiées dans trois stations de la forêt domaniale de la Sainte Baume.

L'analyse factorielle des correspondances a montré que des variations quantitatives et qualitatives (mineures) se faisaient dans le cadre bien défini de chaque station. Les taux élevés d'espèces communes n'empêchent pas une distinction. Les biochronotopes se regroupent de façon très nette, la litière distincte du sol et chaque station se détachant des deux autres.

Les résultats abiotiques et faunistiques ne laissent pas présager une telle différence et une telle distribution selon les facteurs définis par l'analyse factorielle.

Abstract — The communities of Oribatids (Acari) have been studied in three stations of Sainte Baume forest. The factorial analysis of correspondances has showed that quantitative and qualitative variations (the last minor) made themselves in well definitive setting of each station.

The elevated rate of usual species do not prevent a discrimination.

The biochronotopes cluster themselves in very good manner, litter is different of ground and each station are different of each others.

The abiotics and faunistic results did not leave to portend a such disparity and a such distribution according to definitive factors by analysis of correspondances.

INTRODUCTION : ORIGINES DES DONNEES ET METHODES UTILISEES

Les Oribates sont étudiés dans trois stations de la forêt domaniale de la Sainte Baume (Var). Celles-ci sont situées dans la hêtraie pure (HP), la hêtraie à ifs denses (Hid) et la chênaie normale (CN).

Le cadre topographique, géographique de ce travail ainsi que toutes les modalités d'échantillonnage (au cours des 14 mois pris en considération) ont été longuement décrites et reprises aussi je me borne à renvoyer le lecteur à ces différents articles : (Lions 1972, p. 1 à 74 et 289 à 329 ; Lions 1975 p. 165 à 172 ; Lions, 1978 p. 346 et 347).

La figure 1 indique graphiquement les densités relatives des espèces récoltées et sur lesquelles portent cette étude. C'est en effet les densités relatives globales et par niveau (litière et sol) qui sont utilisées pour l'étude en mode numérique (et non plus seulement en présence / absence ou mode binaire) dans l'analyse factorielle. Les numéros de code renvoient aux espèces dont le catalogue a été précédemment donné (Lions, 1975 p. 170 à 172 et Lions, 1978 p. 348 à 351).

Je rappelle simplement ici que la densité relative est donnée par la formule suivante :

$$d.r. = \frac{\text{nombre d'individus sp. A} \times 100}{\text{nombre total d'individus récoltés dans la station ou l'horizon considéré}}$$

Bien entendu il est tenu compte non seulement des adultes de chaque espèce, mais aussi des larves et des nymphes.

(*) Laboratoire de Biologie Animale — Ecologie — Faculté des Sciences et Techniques de St Jérôme — 13397 Marseille Cédex 4.

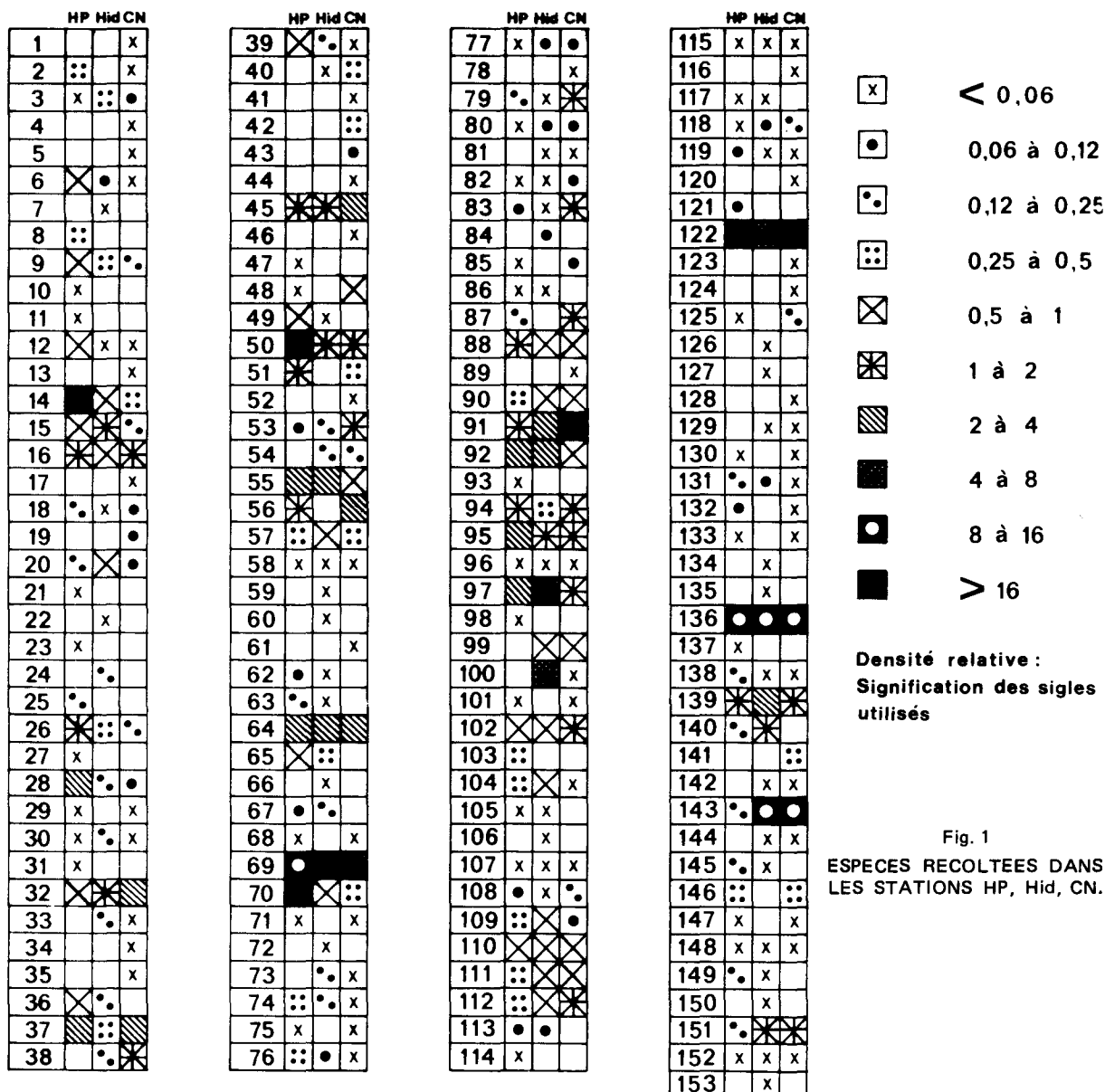
Je ne reviendrai pas non plus sur la méthodologie de l'analyse factorielle des correspondances employée dans la deuxième partie de ce travail. Celle-ci est maintenant d'un emploi très universalisée et je renvoie le lecteur à quelques références bibliographiques : **Cordier**, 1965 ; **Benzécri**, 1973 et 1973 a ; **Daget**, 1976 p.159 ; **Lefebvre**, 1976, p. 152.

I — ANALYSE DES AFFINITES CENOTIQUES PAR L'UTILISATION SIMPLE DES DENSITES RELATIVES PROPRES A CHAQUE ORIBATE

1. Résultats des présences / absences :

Si l'on tient compte de toutes les espèces (Fig. 1), la station HP comprend 15 espèces spécifiques, Hid 15 espèces également et CN 22 espèces. Le caractère le plus marquant est le grand nombre d'espèces communes (59) aux trois stations. Entre HP et Hid, on relève 13 espèces communes, 17 espèces communes entre HP et CN et 11 entre CN et Hid. A ce stade de l'analyse des résultats numériques, il m'a semblé préférable de ne pas tenir compte des espèces dont la densité relative les classe comme accidentelles (**Lebrun**, 1965, p. 102).

Il sera possible, par l'emploi de l'analyse factorielle des correspondances, d'aboutir à des résultats en utilisant toutes les données sans exception. Dans le cas présent, la méthode intuitive permet, dans un premier stade, d'avoir une assez bonne représentation des relations entre les trois biotopes, mais il faut abandonner



les espèces accidentelles ou considérées comme telles, ce qui, évidemment, est peu satisfaisant pour l'esprit. Les limites de l'analyse présente seraient à elles seules si besoin en était, une justification supplémentaire des méthodes permises par l'Informatique.

2. Description des relations existant entre les trois milieux par l'utilisation des données de la densité relative :

J'ai abandonné toutes les espèces dont la densité relative n'atteignait pas 0,06 %. La limite de prise en compte est de cinq exemplaires pour une espèce dans la station HP et de sept individus pour les stations Hid et CN. La perte d'information est comprise entre 1 et 1,523 % sur les 100 % qui constituent le total des densités relatives dans chaque biotope. Dans ces conditions, la station HP présente 13 espèces en propre, Hid 6 espèces et CN 9 espèces.

En faisant la somme des densités relatives de chaque espèce, on obtient une évaluation des affinités des trois stations.

HP	13 espèces exclusives représentent	3,344 % de la densité
	11 espèces sont communes avec Hid	4,556 %
	8 espèces sont communes avec CN	3,892 %
	34 espèces sont communes aux 3 biotopes	85,750 %
Hid	6 espèces exclusives représentent	7,369 %
	11 espèces sont communes avec HP	3,416 %
	7 espèces sont communes avec CN	1,684 %
	34 espèces sont communes aux 3 biotopes	85,846 %
CN	9 espèces exclusives représentent	2,072 %
	8 espèces communes avec HP	7,600 %
	7 espèces communes avec Hid	2,553 %
	34 espèces communes aux 3 biotopes	85,970 %

TABLEAU 1 (1)

La station Hid est le biotope où la somme des densités relatives des espèces exclusives est la plus élevée : cela est dû pratiquement à une seule espèce : *Oppia fixa* : 6,594 %. Les cinq autres espèces exclusives ne totalisent que 0,775 %.

La station HP vient au deuxième rang pour la valeur de la densité relative des espèces exclusives (3,344 %). Mais c'est celle où le nombre (13) est le plus important. Les densités relatives de ces espèces sont mieux équilibrées que dans les deux autres cas.

Le coefficient de variation (2) calculé selon les données des différentes densités relatives est de 56,9 % pour HP, 195,3 % pour Hid et 81,9 % pour CN. L'étude de la diversité spécifique (Lions, 1975, p. 173 et suivantes), montre le caractère plus diversifié de HP, mais également celui de la stabilité des facteurs écologiques dans cette station. Ceux-ci permettent à un plus grand nombre d'espèces d'être représentées équitablement. Deux espèces exclusives ont, dans cette station, une densité relative supérieure à 0,5 % (3). Il s'agit de *Brachychthonius immaculatus* et d'*Arthrodamaeus reticulatus*. La station CN a 9 espèces exclusives (somme des densités relatives : 2,072 %) ; une espèce semble dominante : *Gymnodamaeus bicostatus*, d'ailleurs les densités relatives sont, comme pour Hid, assez mal équilibrées (CV = 81,9 %).

- (1) *Remarque* : les densités relatives sont calculées en tenant compte des Oribates dont la détermination n'a pas été possible : certains cadavres ou immatures. Il faudrait donc ajouter aux valeurs du tableau I non seulement les d.r. des espèces accidentelles mais également les d.r. des indéterminées pour arriver au total approximatif des 100 %.
- (2) Le coefficient de variation (ou de variabilité) est calculé selon la formule $CV = \frac{\sigma}{\bar{x}} \times 100$; σ = écart type, $\bar{x}$ = moyenne arithmétique.
- (3) *Remarque* : La valeur de 0,5 % est une limite arbitraire choisie en fonction du nombre total d'individus récoltés. Elle correspond à 42 individus pour HP, 63 pour Hid et 56 pour CN.

HP a 11 espèces communes avec Hid. Les sommes des densités relatives sont équilibrées de part et d'autre. Mais les 11 espèces ont une répartition plus harmonieuse dans HP que dans Hid (CV calculé à partir des densités relatives est de 68,6 % pour HP et de 102,1 % pour Hid). De ces espèces, les plus importantes (densité relative supérieure à 0,5 %) à HP sont *Brachychthonius berlesei*, *Steganacarus cf. striculum*, *Tropacarus pulcherrimus* et *Zetorchestes flabrarius*. Dans la station Hid, deux des espèces communes avec HP dominent les autres (d'où le CV élevé). Il s'agit de *Oppia serrata* et de *Pilogalumna tenuiclavus* (densité relative pour celle-ci égale à 1,193 %).

Les rapports entre HP et CN sont relativement importants même s'il n'y a que 8 espèces communes. Les espèces concernées semblent mieux installées dans CN que dans HP. Cinq de ces espèces ont une densité relative supérieure à 0,5 % dans CN. Ce sont *Damaeus kulczynskii*, *Xenillus tegeocranus*, *Carabodes minusculus* et *Oppia denticulata*. Une seule de ces espèces est importante dans HP : *Damaeus kulczynskii*. Les autres ont une densité relative faible, par rapport à celle obtenue dans CN. La deuxième espèce importante pour HP est *Licnodamaeus pulcherrimus*.

Il nous reste à considérer les rapports entre la station Hid et la station CN. Il y a 7 espèces communes. Leur densité relative est de 1,684 % dans Hid et 2,553 % pour CN. *Tropacarus carinatus* est importante dans CN (1,218 %) ; on peut considérer cette espèce comme nettement préférée à cette station, sa densité relative n'atteint que 0,212 % pour Hid. *Oppia cf. fasciata* est une espèce véritablement commune à Hid et CN, sa densité relative étant équivalente dans les deux cas (0,724 et 0,692 %).

Enfin, le caractère fondamental de cette faune est le grand nombre d'espèces communes aux trois biotopes. La somme des densités relatives à peu près égale (pour les trois stations) atteint presque 86 %.

Signalons que là encore, l'équilibre des densités relatives est plus grand dans HP et diminue pour Hid et CN (CV respectivement de 147,9 %, 160,7 % et 191,3 %). La figure 2 schématise les différents rapports entre les trois stations considérées.

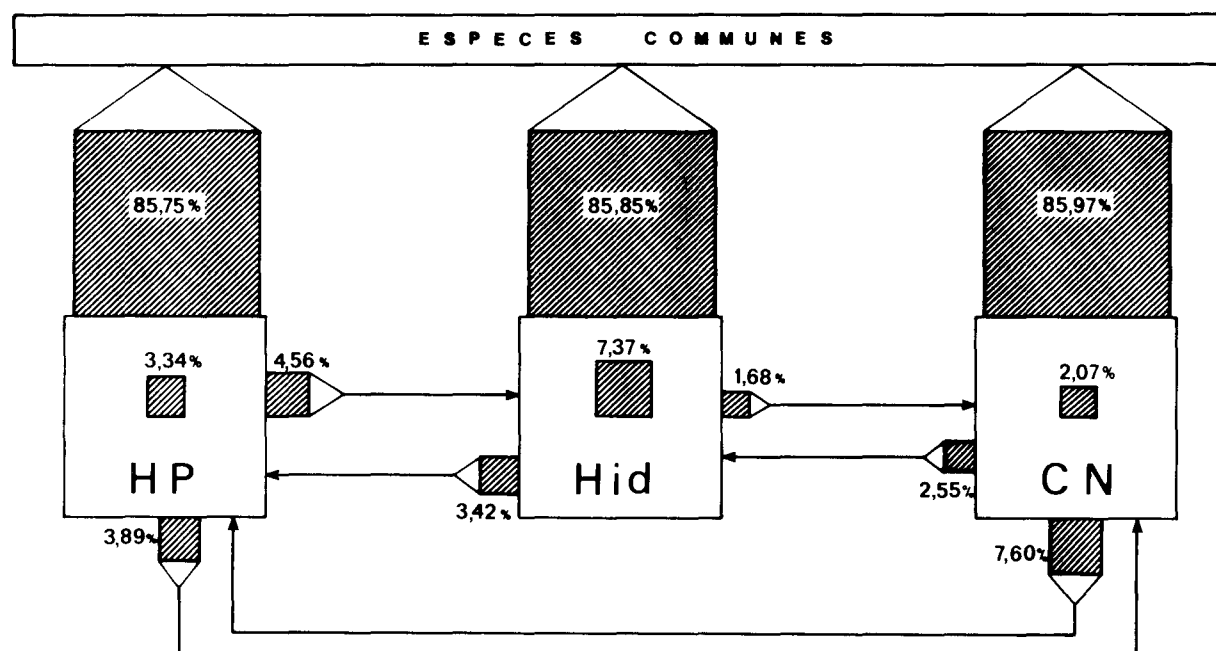


Fig. 2 : RELATIONS QUANTITATIVES DES PEUPELEMENTS D'ORIBATES ENTRE LES STATIONS HP, Hid ET CN. (Légende dans le texte).

3. Représentation graphique et schématique des relations cénotiques existant entre les trois stations (Fig. 3) :

Cette représentation est obtenue par le choix des espèces dont la densité est supérieure à 0,5 %. Les espèces fondamentales (exclusives à densité relative supérieure à 0,5 %) sont soulignées. Les espèces suivantes sont dites compagnes, c'est-à-dire ayant une densité relative supérieure à 0,5 % dans la station concernée mais moindre ailleurs (Lebrun, 1965, p. 106). Les espèces communes ont, dans les milieux considérés, une densité relative supérieure à 0,5 %.

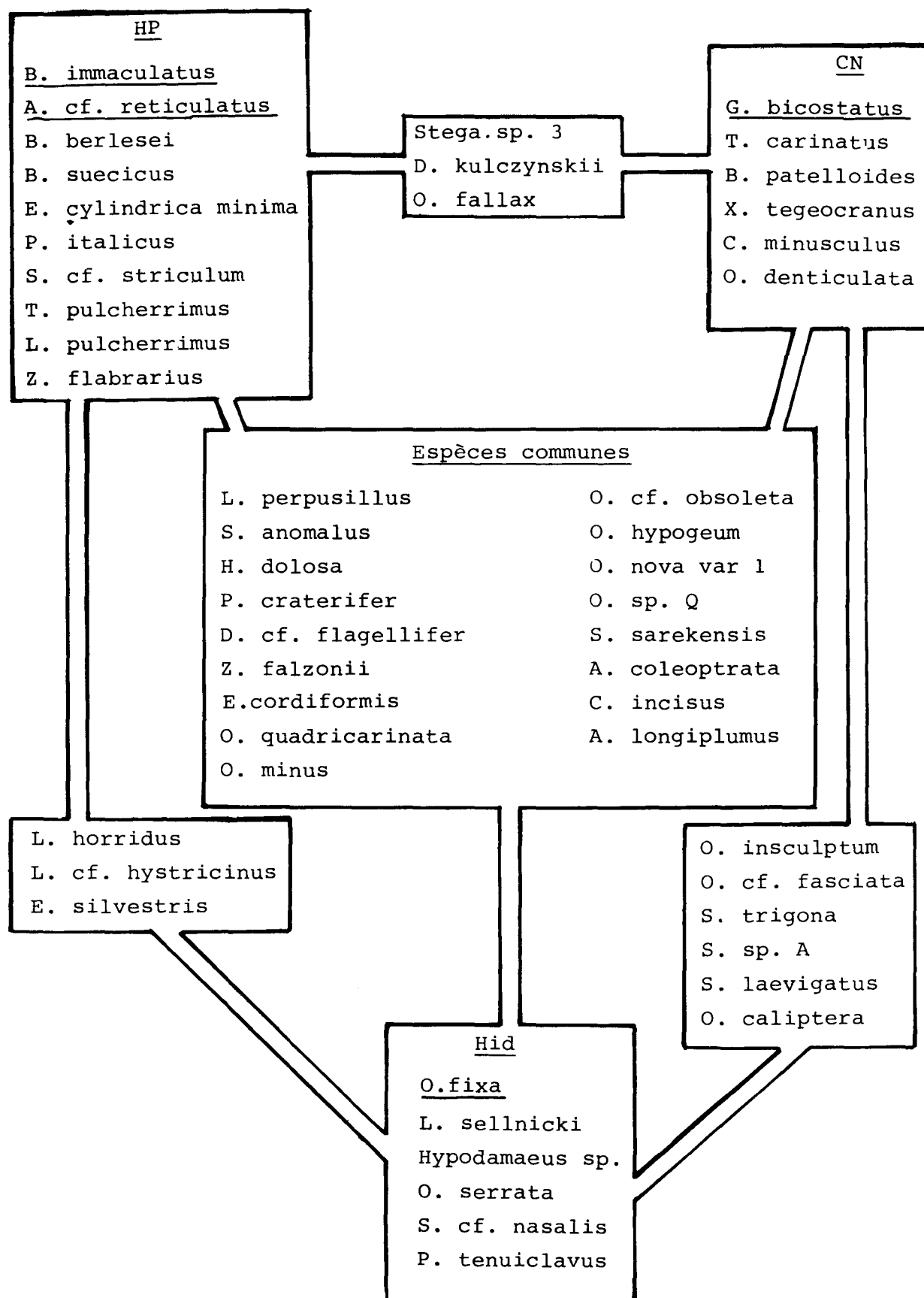


Fig. 3 : RELATIONS SPECIFIQUES ENTRE LES STATIONS HP, Hid, CN.
 (Espèces dont la densité relative est supérieure à 0,5 %. Les espèces exclusives sont soulignées)

Si un tel schéma donne une approximation de la répartition et des liaisons entre les espèces et les biotopes, le choix des densités relatives limites, pour ne prendre en considération que certaines espèces, est critiquable. Ce choix est arbitraire et intuitif. Selon les limites choisies, l'image que l'on peut obtenir sur la répartition des espèces sera différente. Je n'ai utilisé cette méthode que dans le cadre d'une première étape de l'analyse écologique des trois stations.

II – ETUDES DES AFFINITES ECOLOGIQUES DES STATIONS HP, Hid ET CN PAR UNE METHODE D'ANALYSE MULTIDIMENSIONNELLE

1. Méthodes et délimitation de cette étude :

L'analyse factorielle des correspondances est employée ici pour la recherche des affinités cénotiques (affinités entre les biotopes). Les affinités spécifiques ne sont pas analysées en détail. Cependant, certaines espèces apparaissent sur les graphiques comme « identiques » : espèces écologiquement similaires. Ces espèces ont, sur les différents axes étudiés, des coordonnées de même valeur. La distance séparant dans ces conditions deux espèces est nulle et, sur les graphiques, les positions se superposent.

En fait, l'étude des affinités spécifiques aurait pu être faite à partir des seuls résultats obtenus ici, mais l'analyse de toutes les distances entre espèces étant fort longue, j'ai choisi d'explicitier principalement les affinités cénotiques entre les trois stations, les rapports litière et sol, les influences de ces rapports sur la situation respective des stations HP, Hid et CN, enfin les rapports entre les différents mois de l'échantillonnage.

Les affinités spécifiques se limiteront à la considération des seules espèces écologiquement similaires. Je rappelle que les différents calculs effectués sur ordinateur sont basés uniquement sur les espèces existant dans les biotopes à l'exclusion de tout autre facteur.

Les analyses binaires sont établies à partir des présences / absences de ces espèces et les analyses numériques sur l'abondance relative des différentes espèces selon les mois et les biotopes. Il a été également nécessaire au moment de la perforation des cartes servant de bases au calcul de ne pas dissocier les résultats des horizons 0 – 5 cm et – 5 – 10 cm. Ces deux horizons sont réunis sous le vocable Sol et opposés ainsi à celui de Litière. Si le programme employé permettait une étude détaillée et l'introduction d'un très grand nombre de données, les possibilités de l'analyse écologique seraient réduites devant l'amoncellement des résultats, voire impossibles. Dans l'analyse factorielle, on a quelquefois du mal à saisir la signification des facteurs représentés par les axes et à expliquer les projections des corrélations sur ces axes. Cela revient à se demander en vertu de quel facteur un biotope (ou une espèce) est plus ou moins éloigné d'un autre (ou d'une autre).

La répartition des biotopes se fait en fonction des espèces qui les occupent et ce sont ces espèces qui se répartissent selon les axes. Cette dernière remarque est une réponse au fait que l'on ne peut ramener la signification des axes à une signification absolue des facteurs abiotiques. La démarche normale en Ecologie a toujours été une compréhension de la faune à partir des facteurs du milieu. Or, ici les espèces se répartissent probablement en fonction des facteurs abiotiques ou nutritionnels, mais, dans l'état actuel de nos connaissances autoécologiques, il est difficile de comprendre immédiatement la signification des axes.

Dans le cas des biochronotopes (4), il est plus facile de saisir le sens de la répartition (ne serait-ce que par leur nombre plus réduit).

Ce n'est que dans une deuxième stade que l'on aborde les espèces. Le stade ultime de la compréhension serait de saisir l'orientation des vecteurs selon lesquels les espèces se répartissent, et par là, obtenir une interprétation à partir des facteurs abiotiques. Cela étant pour le moment impossible, je me suis donc limité principalement à la description de la répartition des biochronotopes.

(4) *Biochronotopes* : A la notion de biotopes telle que je l'ai employée dans les travaux précités (milieu (association végétale) + habitat (strate)), j'ajoute une définition temporelle : le mois où le prélèvement a été fait. Le biochronotope est ici l'unité de traitement. Exemple : HL8 = biochronotope = Hétraie pure (HP). Litière, Août 1968.

2. Codification des résultats et légende des graphiques :

Les différents résultats, sous forme de tableaux, de figures ou de graphiques, répondent au code suivant :

Espèces : les numéros renvoient aux espèces selon le code donné précédemment.

Stations et horizons respectifs :

HP	=	H	L	S	L = litière	S = sol
Hid	=	$\dot{H}$	$\dot{L}$	$\dot{S}$		
CN	=	C	$\hat{L}$	$\hat{S}$		

(le sol étant l'addition des horizons 0 -5 cm et -5 -10 cm).

Mois :

Août	1968	=	$\hat{A}$ 8	Avril	1969	=	A 9
Octobre	1968	=	O 8	Mai	1969	=	$\bar{M}$ 9
Novembre	1968	=	N 8	Juin	1969	=	$\bar{J}$ 9
Décembre	1968	=	D 8	Juillet	1969	=	$\hat{J}$ 9
Janvier	1969	=	J 9	Août	1969	=	$\hat{A}$ 9
Février	1969	=	F 9	Septembre	1969	=	S 9
Mars	1969	=	M 9	Octobre	1969	=	O 9

Le code des biochronotopes sera donc :

● HP	H L	H S
	L $\hat{A}$ 8 1	S $\hat{A}$ 8 2
	L O 8 3	S O 8 4
	L N 8 5	S N 8 6
	L D 8 7	S D 8 8
	L J 9 9	S J 9 10
	L F 9 11	S F 9 12
	L M 9 13	S M 9 14
	L A 9 15	S A 9 16
	L $\bar{M}$ 9 17	S $\bar{M}$ 9 18
	L $\bar{J}$ 9 19	S $\bar{J}$ 9 20
	L $\hat{J}$ 9 21	S $\hat{J}$ 9 22
	L $\hat{A}$ 9 23	S $\hat{A}$ 9 24
	L S 9 25	S S 9 26
	L O 9 27	S S 9 28

x Hid	$\dot{H}$ $\dot{L}$	$\dot{H}$ $\dot{S}$
	$\bar{L}$ $\hat{A}$ 8 29	$\bar{S}$ $\hat{A}$ 8 30
	$\bar{L}$ O 8 31	$\bar{S}$ O 8 32
	$\bar{L}$ N 8 33	$\bar{S}$ N 8 34
	$\bar{L}$ D 8 35	$\bar{S}$ D 8 36
	$\bar{L}$ J 9 37	$\bar{S}$ J 9 38
	$\bar{L}$ F 9 39	$\bar{S}$ F 9 40
	$\bar{L}$ M 9 41	$\bar{S}$ M 9 42
	$\bar{L}$ A 9 43	$\bar{S}$ A 9 44
	$\bar{L}$ $\bar{M}$ 9 45	$\bar{S}$ $\bar{M}$ 9 46
	$\bar{L}$ $\bar{J}$ 9 47	$\bar{S}$ $\bar{J}$ 9 48
	$\bar{L}$ $\hat{J}$ 9 49	$\bar{S}$ $\hat{J}$ 9 50
	$\bar{L}$ $\hat{A}$ 9 51	$\bar{S}$ $\hat{A}$ 9 52
	$\bar{L}$ S 9 53	$\bar{S}$ S 9 54
	$\bar{L}$ O 9 55	$\bar{S}$ O 9 56

o CN	C $\hat{L}$	C $\hat{S}$
	$\hat{L}$ $\hat{A}$ 8 57	$\hat{S}$ $\hat{A}$ 8 58
	$\hat{L}$ O 8 59	$\hat{S}$ O 8 60

$\hat{L}$	N	8	61	$\hat{S}$	N	8	62
$\hat{L}$	D	8	63	$\hat{S}$	D	8	64
$\hat{L}$	J	9	65	$\hat{S}$	J	9	66
$\hat{L}$	F	9	67	$\hat{S}$	F	9	68
$\hat{L}$	M	9	69	$\hat{S}$	M	9	70
$\hat{L}$	A	9	71	$\hat{S}$	A	9	72
$\hat{L}$	$\bar{M}$	9	73	$\hat{S}$	$\bar{M}$	9	74
$\hat{L}$	$\bar{J}$	9	75	$\hat{S}$	$\bar{J}$	9	76
$\hat{L}$	$\hat{J}$	9	77	$\hat{S}$	$\hat{J}$	9	78
$\hat{L}$	$\hat{A}$	9	79	$\hat{S}$	$\hat{A}$	9	80
$\hat{L}$	S	9	81	$\hat{S}$	S	9	82
$\hat{L}$	O	9	83	$\hat{S}$	O	9	84

3. Résultats :

a) Examens préliminaires des graphiques :

La répartition des trois stations obtenue à partir des résultats mensuels des différents habitats (litière et sol) est particulièrement nette sur les figures 4, 5 et 6 (*mode binaire*).

Le plan délimité par les axes 1 et 2 donne notamment une très bonne image de cette répartition. Les prélèvements faits dans la litière sont nettement séparés de ceux faits dans le sol (horizons 0 –5 cm + –5 –10 cm).

D'autre part, on constate la séparation entre la Chênaie et les deux Hêtraies, les litières et les sols étant dans les deux cas bien isolés.

Il y a seulement une intrication entre les litières d'une part et les sols des deux Hêtraies d'autre part. Toutefois, celle-ci n'empêche aucunement une délimitation graphique et cela, quels que soient les plans délimités par les différents axes étudiés (Fig. 5 et 6).

L'examen comparatif des graphiques biochronotopes et des graphiques espèces en mode binaire ne nous apporte guère de renseignements. Il serait seulement possible de distinguer les espèces les plus proches les unes des autres et de définir leur affinité, mais j'ai indiqué auparavant que ce travail très long ne pouvait être envisagé qu'ultérieurement. Si un grand nombre d'espèces se trouvent près de l'origine des axes, d'autres, moins nombreuses, s'en écartent très nettement (Fig. 7). Ceci explique que les trois stations et leurs habitats sont proches de l'origine et que seuls quelques habitats, certains mois, s'en éloignent.

L'étude en *mode numérique* apporte beaucoup plus de renseignements quant aux relations biotopes/espèces. Dans le plan défini par les axes 1 et 2, sol et litière sont séparés (Fig. 8). Le biotope 23 est très éloigné de l'origine, je reviendrai plus loin sur ces cas. Les stations HP, Hid et CN sont très « aplaties » le long de l'axe 2. Une certaine stratification peut être observée vers l'axe 1, avec le gradient : HP → CN → Hid. Sur l'axe 3, la stratification est HP → Hid → CN (Fig. 9).

Dans les plans définis par les axes 2 et 3, 2 et 4, 3 et 4, les stations HP, Hid et CN et leurs horizons sont bien distincts. Mais il y a plus d'interpénétrations que dans le mode binaire (Fig 10, 11 et 12).

Une constatation importante doit être faite : les fluctuations spécifiques et numériques n'influencent pas sur la répartition des stations et des habitats, plus exactement elles ne les empêchent pas d'être distincts. Le nombre d'individus, par niveau et par mois, a une influence sur les rapports espèces / biotopes (différence entre l'étude binaire et l'étude numérique) ; mais en définitive, tout se passe comme si les variations se déroulaient dans le contexte fixe et défini de chaque station HP, Hid et CN. De plus, ce contexte est également bien défini pour les deux horizons considérés : litière et sol.

Ces remarques semblent confirmer trois points :

- les différences assez faibles entre les valeurs des indices de diversité énoncés précédemment (Lions, 1975, p. 173, 177 et 179), révèlent en définitive des ensembles écologiquement différents.
- il est démontré que nous sommes bien en présence de systèmes écologiques finis, donnés. C'est une justification a posteriori de l'utilisation de certaines formules au moment du calcul de la diversité par la théorie de l'Information (Piélou, 1966, p. 371 ; 1966 a, p. 463 ; 1966 b, p. 164) ;

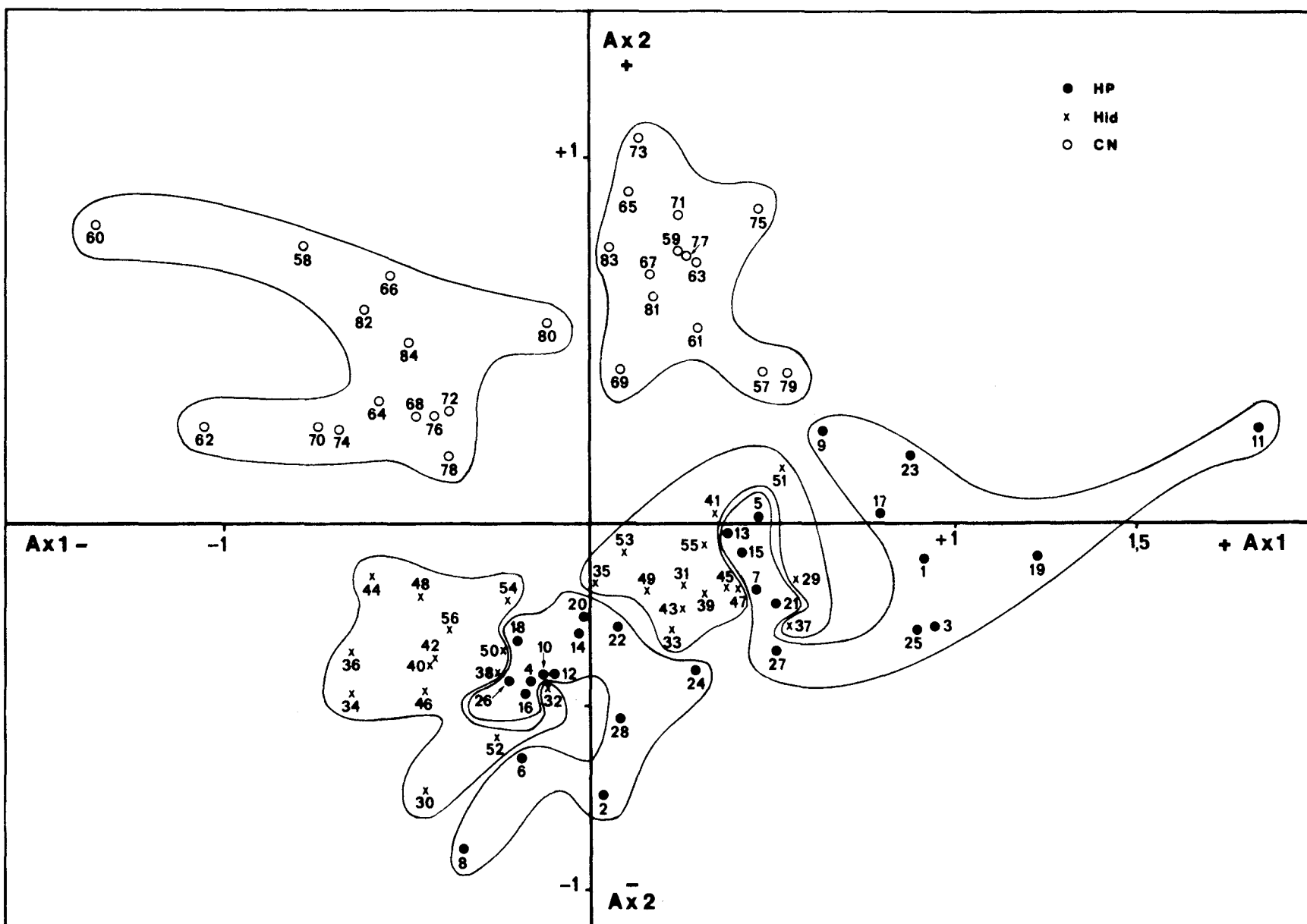


Fig. 4 : DISTRIBUTION DES BIOCHRONOTOPES DES STATIONS HP, Hid, CN
(Analyse factorielle : axes 1 et 2, mode binaire). (Légende dans le texte).

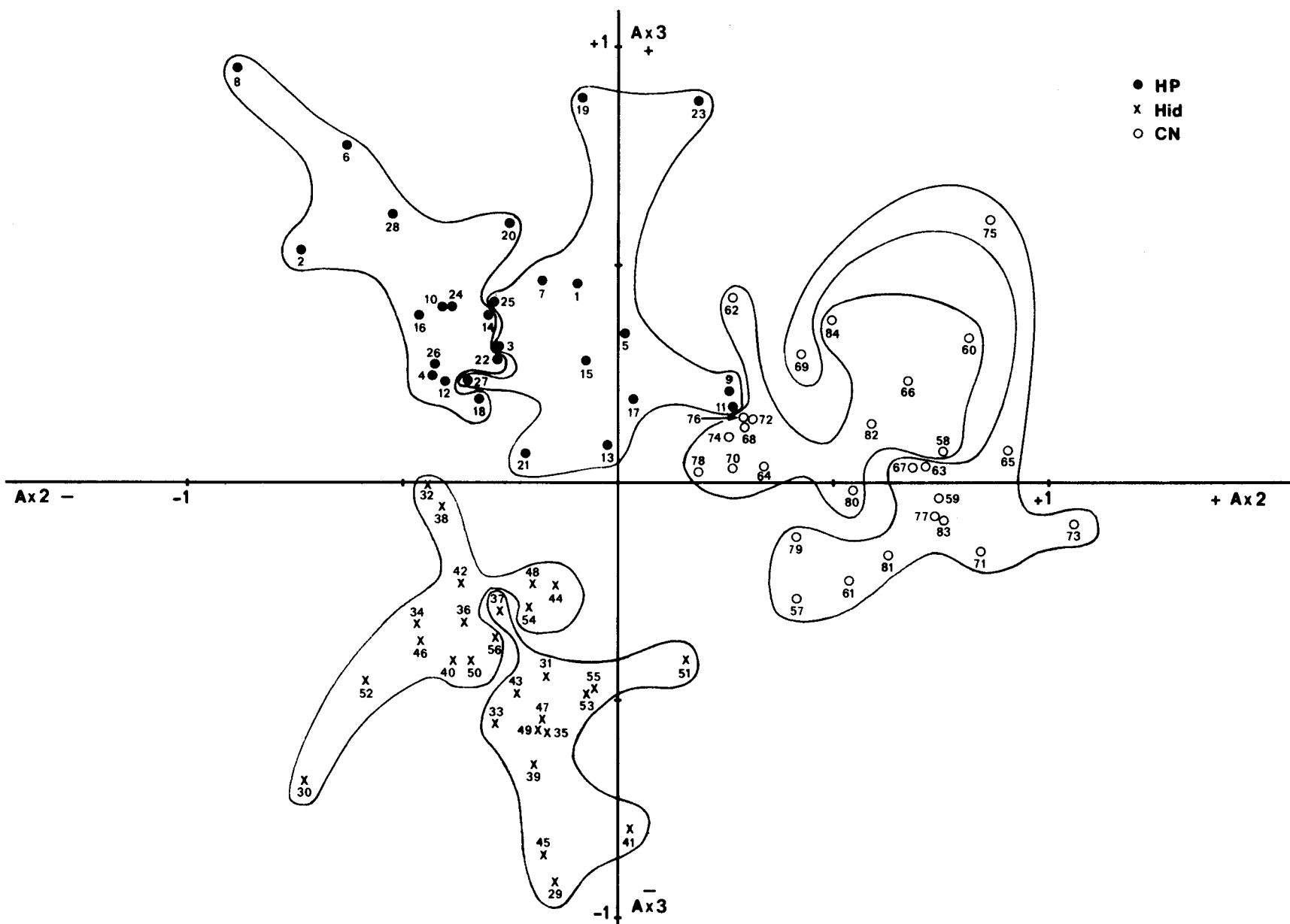
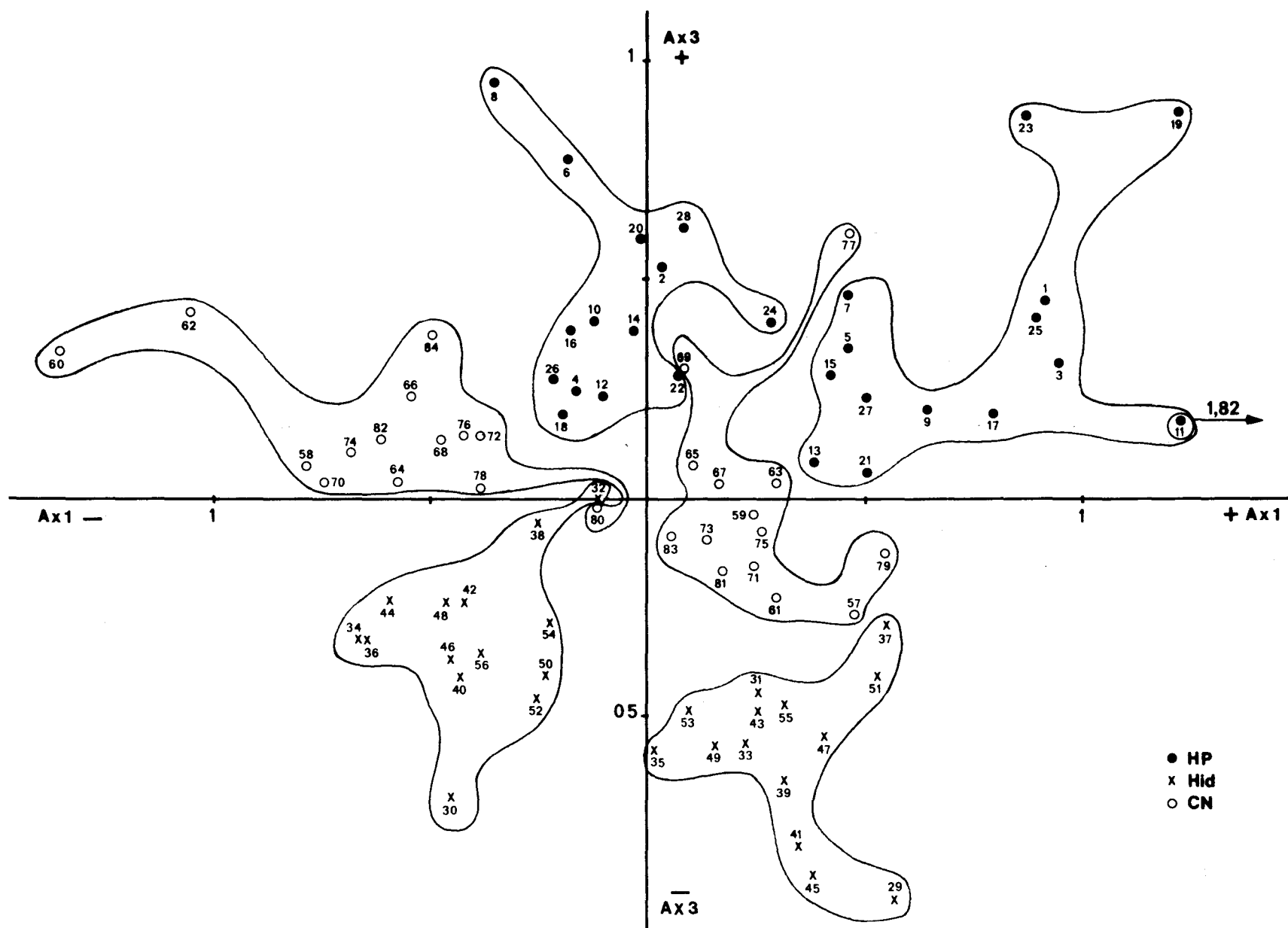


Fig. 5 : DISTRIBUTION DES BIOCHRONOTOPES DES STATIONS HP, Hid, CN
(Analyse factorielle : axes 2 et 3, mode binaire). (Légende dans le texte).

Fig. 6 : DISTRIBUTION DES BIOCHRONOTOPES DES STATIONS HP, Hid, CN
(Axes 1 et 3, mode binaire). (Légende dans le texte).



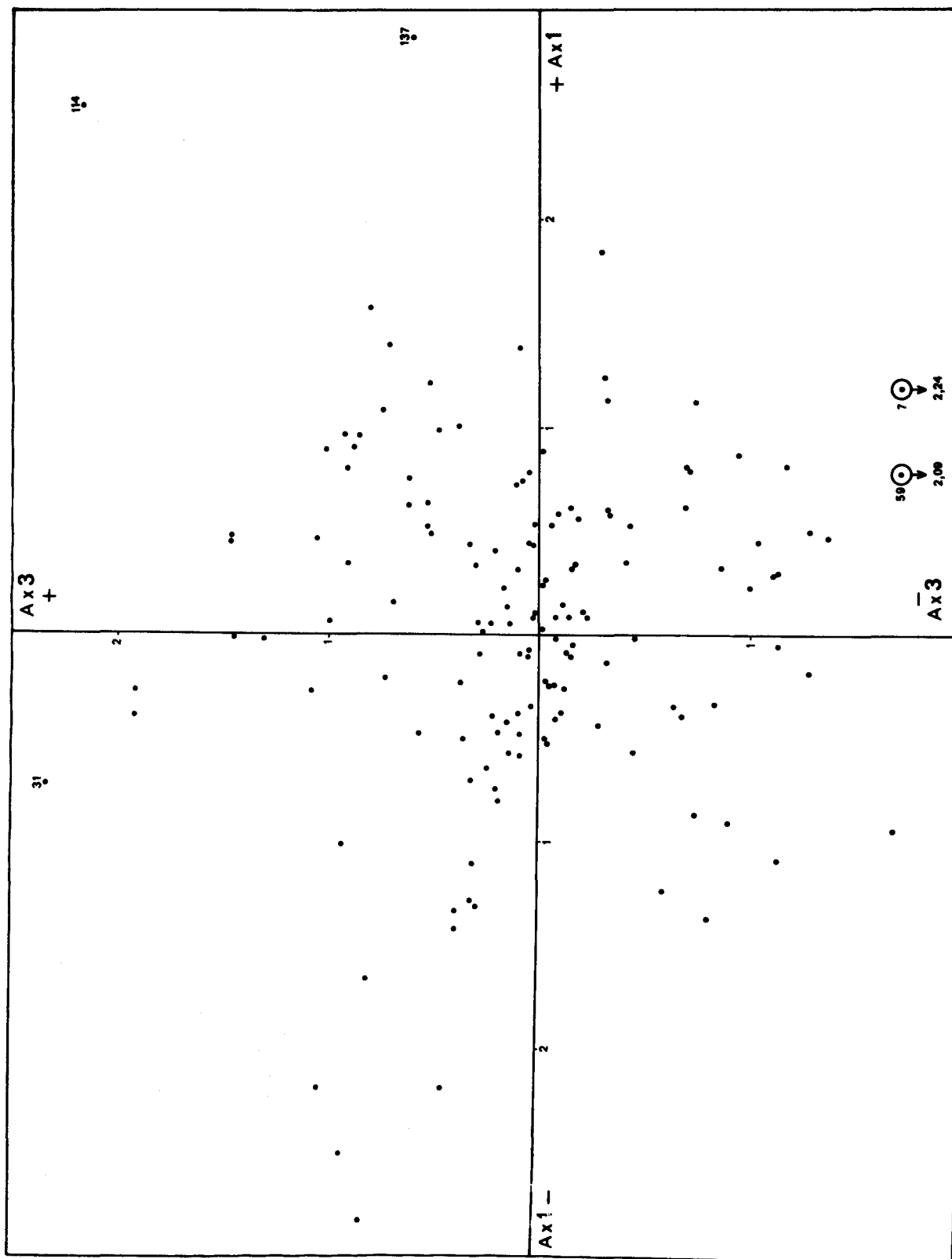


Fig. 7 : DISTRIBUTION DES ESPECES DANS LE PLAN DEFINI PAR LES AXES 1 ET 3
(mode binaire)

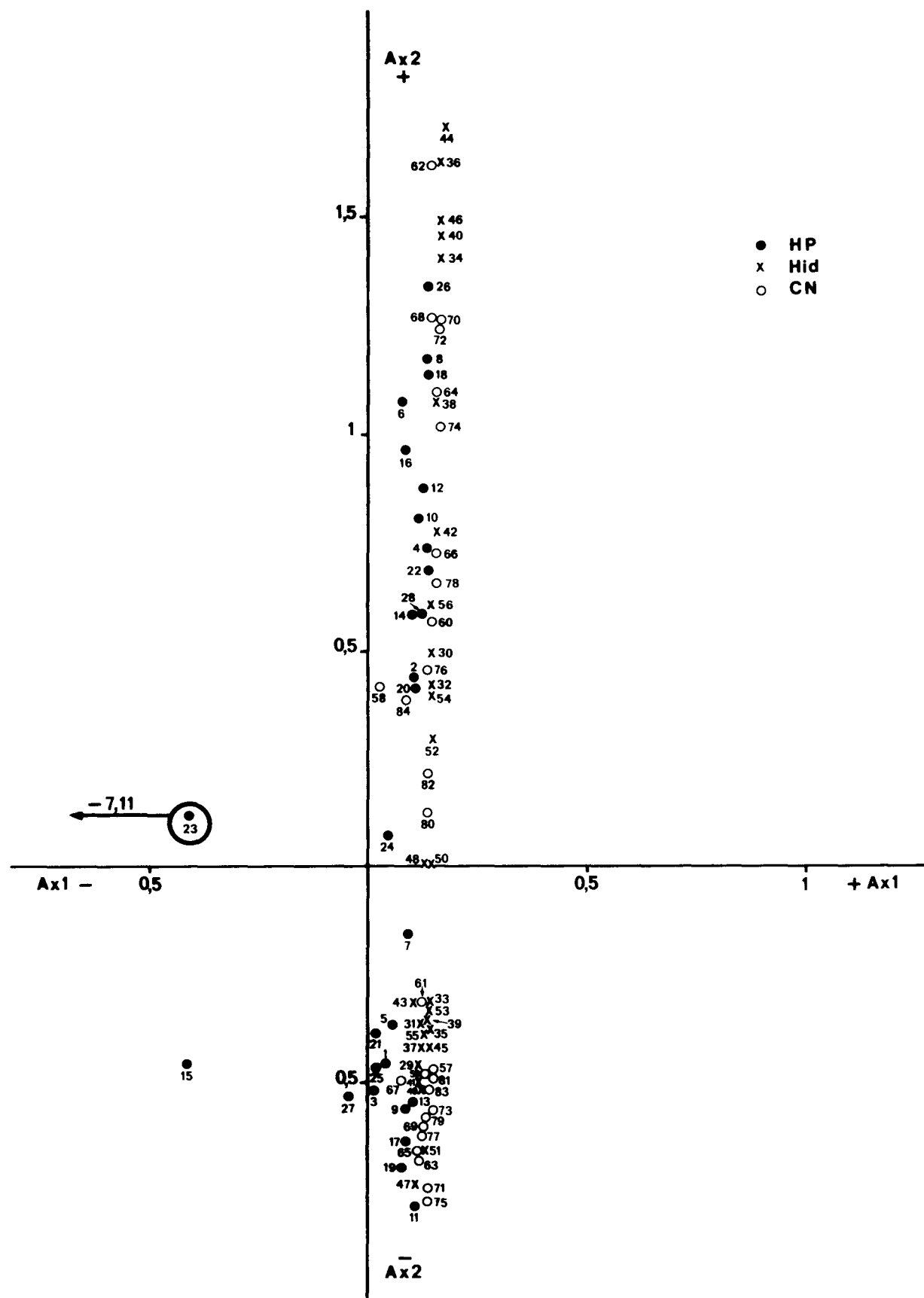


Fig. 8 : DISTRIBUTION DES BIOCHRONOTOPES (HP, Hid, CN) SELON LES AXES 1 ET 2
(mode numérique). (Légende dans le texte).

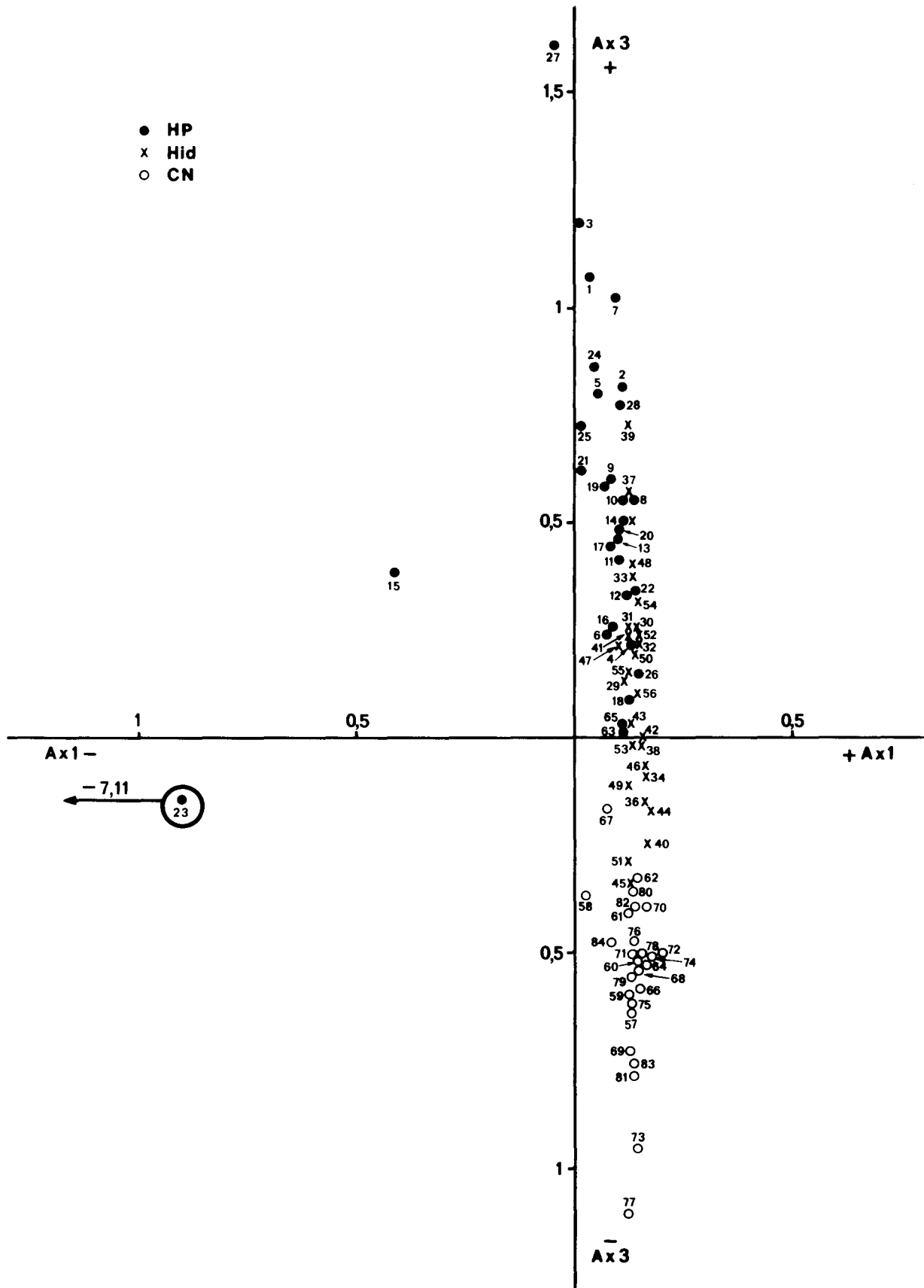


Fig. 9 : DISTRIBUTION DES BIOCHRONOTOPES (HP, Hid, CN) SELON LES AXES 1 ET 3
(mode numérique). (Légende dans le texte).

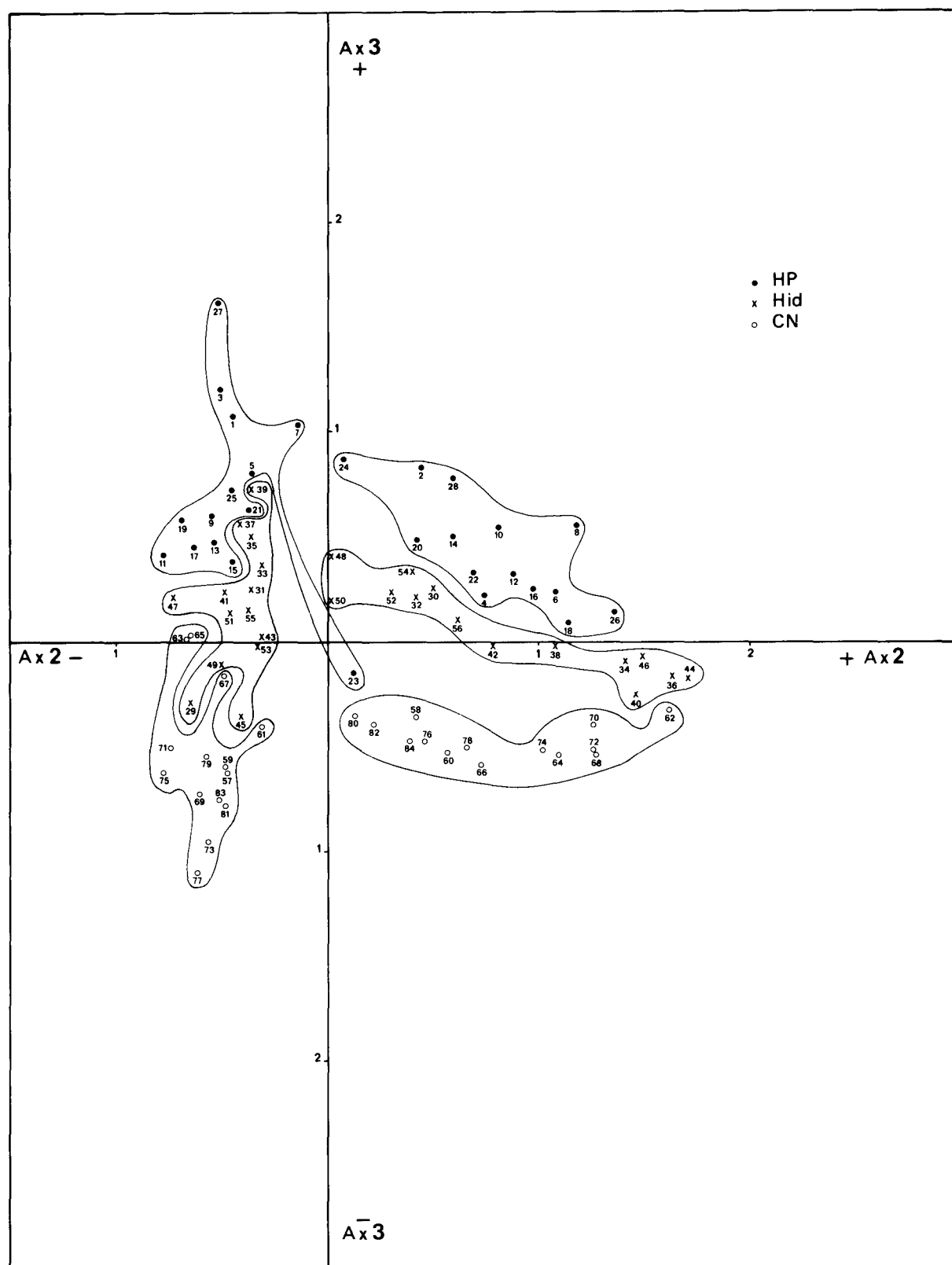
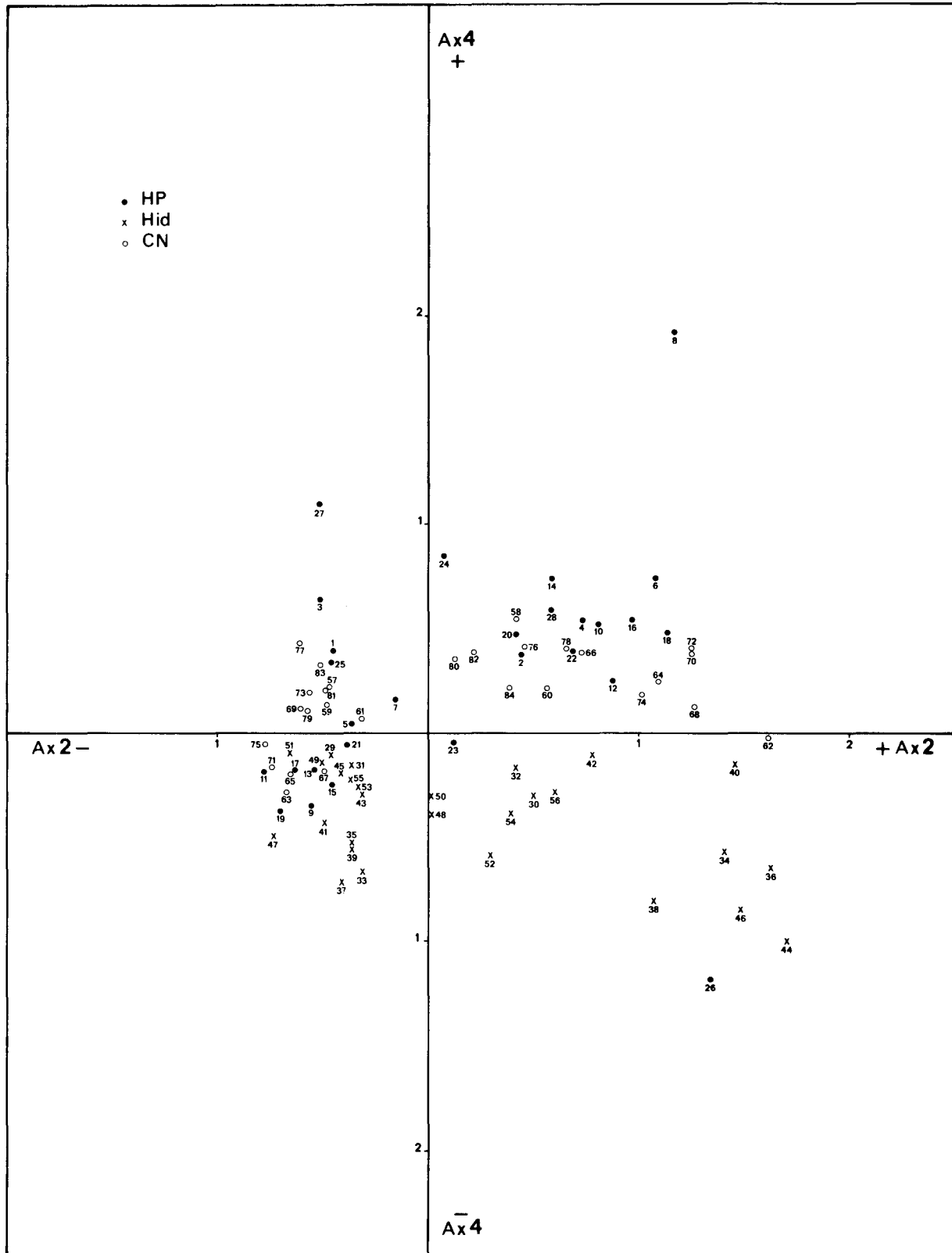


Fig. 10 : DISTRIBUTION DES BIOCHRONOTOPES (HP, Hid, CN) SELON LES AXES 2 ET 3
(mode numérique). (Légende dans le texte).



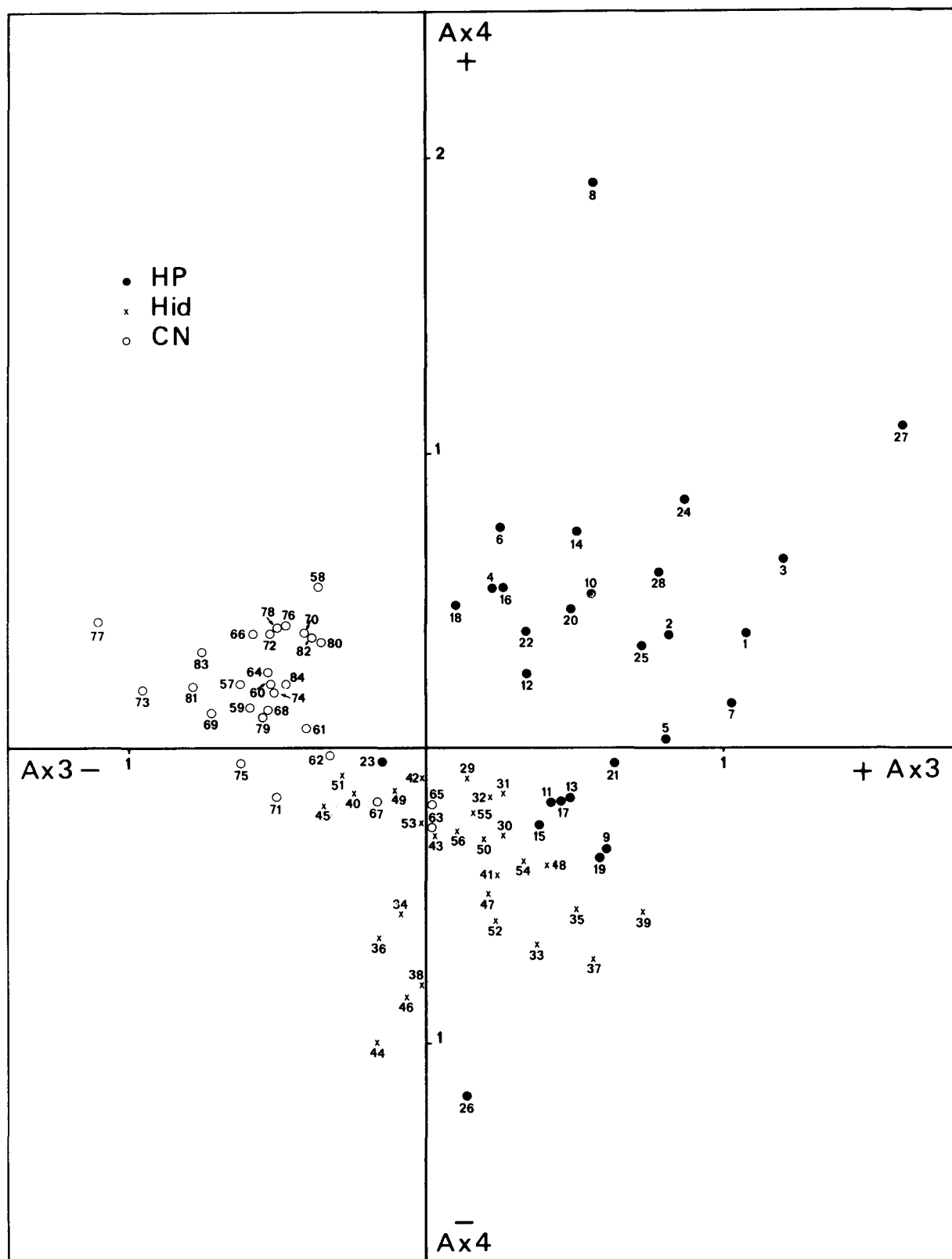


Fig. 12 : DISTRIBUTION DES BIOCHRONOTOPES (HP, Hid, CN) SELON LES AXES 3 ET 4 (mode numérique). (Légende dans le texte).

— il y a concordance entre ces résultats et le choix du premier modèle de **Mac Arthur** (1957 et 1960) (**Cancela da Fonseca**, 1969, p. 14) pour effectuer l'étude de la diversité spécifique et de la stabilité des communautés. Ce modèle admet que les niches écologiques des différentes espèces se touchent, sans se superposer et que la proportionnalité relative entre les individus des différentes espèces d'un écosystème est constante. Si la communauté est en équilibre, une augmentation des individus d'une espèce est suivie d'une diminution des individus pour une autre espèce. Ceci n'est pas contradictoire avec les variations saisonnières du nombre des individus. Cet équilibre est théorique. Dans la réalité, c'est la proportionnalité relative qui est constante. Si une espèce A a un exemplaire et que l'espèce B en a 9, à un certain moment de l'année, l'hypothèse de **Mac Arthur** est toujours valable si l'on trouve à un autre moment un total de 100 individus. Il suffit que l'espèce A ait 10 individus et l'espèce B, 90 individus.

Parmi les graphiques « Espèces Numériques » correspondant aux graphiques « Biochronotopes Numériques » c'est principalement celui donné par la figure 13, plan déterminé par les axes 1 et 2, qui permet une juxtaposition interprétative.

La difficulté, déjà remarquée, d'une corrélation visuelle immédiate entre les graphiques Espèces et Biochronotopes, se retrouve pour les plans définis par les axes 2 et 3 et 2 et 4.

b) Etude analytique des axes définis par l'analyse factorielle des correspondances :

Il y a des différences importantes entre les résultats exprimés en mode binaire et en mode numérique ; ceci est dû à la variabilité du nombre d'individus par espèce, par horizon et par mois. Il est néanmoins possible d'établir une correspondance. En *Binaire*, trois axes sont facilement interprétables : 1, 2 et 3 ; en *Numérique*, quatre axes sont interprétables : 1, 2, 3 et 4. Les axes 1, 2, 3 binaires correspondent aux axes 2, 3, 4 numériques.

1/ *L'axe 1 Numérique* est le facteur le plus important en mode numérique (Fig. 8 et 9). Il oppose l'ensemble des biotopes au n° 23 (HP Litière Août 1969) et secondairement, au n° 15 (HP Litière Avril 1969). Je citerai ultérieurement les espèces « responsables » de cet éloignement extrême.

Outre une explication exclusivement écologique, il existe une explication théorique qu'il est intéressant d'exposer ici. En effet, il arrive couramment qu'au cours d'une étude par l'analyse factorielle des correspondances, on soit en présence d'un nuage de points dans le plan défini par deux axes, et si l'on considère un espace défini par trois axes, un point se détache du nuage précédent. Dans le cas présent, si l'on examine les axes 1 et 2 pour les biochronotopes (mode numérique), l'ensemble (ou presque) de ceux-ci se répartit le long de l'axe 2 pour des valeurs similaires sur l'axe 1. Le biochronotope n° 23, par contre, est extrêmement éloigné. Ceci provient de la distribution de la matrice d'origine qui présente le phénomène des « données en bloc ». Je donne ci-après un exemple théorique (et très exceptionnel) d'une telle matrice.

Sp.	Relevés			
	A	B	C	D..
1	X			
2	X			
3	X			
		X	X	X..
		X		X..
		X	X	X..
etc..		X	X	..
				..
				..

Dans le relevé A, on ne rencontre que les espèces 1, 2 et 3 et uniquement celles-ci. Dans les relevés B, C et D, on rencontre toutes les autres espèces, à l'exclusion totale des espèces 1, 2 ou 3.

Dans le cas d'un biochronotope d'un type de celui du n° 15 (HP Litière Avril 1969) qui s'éloigne des autres, sans pour cela atteindre la même distance que le n° 23, il y aurait, selon la matrice de l'exemple précédent, dans ce relevé (n° 15) des espèces propres au n° 23 (mais pas toutes) et des espèces se retrouvant dans les autres relevés, mais là non plus, sans exclusivité. En définitive, le relevé n° 15 a une position intermédiaire.

Ceci permet de montrer également la nécessité de ce mode d'analyse afin de dégager des résultats à partir de matrices de données complexes. De telles matrices se présentent généralement à nous à la suite de relevés et de comptages écologiques.

2/ *Axe 1 Binaire et Axe 2 Numérique*. Ce facteur affirme le contraste entre le sol et la litière. Mais on constate que le sens du gradient en Binaire et Numérique est diamétralement opposé.

En Binaire, le gradient le plus élevé est attribué à la litière et principalement à HP puis viennent Hid et CN mélangés. Le sol a le gradient le plus bas et celui-ci est attribué à CN précédé par Hid et HP. Tout ceci s'observe très bien sur les figures 4 et 6.

Pour l'axe 2 Numérique, c'est le sol qui a le gradient le plus élevé (Fig. 8) avec la succession suivante dans le sens croissant de HP → CN → Hid. La litière s'oppose au sol, il y a mélange des trois stations, mais il y a une certaine succession de Hid → CN → HP vers le gradient le plus bas.

Ces résultats confirment l'existence de deux groupes distincts d'Oribates : les litiércoles et les humicoles. Le groupe des indifférents, malgré leur mobilité, n'arrive pas à modifier fondamentalement cette distinction.

3/ *Axe Binaire 2 et Axe Numérique 3*. Ce facteur oppose principalement la Hêtraie pure à la Chênaie normale. Là encore, le sens du gradient en binaire et numérique est diamétralement opposé.

Dans le mode binaire, c'est la Chênaie qui a le gradient le plus élevé avec sa litière (Fig. 4 et 5). Le gradient le plus bas est affecté au sol. Il y a néanmoins un certain mélange entre les valeurs les plus basses de la litière et les plus élevées du sol (sur l'axe 2). A cela, s'opposent les Hêtraies : le gradient le plus bas est attribué au sol de HP. Le sol est précédé de la litière. Dans le même sens de la succession, Hid est assez mélangé avec HP.

Dans le mode numérique, pour CN, le gradient le plus bas est attribué à la litière, précédée par le sol. Pour HP, le gradient le plus élevé est attribué à la litière à laquelle succède le sol (Fig. 9, 10 et 12). La station Hid est en position intermédiaire, ce qu'elle est géographiquement et altitudinalement. Ceci est particulièrement net sur la figure 10.

4/ *Axe Binaire 3 et Numérique 4.* Ce facteur oppose HP et Hid. Le sens du gradient est le même en Binaire et en Numérique (Fig. 5, 6, 11 et 12).

En Binaire, la Hêtraie pure avec des valeurs uniquement positives sur l'axe 3 s'oppose très nettement aux valeurs négatives sur ce même axe de la Hêtraie à Ifs denses. Pour HP, le sol et la litière sont mélangés, mais le sol a tendance à précéder la litière. Pour Hid, le gradient vers les valeurs les plus basses est : Sol $\rightarrow$ Litière. En Numérique, la quasi totalité des prélèvements sol HP ont le gradient le plus élevé et s'opposent aux prélèvements sol Hid.

Mais il y a une exception, la valeur la plus grande sur l'axe 4 Numérique est H/S D 8 (code 8 = Hêtraie pure, sol, décembre 1968) et la moins élevée est H/S 9 (code 26 = Hêtraie pure, sol, septembre 1969). Les espèces les plus « responsables » sont respectivement : *Phthiracarus* sp. E, *Brachychthonius* sp. A et *Oppia nova* var. 1.

c) Affinités cénotiques des biochronotopes :

En considérant l'ensemble des graphiques avec les axes 1, 2 et 3 en Binaire et les axes 2, 3 et 4 en Numérique, il est possible de regrouper quelques prélèvements mensuels (biochronotopes), soit avec affinités fortes, soit avec affinités plus faibles.

Pour HP Litière :

Les affinités fortes en Binaire sont $LO8 - LS9$
 Les affinités faibles en Binaire sont $LN8 - LA9$
 et $LM9 - LJ9$
 Les affinités fortes en Numérique sont $LM9 - LM9$

A ce groupe, est lié également $LF9 - LA9$
 Les affinités faibles en Numérique sont $LN8 - LJ^{\wedge}9$
 $LJ9 - LJ^{\bar{}}9$

Pour HP Sol :

Binaires $\left\{ \begin{array}{l} \text{Affinités fortes} \\ \text{et} \\ \text{Affinités faibles} \end{array} \right. \begin{array}{l} SO8 - SF9 - S\bar{M}9 - SS9 \\ SJ9 - SA9 \\ SM9 - S\hat{J}9 \end{array}$

Numériques Uniquement des affinités faibles :

$SO8 - S\hat{J}9$
 $SA9 - S\bar{M}9$
 $SJ9 - SM9 - S\bar{J}9$

Pour Hid Litière :

Binaire Affinités fortes : $\bar{L}O8 - \bar{L}A9$
 $\bar{L}N8 - \bar{L}F9 \quad \bar{L}J^{\bar{}}9 - \bar{L}S9 - \bar{L}O9$
 $\bar{L}D8 - \bar{L}\hat{J}9$

L'ensemble étant regroupé par une bonne affinité.

Numérique $\left\{ \begin{array}{l} \text{Affinités fortes :} \\ \text{Affinités faibles :} \end{array} \right. \begin{array}{l} \bar{L}A9 - \bar{L}S9 \\ \bar{L}O8 - \bar{L}O9 \\ \bar{L}M9 - \bar{L}\hat{A}9 \end{array}$

Ces deux groupes sont rassemblés dans une affinité faible. Un même niveau d'affinité les relie à un groupe à forte affinité :

$\bar{L}N8 - \bar{L}D8 - \bar{L}J^{\bar{}}9 - \bar{L}F9$

Pour Hid Sol :

Binaire Affinités fortes : $\bar{S}N8 - \bar{S}D8$
 $\bar{S}F9 - \bar{S}\bar{M}9 - \bar{S}O9$

Ces deux groupes sont liés de façon faible à $\bar{S}A9$ et $\bar{S}S9$.

Numériques Il n'y a que des affinités faibles :

$\bar{S}M8 - \bar{S}D8$
 $\bar{S}\hat{A}8 - \bar{S}O8 - \bar{S}O9$
 $\bar{S}\hat{A}9 - \bar{S}S9$

Pour CN Litière :

Binaire Affinités fortes : $\hat{L}O8 - \hat{L}\hat{J}9$
 $\hat{L}D8 - \hat{L}F9$
 $\hat{L}A9 - \hat{L}O9$

Ces trois groupes sont alliés à une faible affinité

Affinités faibles : $\hat{L}\hat{A}8 - \hat{L}\hat{A}9$
 $\hat{L}\hat{N}8 - \hat{L}\hat{S}9$
 Numérique Affinités fortes : $\hat{L}\hat{A}8 - \hat{L}\hat{O}8 - \hat{L}\hat{A}9$
 $\hat{L}\hat{M}9 - \hat{L}\hat{S}9 - \hat{L}\hat{O}9$
 $\hat{L}\hat{D}8 - \hat{L}\hat{J}9$

Ce dernier groupe est lié faible à $\hat{L}F9$

Affinités faibles : $\hat{L}A9 - \hat{L}J^{\bar{}}9$

Pour CN Sol :

Binaire Affinités fortes : $\hat{S}F9 - \hat{S}A9 - \hat{S}J9$
 $\hat{S}MA - \hat{S}MA$

Ces deux groupes sont reliés entre eux et de plus ce groupement renferme deux autres unités : $\hat{S}D8$ et $\hat{S}J9$

Affinités faibles : $\hat{S}J9 - \hat{S}S9 - \hat{S}O9$

Numérique Affinités fortes : $\hat{S}\hat{A}8 - \hat{S}J9$
 $\hat{S}\hat{A}9 - \hat{S}S9$

Ces deux groupes sont liés faiblement à un groupe à faible affinité :

$\hat{S}J9 - \hat{S}J9$
 $\hat{S}D8 - \hat{S}M9$
 $\hat{S}M9 - \hat{S}A9$

Affinités faibles : $\hat{S}O8 - \hat{S}O9$

Sans pousser plus loin l'analyse des affinités cénotiques des unités de traitement (biocronotopes), il semble que du point de vue biocénétique, il y ait moins de variations dans les stations Hid et CN que dans la station HP. Le nombre des affinités fortes ou faibles et le nombre des mois intéressés augmentent pour la litière et le sol de HP à CN, Hid étant en position intermédiaire.

d) Rapports entre les espèces et les biotopes :

J'ai plus particulièrement comparé la répartition des biotopes et des espèces en mode numérique dans le plan défini par les axes 1 et 2 (Fig. 8 et 13), les rapports y étant bien visibles.

Les biotopes à numérotation paire (sol) ont des valeurs positives sur l'axe 2 et les biotopes à numérotation impaire (litière) ont des valeurs négatives sur le même axe. Sauf le n° 23 (L A 9) qui présente par ailleurs un très grand éloignement sur l'axe 1.

Parmi les espèces, on peut distinguer trois groupes :

1/ Un groupe situé du côté positif de Ax2, où les espèces sont spécifiques des prélèvements sol. Les espèces humicoles sont dominantes du point de vue présence / absence et numérique.

Il y a concordance entre ces résultats et ceux fournis par le calcul de l'indice DV (5) (Lions, 1978, p. 347 et suivantes). Sur l'axe 2, les espèces caractérisées par des valeurs supérieures à 1 sont toutes humicoles. Une espèce fait exception : *Eueremaus sp. 1* (1,22 sur l'axe 2) ; elle avait été classée après l'étude de l'indice DV comme indifférente (Lions, 1978, tableau I). Ceci demande une correction : cette espèce est surtout récoltée sur les mousses et lichens recouvrant les troncs d'arbres (Lions, 1972, p. 143). Une récolte dans la litière (HP) est normale. Je crois nécessaire de considérer la récolte dans la station CN de trois exemplaires dans l'horizon -5 -10 cm comme accidentelle. Cette récolte démontre néanmoins une bonne mobilité dans le sol.

A partir des valeurs sur l'axe 2 de 0,91 (espèce 74 : *Damaeolus cf. asperatum*), nous rencontrons des espèces décrites non plus uniquement comme humicoles, mais nous trouvons des pseudo-humicoles et des indifférentes. La proportion des indifférentes augmente au fur et à mesure que l'on se rapproche de l'origine. *A. sellnicki* (n° 2) et *B. italicus* (n° 8) ont été citées comme litiéricoles (Lions, 1978, p. 348). Les valeurs sur l'axe 2 les situent dans le groupe des espèces intermédiaires, c'est-à-dire non spécifiques du sol et de la litière. Ce résultat ne contredit pas celui obtenu par l'indice DV, mais le complète. Les valeurs de l'axe 2, respectivement 0,14 et 0,05, ne les placent pas dans les espèces du sol mais ne les éloignent pas tellement des litiéricoles.

2/ Un groupe nettement du côté négatif de l'axe 2. Il se répète le même phénomène que précédemment mais pour la litière. La comparaison entre les données de DV et les valeurs sur l'axe 2 donne les résultats suivants : de 0 à -0,5, on rencontre mélangées les espèces indifférentes, pseudo-litiéricoles ou litiéricoles. Au-delà (très exactement à partir de la valeur -0,55 : *S. laevigatus*), toutes les espèces sont litiéricoles.

3/ Un groupe intermédiaire, localisé de part et d'autre de l'axe 1. Les espèces ne sont spécifiques ni du sol ni de la litière. Il y a là encore correspondance avec l'indice DV. Toutes les espèces (*B. berlessei*, *B. immaculatus*,

C. bicultrata, *Passalozetes* sp. 1, *Zetorchestes* sp. 2, *Phthiracarus* sp. C1, *Lepidozetes singularis*, *T. carinatus*, *A. parva*, *L. horridus*, *A. longiplumus*, *Z. flabrarius*, *L. hystericinus*, *O. fixa*, *Galumna* sp. 1, *A. coleoprata*) sont soit indifférentes, soit susceptibles d'être ramenées à ce groupe. *O. fixa* notamment dans la station où elle est abondante (Hid), a un indice DV = 38,4. Cette valeur la classe dans la catégorie des indifférentes. *Tropacarus carinatus* n'a été citée par l'indice DV comme pseudo-humicole que par 1,7 % de plus à la valeur maximale des espèces indifférentes (60 % et DV (*T. carinatus*) = 61,7 %). Dans la station CN, elle est indifférente. Sa valeur sur Ax2 = + 0,04 est très faible et pratiquement, nous pouvons la considérer comme véritablement indifférente.

4/ J'ai également recherché quelles étaient les espèces principalement responsables de par leur « position factorielle », de l'éloignement plus grand de certains biochronotopes. Les espèces sont recensées par station et par mode (binaire ou numérique). Il y a quelques correspondances entre ces deux modes.

Station HP Binaire (6)

L F 9 : *C. tricuspidatus*, *Cepheus cepheiformis*, *Cymbaeremaeus cymba*. L'éloignement de ce biochronotope litière est dû à la présence de deux espèces arboricoles tombées accidentellement de leur habitat. *Cepheus cepheiformis* est une espèce dont l'habitat est moins bien défini que les deux autres (Travé, 1963, p. 174). Elle a été récoltée sur des arbres mais également au sol.

L J 9 : *A. longilamellata*, *J. cf. angulata*, *L. humerata*, *O. ocellatus*.

S N 8 : *P. scaliger*, *Passalozetes* sp. 1, *E. ribagai*.

S D 8 : *Phthiracarus* sp. E, *Oppia cf. obsoleta* var. 1, *Oppia* sp. Q var. A, *Brachychthonius* sp. A.

Numérique

L Â 9 : *A. sellnicki*, *Eueremaeus* sp.1, *L. pulcherrimus*, *O. ocellatus*, *E. silvestris*, *C. bipilis*, *P. craterifer*, *Z. flabrarius*.

La position très excentrée de la litière HP en août 1969 semble provenir d'une part d'un grand nombre d'espèces caractéristiques et d'autre part, de la présence d'*Adelphacarus sellnicki*. Cette espèce septentrionale (Grandjean, 1952, p. 460) a surtout été récoltée dans des biotopes Hêtraies. Elle est présente également dans deux prélèvements de la litière de la Chênaie. Mais dans celle-ci, elle individualise beaucoup moins les prélèvements.

Ceci vient corroborer le caractère relicque de la forêt domaniale de la Sainte-Baume, comprenant de nombreuses espèces floristiques septentrionales. La Chênaie pubescente par exemple comprend 24,4 % d'espèces septentrionales dans la forêt domaniale étudiée ici ; hors de cette forêt, le pourcentage tombe à 6,1 % (Molinier René, 1958, p. 60) (7).

A. sellnicki serait caractéristique de l'ensemble forêt domaniale par sa présence dans la Hêtraie. On peut dire en plus pour expliquer l'éloignement de L Â 9 des autres biotopes que cette litière était très sèche, réduite parce que sa sécheresse facilitait sa mobilité. Le vent la déplace hors de sa surface de prospection. Par contre, en certains endroits, elle s'accumule (dépression), dans d'autres (proéminences), il ne reste plus pour la représenter que des feuilles d'Ifs reposant sur le cailloutis de la surface.

L A 9 : *A. sellnicki*, *B. italicus*, *E. silvestris*, *P. craterifer*, *P. globosus*. La position excentrée étant dans le même sens, on rencontre quelques espèces précédemment citées (j'ai déjà expliqué ce phénomène).

L O 9 : *P. craterifer*, *L. pulcherrimus*, *E. silvestris*, *C. bipilis*, *Z. flabrarius* et *S. latipes*.

L F 9 : *C. tricuspidatus*.

S N 8 : *P. scaliger*.

S D 8 : mêmes espèces qu'en mode binaire.

S S 9 : *Oppia nova* var. 1.

Station Hid — Binaire

Ŝ Â 8 : *Oribatella* sp., *M. semirufus*, *N. abeloosi*.

— Numérique

Ū J 9 : *Liebstadia* sp. A.

Ŝ Â 9 : *P. coineai*, *Oppia nova* var. 1, *Oppia sigma conjuncta*, *A. decedens*.

(6) Les espèces sont citées dans l'ordre décroissant de leur importance dans l'éloignement du biochronotope considéré.

(7) Il s'agit de % de surface couverte (degrés de recouvrement).

P. coineui est citée comme une espèce caractéristique des Hêtraies. Elle est saxicole ou arboricole (Travé, 1961, p. 342). Ici, elle semble responsable de la position factorielle d'un biotope sol. Deux explications peuvent être avancées.

- je n'ai récolté qu'un exemplaire dans Hid au sol, on peut considérer cette récolte comme accidentelle ;
- mais j'ai obtenu également des récoltes (Lions, 1972, p. 174) pour d'autres stations dans l'humus. L'espèce pourrait donc ne pas être dans certains cas arboricole ou saxicole.

L'espèce *A. decedens* et les deux *Oppia* seraient beaucoup plus influentes en fait sur la position de $\hat{S} \hat{A} 9$.

Station CN – Binaire.

$\hat{L} \hat{M} 9$: *P. petiti* et *P. acromios*.

$\hat{S} \hat{O} 8$: *Malaconothrus* sp., *L. theleproctus*, *X. discrepans*, *S. phyllophorus*. Je signalerai plus loin les limites de l'interprétation de l'analyse pratiquée ici, par la citation de certaines espèces jouant un rôle important dans un horizon où elles ne sont pas habituellement décrites. Ici, deux espèces sont caractéristiques des horizons édaphiques : *Malaconothrus* sp. et *S. phyllophorus*. *X. discrepans* est une espèce citée arboricole (Grandjean, 1945, p. 323). A la Sainte Baume, je l'ai récoltée dans ces biotopes et au sol (Lions, 1972, p. 144). Cet Acarien vient donc caractériser un horizon sol et cela d'autant plus que ce n'est pas un Acarien courant dans cette station. On peut suggérer qu'en plus de la chute de l'Acarien lui-même au sol la chute de branches ou de rameaux d'arbres peut amener au sol un certain nombre d'individus qui pourraient vivre dans ce nouvel habitat.

$\hat{S} \hat{N} 8$: *L. globuliferus*, *X. discrepans*, *L. pilosetosus*, *O. nova*.

— Numérique.

$\hat{L} \hat{M} 9$: *C. tuberculosus*, *P. punctum*.

$\hat{L} \hat{J} 9$: *C. horridus*, *P. petiti*.

$\hat{S} \hat{N} 8$: *L. globuliferus*, *Oppia nova* var. 1, *L. pilosetosus*.

$\hat{S} \hat{A} 9$: *S. latipes*.

Dans la Chênaie, $\hat{S} \hat{A} 8$ et $\hat{S} \hat{O} 9$ sont des biotopes dont la position est influencée en partie par l'espèce *Palaeacarus* sp. (code n° 1) dont la valeur sur l'axe 1 (−7, 73) l'éloigne très fortement (Fig. 13).

La recherche des espèces responsables de la position de certains biotopes m'a amené à examiner celles qui, très éloignées de l'origine des axes, peuvent par là avoir une affinité très restreinte avec les autres espèces.

e) Affinités écologiques spécifiques dans les trois stations : Répartition des espèces sur les différents axes :

Je rappelle l'un des avantages de la méthode d'analyse factorielle des correspondances. Les corrélations entre individus sont des distances définissant les affinités. Ces distances devraient donc être facilement évaluées. Malheureusement, le grand nombre d'espèces n'a pas rendu possible une analyse complète et détaillée de tous les regroupements distinguables, par la répartition des espèces selon les plans définis par les axes (Fig. 7 et 13).

J'ai donc limité cette analyse à quelques cas extrêmes et très significatifs : espèces affines ayant des valeurs de corrélations identiques et dont les positions sur les graphiques se superposent ; espèces formant un couple à haute affinité et celui-ci ayant une valeur extrême sur les axes en facilite la reconnaissance par l'isolement ; espèces qui, sans former un couple, ont un très grand éloignement de l'origine sur le même axe. Il ne s'agit que d'un caractère antinomique par rapport aux autres espèces, mais le fait de l'avoir ensemble peut mesurer une certaine affinité. Si l'espèce est seule, isolée, cela marque une dissimilitude importante.

1/ Eloignement des espèces

En Binaire, les espèces les plus éloignées de l'origine (valeur supérieure à 2) sont :

- Axe 1 (valeurs positives) : *A. longilamellata* et *C. tricuspidatus* (8) ;

(8) Les espèces sont énoncées dans l'ordre des valeurs croissantes.

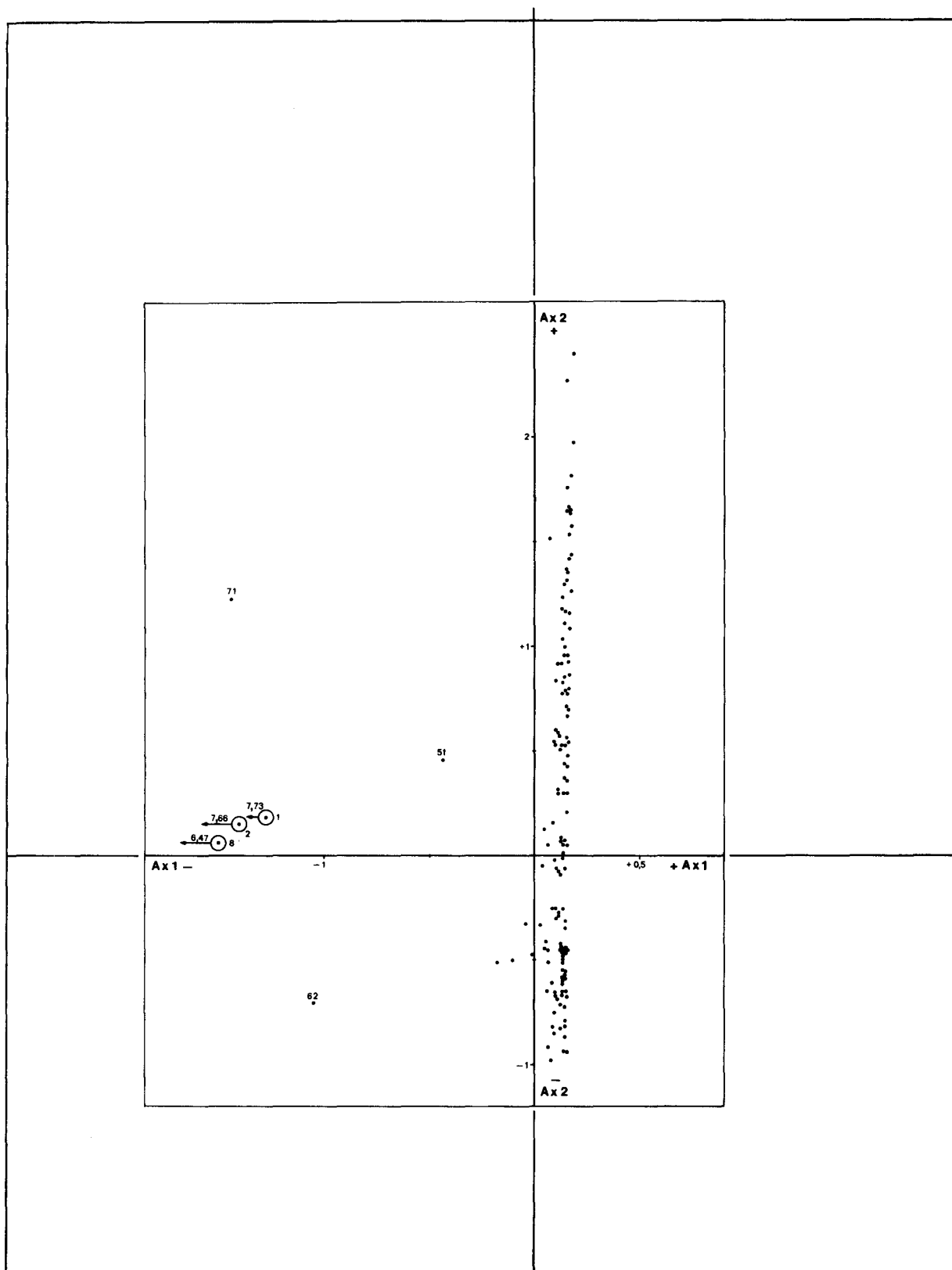
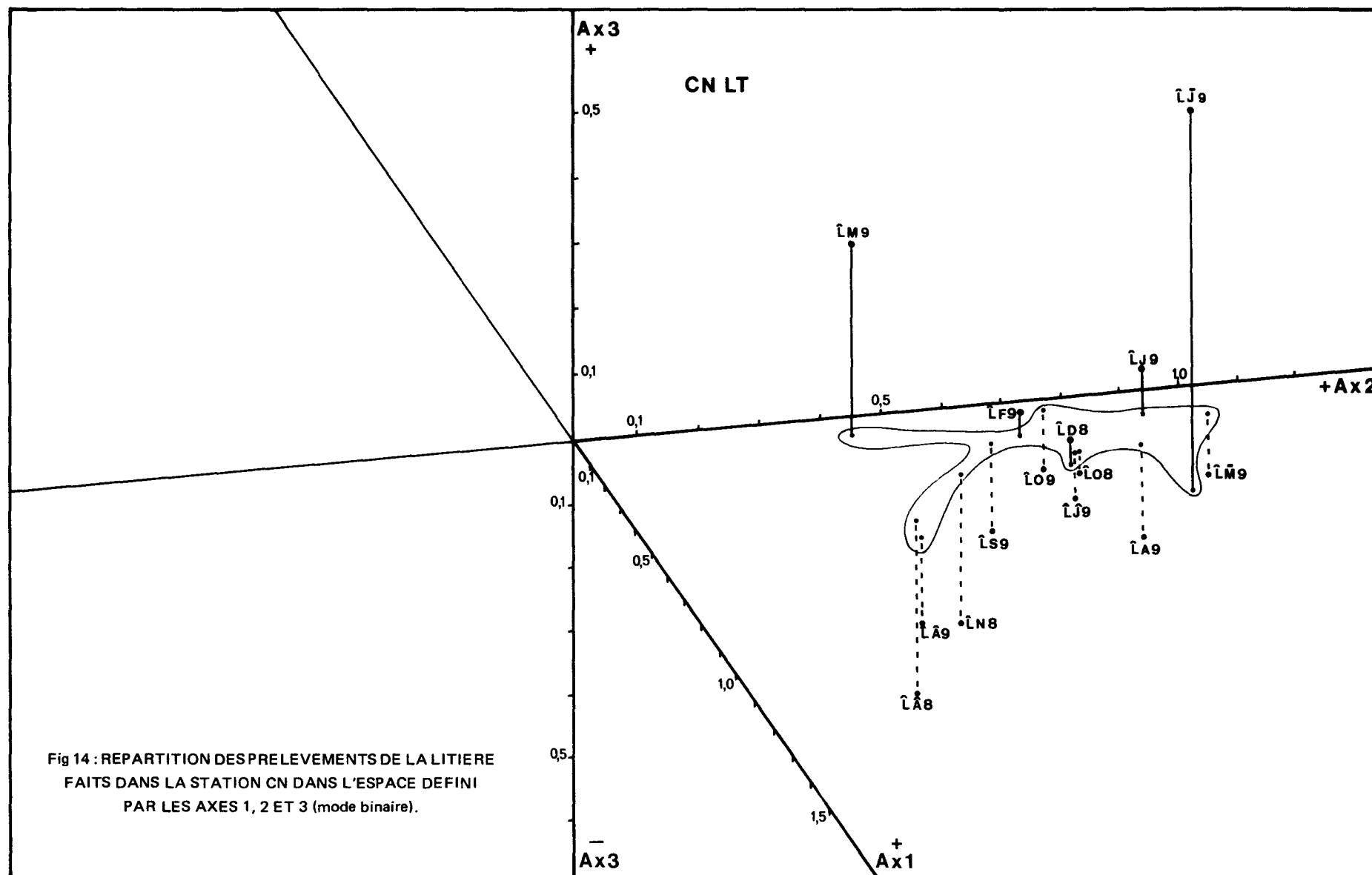


Fig. 13 : DISTRIBUTION DES ESPECES SELON LES AXES 1 ET 2 EN MODE NUMERIQUE
(seules les espèces très éloignées sont identifiées ; l'échelle de reproduction rend impossible une identification complète).



- Axe 1 (valeurs négatives) : *S. phyllophorus*, *L. globuliferus*, *X. discrepans* et un couple à haute affinité (?) : *Malaconothrus* sp. et *L. theleproctus* (9).
- Axe 2 (valeurs positives) : *P. acromios*, *P. petiti* ;
- Axe 3 (valeurs positives) : un groupe à haute affinité : *Phthiracarus* sp. *E*, *O. cf. obsoleta* var. 1, *Oppia* sp. *Q* var. *A* ;
- Axe 3 (valeurs négatives) : *B. hungaricus*.

En Numérique, les espèces les plus éloignées de l'origine (valeur supérieure à 2) sont :

- Axe 1 (valeurs négatives) : *B. italicus*, *A. sellnicki*, *Palaeacarus* sp. ;
- Axe 2 (valeurs positives) : *L. pilosetosus*, *P. coineui* ;
- Axe 4 (valeurs positives) : *Brachychthonius* sp. *A* et le groupe à haute affinité de l'axe 3 binaire ;
- Axe 4 (valeurs négatives) : *P. coineui*.

2/ Espèces écologiquement similaires ou « identiques ».

Dans cette étude, on a additionné les résultats des horizons sol 0 – 5 cm et – 5 – 10 cm. Il semble cependant difficile dans certains cas de parler d'espèces affines si elles sont récoltées dans des horizons différents. Je rappelle que les corrélations sont étudiées à partir des biotopes (ici des biochronotopes) et non des prélèvements proprement dits.

Les groupes sont analogues en mode binaire ou mode numérique : *H. simplex* et *O. cf. decipiens*.

Phthiracarus sp. *E*, *Oppia* cf. *obsoleta* var. 1, *Oppia* sp. *Q* var. *A*, *Malaconothrus* sp. et *L. theleproctus*.

Ce résultat est typique de la remarque faite précédemment. Deux espèces sont dans des horizons différents d'une même station. Mais la présence de *L. theleproctus* est purement accidentelle dans l'un de ces horizons. La conjonction des deux horizons accentue l'importance d'un prélèvement accidentel. *L. theleproctus* présente à 0 – 5 cm peut s'expliquer par une chute et un comportement vadrouilleur dans la litière peut l'amener jusqu'à l'humus. Si on ajoute les deux horizons, 0 – 5 cm et – 5 – 10 cm, on fausse quelque peu les données primaires du comptage.

Cepheus latus et *Punctoribates punctum*
Oppia sp. *AB* et *Ophidiotrichus borussicus*
Cosmogneta cf. *kargi* et *Ceratozetes gracilis*
Oribatella sp. et *Minunthozetes semirufus*

Dans ce dernier cas, l'espèce *Oribatella* n'a pu être déterminée avec certitude, je n'ai récolté qu'une nymphe.

3/ Autres espèces présentant une affinité

J'ai utilisé pour leur recherche les seules données en mode numérique afin d'éviter les inconvénients signalés pour d'autres expressions de l'affinité par l'utilisation des seules présences et absences (Travé, 1963, p. 22). Deux espèces ne sont affines que si elles cohabitent en certain nombre.

La méthode d'analyse employée ici m'a amené à ne pas tenir compte de certains groupes ou binomes d'espèces dont la réunion n'était pas due à une affinité réciproque. Sur l'axe 2 Numérique, les espèces se répartissent selon leur appartenance à la litière ou au sol. Donc, il peut y avoir une espèce A, présente dans la litière HP, proche d'une espèce B, présente dans la litière de Hid ou CN. C'est le facteur litière qui les réunit.

Pour éviter cet inconvénient, deux méthodes peuvent être utilisées :

- élimination manuelle dans chaque graphique des espèces de deux stations afin d'être en présence d'une seule biocénose à la fois ;
- utilisation d'un programme d'analyses factorielle par station, sans combiner les trois. Ceci sera entrepris ultérieurement.

Ici, j'ai éliminé les groupes d'espèces ne cohabitant pas dans une même station. Dans ces conditions, le plan défini par les axes 1 et 2 Numérique suggère les affinités suivantes (+ affinités forte, – affinité plus faible) :

O. nova + *L. pilosetosus* – *O. minus*
O. cf. obsoleta + *O. serrata*
Palaeacarus sp. + *A. sellnicki*

(9) Je reviendrai plus loin sur les limites d'une telle analyse.

P. cf. italicus + *D. asperatum*
Liochthonius sp. 5 + *S. cf. striculum*
C. cf. kargi + *C. gracilis* + *L. perpusillus*
S. sarekensis + *S. trigona*
L. hystricinus – *Galumna* sp. 1
H. dolosa + *D. cf. flagellifer*
M. parmelliae + *E. cordiformis*
S. magnus + *Liochthonius* sp. 4 + *Zetorchestes* sp. 1 + *N. borussicus*
O. denticulata + *G. bicostatus*
L. scalaris + *S. magnus* + *O. denticulata* + *N. borussicus* + *G. bicostatus*
P. tenuiclavus – *Hypodamaeus* sp.
Liebstadia sp. A + *Cepheus latus* + *P. punctum* + *D. clavipes*
X. tegeocranus + *O. caliptera*
Topobates sp. A + *C. incisus*
B. hungaricus + *C. coriaceus*
P. petiti + *P. acromios*

Les axes et 4 Numérique suggèrent les affinités spécifiques suivantes :

Pelops sp. 1 – *Malaconothrus* sp. + *L. theleproctus*
Oppia nova + *Oribatula* sp. 6
Z. falzonii + *O. insculptum*
F. quadripertitus + *O. fallax*
Z. flabrarius – *P. craterifer*
Oppia cf. fasciata + *C. areolatus* – *Carabodes* sp. 1
Palaeacarus sp. + *A. sellnicki*
O. maritima acuminata + *Protoribates* sp. 2
S. trigona + *B. italicus*
Oppia sp. AB + *O. borussicus* – *O. nova* var. 1
S. sarekensis var. A – *A. parva*
E. cordiformis – *O. ocellatus*
L. sellnicki – *C. tuberculosus*

CONCLUSIONS

L'étude des densités relatives des Oribates montre qu'il y a une grande proportion d'espèces communes (Fig. 2). Celles-ci représentent, quelle que soit la station, plus de 85 % de la densité relative. La recherche des espèces exclusives, communes à deux ou trois stations, a permis de définir un certain nombre d'espèces typiques dans ces stations (Fig. 3) : *Brachythionius immaculatus* et *Arthrodamaeus cf. reticulatus* pour HP ; *Oppia fixa* pour Hid et *Gymnodamaeus bicostatus* pour CN. Ces espèces ne sont pas celles qui joueront le plus grand rôle dans la dynamique des peuplements.

L'étude de la diversité spécifique (et notamment par la méthode de la théorie de l'Information) m'a permis de compléter cette description faunistique des trois stations étudiées (Lions, 1975, et Lions, 1977).

Pour étudier la dynamique des populations j'ai utilisé la notion de biochronotope, qui ajoute à la définition du biotope (milieu botanique + strate) une localisation dans le temps. Ces biochronotopes sont définis à partir de prélèvements mensuels faits dans les trois stations choisies dans la Hêtraie pure, la Hêtraie à Ifs denses et la Chênaie normale. Chacune étant parfaitement homogène dans ses paramètres floristiques, pédologiques et climatologiques.

Les résultats numériques font apparaître une première particularité de la station HP pour sa communauté d'Oribates : le nombre égal d'immatures et d'adultes récoltés dans cette station indique une population d'Oribates en expansion et en pleine activité (malgré un nombre total de microarthropodes et d'Oribates plus faibles que dans les autres stations) (Lions, 1975, p. 167).

L'explication de cette contradiction apparente sera donnée par un nombre d'individus plus faible pour la litière de HP (Lions, 1975, p. 167, tableau 2). Dans les stations Hid et CN, où il n'y a qu'un tiers d'immatures, les populations seront donc plus stationnaires. On peut dès maintenant conclure à une grande influence

des caractéristiques pédologiques sur la dynamique des Oribates. On peut penser que cette influence est identique pour les autres micro-arthropodes (constituant 59,3 % de la totalité de la faune) (Lions, 1975, p. 168, tableau 3).

Les courbes de variation démographiques des Oribates et des microarthropodes sont parallèles en général. Malgré le caractère aléatoire de ces variations (Lions, 1972, p. 301 à 310), quelques conclusions valables pour la Sainte Baume peuvent être suggérées.

Les différences constatées d'une année à l'autre sont des différences normales, le climat général et le microclimat n'étant pas semblables. Ce fait a été de nombreuses fois constaté. Cependant en partant de données de deux ou plusieurs années, les faits restent fondamentalement les mêmes et les variations portent sur un décalage temporel des pics (ou des minimums) de la densité (Lebrun, 1971, p. 95).

L'étude des variations démographiques saisonnières a permis de constater que si le nombre d'Oribates et de microarthropodes est moindre dans la station HP, cela vient de leur diminution dans l'horizon litière.

Pourtant c'est cette station qui par ses conditions mésologiques, est plus favorable que les autres. J'ai déjà signalé l'égalité des immatures et des adultes et la prépondérance mésologique de HP pour la diversité spécifique, la stabilité (Lions, 1975 et 1977).

Les variations saisonnières montrent que la litière de HP est soumise beaucoup plus fortement aux aléas climatiques. La litière en général subit plus que tout autre couche du sol les facteurs climatiques (Lebrun, 1971, p. 70, tableau 20) et la station HP, par son altitude et sa moindre protection forestière, subit plus que les deux autres les rigueurs du climat.

En février 1969, notamment la population microarthropodienne est minimale à HP, mais non dans les deux autres stations (Lions, 1972, p. 296).

On peut confirmer la meilleure situation mésologique de HP pour la strate endogée. Si l'on examine à l'horizon 0–5 cm, la variation numérique des microarthropodes est supérieure à Hid et CN (Lions, 1972, p. 308 et 309). Le pédoclimat est en général stable (le sol est un milieu « tamponné ») mais il existe des graduations dans les conditions du milieu sol et l'habitat est meilleur dans HP (Lions, 1972, p. 73).

La station située dans la Hêtraie à Ifs denses a un comportement différencié de celui des deux autres stations. Des études botaniques et pédologiques antérieures (Molinier Roger, 1951, p. 22) avaient montré l'appauvrissement du sol dans ces stations où l'If est dominant.

L'application de l'analyse factorielle des correspondances a permis d'obtenir des résultats particulièrement probants sur les similitudes et dissimilitudes écologiques des trois stations. Les différents axes ont permis (grâce d'ailleurs à une correspondance acceptable des axes en modes numérique et binaire) d'obtenir une bonne séparation entre la litière et le sol et entre les stations, de même que les différences entre les trois stations.

Les taux élevés d'espèces communes n'empêchent pas une distinction. Les résultats abiotiques (Lions, 1972, p. 13, p. 56 à 73 et p. 525) et faunistiques ne laissent pas présager une telle différence et une telle distribution.

Le principal intérêt réside surtout dans le fait que la classification des biotopes est due seulement aux espèces d'Oribates.

La prise en considération des présences/absences et de l'abondance des espèces permet d'obtenir une meilleure analyse écologique sur les différences pouvant exister ou non dans trois surfaces dont l'environnement est semblable globalement (forêt domaniale de la Sainte Baume).

Les différences floristiques, pédologiques et microclimatiques se traduisent par des différences faibles dans la composition des peuplements d'Oribates. Néanmoins, on a pu démontrer la réalité de toutes ces nuances.

J'ai retrouvé qu'il y avait (comme déjà observé auparavant) (Lions, 1972, p. 190 à 231) une distinction non seulement dans les grandes unités botaniques (Hêtraie, Chênaie), mais également entre les habitats (litière, sol). Ces différences recouvrent des dissimilitudes dans les communautés d'Oribates.

Malgré une grande variation numérique et qualitative apparente, des individus et des espèces d'Oribates au cours du cycle (les variations qualitatives étant cependant beaucoup plus réduites), l'analyse factorielle des correspondances montre que l'on a affaire à des « écosystèmes » séparés et individualisés et que les variations ne sortent pas du cadre de chaque écosystème (qui est bien défini).

Il devient donc nécessaire de prendre en considération les faibles différences constatées dans les valeurs des indices de la diversité spécifique (Lions, 1975, p. 177 et 179).

On peut répondre aux critiques que l'on aurait pu formuler à propos du choix d'un modèle reposant sur une certaine justification mathématique lors de l'étude de la diversité spécifique (Lions, 1975, p. 175, 176 et 177).

Ce modèle était la première hypothèse de MacArthur (1957, 1960) qui admettait que les niches écologiques des différentes espèces habitant un même biotope se touchent sans se superposer. L'application de la théorie de l'Information à partir d'un tel modèle n'est plus hypothétique mais repose sur une réalité tangible mis en évidence par l'analyse factorielle.

Nous retrouvons là la notion des caractères « génétiques » (présence / absence) et des caractères « morphologiques » (abondance) établie par Guinochet pour les associations végétales (1968, p. 284). Les présences et les absences des espèces définissent parfaitement chaque écosystème malgré toutes les fluctuations de la dominance.

J'avais pu montrer (Lions, 1972, p. 190 à 213) que les différences s'établissaient entre les habitats et entre les grandes associations botaniques. Dans certains cas, les différences entre les peuplements étaient faibles (qualitativement) (et quantitativement) et l'on pouvait délimiter quelques affinités cénotiques, notamment entre la Hêtraie et la Chênaie : cas de la litière de la Chênaie et la litière de la Hêtraie, qui, sans être très proches pouvaient être reliées. De même, dans des plans définis par deux axes, on pouvait associer les prélèvements endogés moyens (-5 -15 cm) de la Hêtraie avec leur homologue de la Chênaie, ou encore les prélèvements endogés profonds (> à 15 cm) de la Hêtraie avec ceux de la Chênaie (10).

Une étude d'écologie dynamique a permis de mieux situer ces affinités et de les replacer à leur valeur véritable.

Quelles que soient les variations démographiques annuelles et les espèces communes aux trois stations, on peut distinguer les habitats (horizons prospectés) et les unités botaniques (ici, les trois stations). Ceci tendrait à montrer qu'une étude biocénotique devrait se faire à partir des résultats cycliques des populations.

L'étude sur des données momentanées donne des résultats appréciables et une bonne analyse d'un écosystème mais l'on doit compléter celle-ci par l'étude d'un cycle.

J'ai rencontré deux limites au cours de cette analyse :

1/ .. « Il ne faut pas avoir une confiance aveugle dans les résultats fournis par les coefficients », ainsi s'exprimait Travé (1963, p. 114) à propos de l'étude de l'affinité cénotique.

Bien souvent, j'ai dû rectifier un résultat à l'aide des connaissances éthologiques ou systématiques. Il faut rechercher si une récolte accidentelle ne vient pas fausser l'image obtenue d'un phénomène écologique. Dans la presque totalité des cas, cela ne joue pas un grand rôle, car la similitude entre individus (ou caractères) se fait en fonction du profil probabilistique des individus (caractères) respectifs (Lions, 1972, p. 27).

2/ La deuxième limite s'établit par l'impossibilité matérielle (temporelle) de conduire l'étude des résultats fournis par l'ordinateur jusqu'au bout.

La figure 14 montre les avantages de représenter les biochronotopes dans un espace à trois dimensions (ici les axes 1, 2 et 3 en mode binaire).

Je n'ai fait cela que pour les biochronotopes litières de la Chênaie. On voit (et selon les résultats obtenus sur l'axe 3 Binaire) que la plupart du temps, la litière de CN se rapproche de celle de Hid plutôt que de celle de HP. De même, à ce stade du travail, il n'a pu être pris en compte de façon distincte des différentes stases des espèces : celles-ci étant dénombrées on pourra en tenir compte ultérieurement.

Le point de vue méthodologique n'était pas à négliger et en comparant des biotopes très proches les uns des autres au sein d'un même écosystème on a pu prouver l'intérêt de l'analyse factorielle des correspondances dans une telle situation.

(10) Etudes basées je le rappelle sur les seules présence / absence ou dominance des Acariens Oribates, à l'exclusion de tout autre facteur.

TRAVAUX CITES

- Benzécri J.P. (1973). — L'analyse des données. I. La Taxinomie. *Dunod, Paris* : 1-615.
- Benzécri J.P. (1973 a). — L'analyse des données. II. L'analyse des correspondances. *Dunod, Paris* : 1-619.
- Cancela Da Fonseca J.P. (1969). — L'outil statistique en biologie du sol. V. Indices de diversité spécifique. *Rev. Ecol. Biol. Sol.*, 6 (1) : 1-30.
- Cordier B. (1965). — L'analyse des correspondances. *Thèse de 3ème cycle, Université de Rennes* : 1-66.
- Daget J. (1976). — Les modèles mathématiques en écologie. *Masson, Paris* : 1-172.
- Grandjean F. (1945). — La signification évolutive de quelques caractères des Acariens (1e série). *Bull. Biol. France-Belgique*, 79 (4) : 297-323.
- Grandjean F. (1952). — Observations sur les Palaeacaroides (2e série). *Bull. Mus. Hist. nat. Paris*, 2ème série, 24 (5) : 460-467.
- Guinochet M. (1968). — Continu ou discontinu en phytosociologie. *The Botanical Review*, 34 (3) : 273-290.
- Lebrun P. (1965). — Quelques caractéristiques des communautés d'Oribates (Acari : Oribatei) dans trois biocénoses de Moyenne Belgique. *Oikos*, 16: 100-108.
- Lebrun P. (1971). — Ecologie et Biocénotique de quelques peuplements d'Arthropodes édaphiques. *Mém. Inst. Roy. Sc. nat. de Belgique*, 165 : 1-203.
- Lefebvre J. (1976). — Introduction aux analyses statistiques multidimensionnelles. *Masson, Paris* : 1-219.
- Lions J.C. (1972). — Ecologie des Oribates (Acariens) de la Sainte Baume (Var). *Thèse doct. sci. nat. univ. Provence*, 1972. A.O. 7248. cent. doc. C.N.R.S., (1972-05-29). 2 vol. 29,5 x 20,5 : 1-549.
- Lions J.C. (1975). — Application du concept de la diversité spécifique à la dynamique de trois populations d'Oribates (Acariens) de la forêt de la Sainte Baume (Var). 1ère Partie : Résultats généraux et variabilité temporelle globale. *Ecologia Mediterranea*, (1) : 165-192.
- Lions J.C. (1977). — Application du concept de la diversité spécifique à la dynamique de trois populations d'Oribates (Acariens) de la forêt de la Sainte Baume (Var). 2ème Partie : variabilité temporelle selon les différents niveaux prospectés. *Ecologia Mediterranea*, (3) : 85-104.
- Lions J.C. (1978). — Eléments sur la distribution verticale des Oribates (Acariens) dans les biotopes édaphiques d'un écosystème forestier. *Rev. Ecol. Biol. Sol.*, 15 (3) : 345-362.
- MacArthur R.H. (1957). — On the relative abundance of bird species. *Proc. U.S. Nat. Acad. Sci.*, 45 : 293-295.
- MacArthur R.H. (1960). — On the relative abundance of species. *Amer. Nat.*, 94 : 25-36.
- Molinier René (1958). — Le massif de la Sainte Baume. Considérations d'ensemble d'après la nouvelle carte de 1/20.000. *Bull. Mus. Hist. nat. Marseille*, 18 : 45-104.
- Molinier Roger (1951). — L'If à la Sainte Baume. *Bull. Soc. Linn. Provence*, 18 : 19-23.
- Pielou E.C. (1966). — Species diversity and pattern-diversity in the study of ecological succession. *J. Theor. Biol.*, 10 : 370-383.
- Pielou E.C. (1966 a). — Shannon's formula as a measure of species diversity : its use and misuse. *Amer. Nat.* 100 : 463-465.
- Pielou E.C. (1966 b). — The use of information theory in the study of the diversity of Biological populations. *Proc. 5 th Berkeley Symp. Math. Statist. Probability*, 4 : 163-177.
- Travé J. (1961). — Contribution à l'étude des *Oribatulidae* (Oribates, Acariens). *Vie et Milieu*, 12 (2) : 313-351.
- Travé J. (1963). — Ecologie et biologie des Oribates (Acariens) saxicoles et arboricoles. Suppl. 14, *Vie et milieu* : 1-267.

Remarques sur quelques groupements végétaux assurant la transition entre les étages montagnard et subalpin en Corse

Jacques GAMISANS *

Résumé — L'auteur met en évidence six groupements végétaux assurant en Corse la transition entre les forêts montagnardes et les formations végétales subalpines. Une association nouvelle est décrite : le *Pyrolo-Fagetum sylvaticae*. La présence de *Betula pendula* dans l'horizon inférieur de l'étage subalpin est mise en relief. En annexe figure la typification des noms des groupements végétaux décrits antérieurement en Corse.

Abstract - The author presents six vegetal communities which assure in Corsica the transition between montane woods and subalpine formations. A new association is described : *Pyrolo-Fagetum sylvaticae*. *Betula pendula* is cited in subalpine level.

In a rider, the typification of the names of vegetal communities described previously in Corsica is given.

Le but de cet article est d'attirer l'attention sur quelques groupements végétaux assurant en Corse la transition entre les forêts montagnardes (voir Gamisans 1975 et 1977 c : 317) et les fruticées hautes à *Alnus viridis* subsp. *suaveolens* climaciques dans l'étage subalpin (1) (voir Gamisans 1975 et 1977 b : 133).

Après une présentation d'ensemble, chacun fera l'objet d'une étude détaillée. Il s'agit d'une part de forêts de l'étage montagnard supérieur, d'autre part de sylves ou de formations arbustives dont certaines sont incontestablement subalpines tandis que d'autres occupent une position charnière entre les étages subalpin et montagnard.

Un certain nombre de relevés de ces groupements de transition ont été rassemblés sur le tableau 1.

Les relevés 1 à 3 concernent les sapinières du *Poo-Fagetum abietetosum* Gamisans 1975 et figurent là comme témoins du cortège floristique des forêts montagnardes typiques.

Les relevés 4 à 7 se rapportent à des hêtraies de l'étage montagnard supérieur et correspondent à une association nouvelle le *Pyrolo (minori) - Fagetum*, géographiquement et écologiquement localisée.

Les relevés 8 et 9 ont été effectués dans les hêtraies les plus alticoles, les 10 et 11 dans des sapinières également alticoles.

Les relevés 12 et 13 concernent les formations à Aulne odorant ripicoles.

Les relevés 14 à 17 appartiennent à l'horizon inférieur de l'étage subalpin : les deux premiers (14, 15) correspondent à un *Alnetum suaveolentis* Litard. & Malcuit 1926, typique, les deux autres (16, 17) concernent un faciès à bouleau.

I — LES SAPINIÈRES DU *POO-FAGETUM ABIETIETOSUM* Gamisans 1975 (relevés 1 à 3)

Le *Poo-Fagetum* rassemble les hêtraies et les sapinières montagnardes, ces dernières constituant simplement une sous-association *abietetosum*.

Les trois relevés cités concernent cette sous-association et ont été effectués dans les localités suivantes(2):

* Université d'Aix-Marseille III, Centre St-Jérôme, Laboratoire de Botanique et Ecologie Méditerranéenne. 13397 Marseille/Cedex 4

(1) L'étage subalpin typique est, en Corse, essentiellement localisé aux versants nord (voir Gamisans 1975 et 1978 : 395), les groupements concernés sont donc essentiellement des groupements d'ubacs.

(2) Les nombres entre parenthèses indiquent la date du relevé et, séparé par une virgule, le numéro d'ordre de ce relevé pour la journée où il a été effectué.

- 1 -- (16.7.1977, 2) - Massif de Cagna, Bocca Fontanella, versant NNW, sapinière sur chaos granitique, 1050 m.
- 2 -- (2.8.1978, 1) - Massif du Renoso, Plateau de Caralba, sapinière sommitale, 1200 m.
- 3 -- (2.8.1978, 2) - Ibid.

I Il n'est pas utile de développer à nouveau ici les caractères essentiels de ce groupement (voir **Gamisans** 1975 et 1977 c : 329). Toutefois, du point de vue syntaxonomique, le *Galio-Fagion* Gamisans 1975 peut être ramené au rang de sous-alliance du *Fagion Sylvaticae* (Luquet 1926) Tx. & Diemont 1936, sous le nom de *Galio-Fagenion* Gamisans (1975) 1979.

II -- *PYROLO (MINORI) - FAGETUM SYLVATICAE* Gamisans, assoc. nova (relevés 4 à 7) *Holotypus* : relevé n° 5 tableau 1 (15.8.1974, 1)

Localisation des relevés :

- 4 -- (9.8.1974, 1) - Massif de l'Incudine, plateau de Coscione, affluent rive gauche de la Camera, au SE de San Petru, hêtraie près du torrent, granite, 1400 m.
- 5 -- (15.8.1974, 1) - Plateau de Coscione, torrent de Monte Tignoso, hêtraie près du torrent, granite, 1400 m.
- 6 -- (21.7.1977, 1) - Plateau de Coscione sentier entre la Camera et les bergeries d'Aluccia, bord de ruisseau dans la hêtraie, granite, 1450 m.
- 7 -- (10.8.1978, 1) - Plateau de Coscione, affluent rive droite de la Camera, hêtraie près du torrent, granite, 1500 m.

Cette association correspond à un aspect tout à fait inhabituel des hêtraies corses. Alors que dans le *Poo-Fagetum fagetosum* la litière occupe généralement l'essentiel de la surface au sol, la strate herbacée ayant un recouvrement de 5 à 40 %, il n'en va pas de même dans le *Pyrolo-Fagetum* où ce recouvrement varie de 40 à 70 %. De plus, la strate muscinale est largement développée dans le *Pyrolo-Fagetum* : son recouvrement atteint 40 à 50 %, tandis que la litière est peu apparente.

A cette physionomie remarquable s'associe une composition floristique un peu particulière. On retrouve certes dans le cortège du *Pyrolo-Fagetum* les principales caractéristiques du *Galio-Fagenion* et des unités supérieures, ce qui permet d'y inclure ce groupement. Toutefois, des espèces telles que *Luzula luzulina*, *Vaccinium myrtillus*, *Viola biflora*, *Saxifraga rotundifolia*, *Blechnum spicant*, *Gymnocarpium dryopteris*, relativement mésophiles et alticoles en Corse, évoquent déjà le *Cymbalarion hepaticifoliae* Gamisans 1975 et constituent de bonnes différentielles vis à vis du *Poo-Fagetum fagetosum*. De plus, dans le cadre corse, *Pyrola minor* offre incontestablement son optimum dans ce groupement qu'il permet donc de caractériser et d'élever au rang d'association. Le *Ranunculus nemorosus* L. a également été observé dans ce groupement où il a une de ses seules stations corses connues.

Cette composition floristique correspond parfaitement à la position altitudinale du *Pyrolo-Fagetum* que l'on peut situer dans l'horizon supérieur de l'étage montagnard. Cette association s'y développe dans des régions bien délimitées et des conditions écologiques particulières. Ainsi, elle n'a été observée qu'entre Bocca di Verde et le Monte Incudine, surtout sur le Pianu di Coscione, froid et humide. Elle s'y localise toujours dans les secteurs, à sols frais, en bordure des ruisselets où elle constitue une étroite bande toujours verte tranchant sur le sous-bois extrêmement pauvre du *Poo-Fagetum fagetosum*, groupement de hêtraie largement dominant sur le Coscione. Cette écologie n'est pas sans évoquer celle du *Poo-Fagetum athyrietosum* Gamisans 1975 (voir aussi **Gamisans** 1977 c : 327). Toutefois, dans le *Pyrolo-Fagetum*, le sol apparaît peu ou pas imbibé d'eau, son horizon supérieur, moins riche en matière organique est plus sablonneux. Floristiquement, les différences portent surtout sur les espèces acidophiles, plus fréquentes dans le *Pyrolo-Fagetum*.

Les plantules de *Fagus* se développent très bien dans le *Pyrolo-Fagetum* (ainsi que dans le *Poo-Fagetum*) du Pianu di Coscione, malheureusement, la pâture d'ovins et caprins, ainsi que l'action de nombreux porcs bloque la régénération des hêtres : dès que les jeunes plants ont quelques feuilles, ils sont irrémédiablement broutés. Seuls quelques individus protégés au départ par des buissons de *Juniperus* sont arrivés çà et là à s'élever à une hauteur suffisante pour pouvoir survivre. L'avenir des hêtraies du Coscione apparaît ainsi bien compromis si la situation pastorale actuelle (1978) persiste.

III — LES HETRAIES LES PLUS ALTICOLES (relevés 8 et 9)

Localisation des relevés :

- 8 — (7.8.1978, 1) — Massif de l'Incudine, crête entre les Monti Formicola et Occhiatu, près de Bocca Usciolu, versant NNW, 1800 m.
- 9 — (6.8.1978, 1) — Massif de l'Incudine, crête entre les Monti Formicola et Occhiatu, près de Bocca Occhiatu, versant N, granite, 1750 m.

Ces deux relevés concernent des hêtraies parmi les plus alticoles de Corse. Le *Fagus sylvatica* semble être là à sa limite altitudinale supérieure : il est représenté par des arbres peu élevés, parfois même, à proximité des crêtes, par des individus ne dépassant pas deux mètres de haut, mimant ainsi l'*Alnetum suaveolentis* (relevé n° 9). Il est probable que les vents violents fréquents sur les montagnes corses (pour les hêtraies situées près des crêtes) et l'accumulation de neige (dans certains autres secteurs) sont les facteurs essentiels limitant la taille des hêtres et leur extension vers les altitudes supérieures.

Situées à la limite des étages montagnard et subalpin ces hêtraies comportent autant d'espèces du *Cymbalarion* Gamisans 1975 et des *Betulo-Adenostyletea* Br.-Bl. & Tx. 1943 que des *Galio-Fagenion* et *Fagetalia sylvaticae* Pawl. 1928. L'absence presque complète d'autres espèces caractéristiques des *Quercu-Fagetea* Br.-Bl. & Viegler 1937 y est remarquable. Leur cortège floristique est, en fait, très proche de celui de l'*Alnetum suaveolentis* (3), la différence essentielle tenant à la présence d'un contingent plus important d'espèces du *Galio-Fagenion* et de *Fagetalia*; il est également très affine de celui des sapinières subalpines du *Valeriano-Abietietum* (voir paragraphe suivant). Doit-on considérer les hêtraies correspondant à ces relevés comme matérialisant l'horizon tout à fait supérieur de l'étage montagnard ou bien le plancher de l'étage subalpin ? En se basant sur des critères purement floristiques, il semble possible d'opter pour la deuxième hypothèse.

IV — LES SAPINIERES ALTICOLES (relevés 10 et 11)

Localisation des relevés :

- 10 — (18.8.1975, 1) — Massif de Bavella, ravin affluent rive gauche du ravin de Polischello, sapinière sur chaos granitique, 1600 m.
- 11 — (18.8.1975, 2) — Ibid, sapinière dense, 1450 m.

Les sapinières les plus alticoles du massif de Bavella ont déjà fait l'objet d'une mise au point qui m'a conduit (Gamisans 1975 et 1977 b : 138) à décrire le *Valeriano-Abietietum* Gamisans 1975, association de l'horizon inférieur de l'étage subalpin (1600 - 1900 m). Les deux relevés cités ici ont été effectués à des altitudes moindres et assurent, floristiquement, la transition vers les sapinières typiquement montagnardes. Effectivement, à côté des caractéristiques et différentielles du *Valeriano-Abietietum* encore bien représentées (*Valeriana rotundifolia*, *Adenostyles briquetii*, *Senecio nemorensis* ...) figure un contingent déjà important d'espèces des *Galio-Fagenion*, *Fagetalia* et *Quercu-Fagetea*. Les sapinières correspondant à ces deux relevés sont à rapprocher de par leur position dans l'étagement de la végétation (horizon supérieur de l'étage montagnard) du *Pyrolo-Fagetum* décrit plus haut. Dans les deux cas, on retrouve un lot important d'espèces des *Cymbalarion* et *Betulo-Adenostyletea*, légèrement dominé toutefois, en nombre, par les caractéristiques des *Fagetalia* et *Quercu-Fagetea*. La différence entre ces deux groupements tient surtout à la présence d'un lot d'acidophiles plus important pour le *Pyrolo-Fagetum* (*Luzula luzulina*, *Blechnum spicant*, *Vaccinium myrtillus*).

(3) Les deux relevés concernant ces hêtraies ont été effectués sur le versant nord d'une crête (voir localisation) qui culmine entre 1750 et 1850 m suivant les secteurs. Cette altitude relativement faible fait que l'*Alnetum suaveolentis* n'y est pas toujours bien développé. Ainsi, lorsque l'aune manque, le hêtre s'établit jusqu'à des altitudes supérieures à celles qui lui sont habituelles (1600 m environ à l'ubac quand il est en concurrence avec l'aunaie odorante), avec toutefois un cortège floristique qui est pratiquement déjà celui de l'*Alnetum suaveolentis*.

V — LES FORMATIONS A AULNE ODORANT DANS LES RAVINS DE L'ÉTAGE MONTAGNARD

Localisation des relevés :

- 12 — (15.8.1974, 4) — Massif de l'Incudine, Pianu di Coscione, torrent de Monte Tignoso, en amont du sentier de Pedinielli, aulnaie odorante en ripisylve au sein de la hêtraie, granite, 1420 m.
- 13 — (14.7.1974, 1) — Massif du Renoso, versant N de la crête Bocca Palmento — Punta dell'Oriente, aulnaie odorante ripicole au sein de la hêtraie, granite, 1400 m.

Alors que les hêtraies et sapinières traitées précédemment représentent des pénétrations montagnardes ou des transitions vers l'étage subalpin, les aulnaies à *Alnus viridis* subsp. *suaveolens* correspondant à ces deux relevés ont valeur de descentes subalpines, le long des torrents, au sein de l'étage montagnard. Le cortège floristique du *Cymbalarion* et des *Betulo-Adenostyletea* y est important mais les caractéristiques des *Fagetalia* y sont bien mieux représentées que dans l'*Alnetum suaveolentis* Litard. & Malcuit 1926 typiquement subalpin (relevés 14 et 15). Le relevé n° 12, effectué non loin d'un individu d'association du *Pyrolo-Fagetum*, renferme même *Pyrola minor*, mais le cortège des *Betulo-Adenostyletea* y est dominant.

VI — ALNETUM SUAVEOLENTIS Litard & Malcuit 1926 (relevés 14 à 17)

Localisation des relevés :

- 14 — (29.7.1978, 1) — Massif du Cinto, Capu a u Borba, versant N, ravin de Valentinu, aulnaie en bordure d'un ruisseau, rhyolites, 1600 m.
- 15 — (20.7.1978, 1) — Massif du Cinto, cirque de Trimbolacciù, aulnaie humide, rhyolites, 1650 m.
- 16 — (27.7.1978, 2) — Massif du Cinto, vallon de Manica, le long d'un affluent rive droite du Manica, rhyolites, 1650 m.
- 17 — (25.7.1978, 1) — Massif du Cinto, arête au SE du Capu Ladroncellu, versant NE, près d'une barre rhyolitique, substrat humide, 1750 m.

6.1. — Relevés 14 et 15

Ces relevés concernent l'*Alnetum suaveolentis* de l'horizon inférieur de l'étage subalpin. Toutefois, il s'agit d'un faciès particulier de cette association. En effet, *Vaccinium myrtillus* et *Luzula luzulina* y sont très bien représentés et la référence à la sous-alliance *Solidaginenion* Gamisans 1975, rassemblant les groupements les plus acidophiles des *Betulo-Adenostyletea* de Corse semble possible. D'autre part, il faut remarquer la présence d'*Huperzia selago* caractéristique en Corse de l'*Huperzio-Caricetum ornithopodae*, groupement inclus dans le *Solidaginenion*. Cette présence s'explique très bien si l'on considère que ces relevés correspondent à un stade non encore mûr de l'aulnaie, probablement à la fin d'une évolution de l'*Huperzio-Caricetum* vers l'*Alnetum suaveolentis* (voir Gamisans 1975 et 1977 b : 148).

A l'appui de cette hypothèse, il faut remarquer que le recouvrement d'*Alnus viridis* subsp. *suaveolens* n'est pas aussi important que dans un *Alnetum* bien installé.

6.2. — Relevés 16 et 17

Ces deux relevés témoignent de la présence de *Betula pendula* dans l'étage subalpin (horizon inférieur) en Corse. C'est une observation qui a été faite assez fréquemment mais seulement dans la partie nord du massif du Cinto (haute vallée d'Asco, vallons de Manica et du Ladroncellu) le bouleau étant par ailleurs presque exclusivement montagnard en Corse (voir Gamisans 1975 et 1977 c : 318, il a toutefois été observé dans le *Valeriano-Abietietum* subalpin de Bavella — Gamisans 1977 b : 155).

La présence de *Betula pendula* dans le subalpin a été notée également dans les Pyrénées où un *Rhododendro-Pinetum uncinatae betuletosum* (Bolos & Montserrat 1960) Rivas-Martinez 1968 a été décrit (voir Gruber 1978 : 197). Dans ce massif, *Betula pendula* est effectivement assez largement représenté (à côté de *Betula pubescens* Ehrh) dans les rhodoraies du subalpin inférieur.

La discrétion du bouleau dans l'horizon inférieur de l'étage subalpin en Corse tient sans aucun doute à la place qu'y occupe l'*Alnetum suaveolentis*. S'agit-il d'une incompatibilité profonde entre les deux espèces (télétoxie, par exemple) ou bien plus simplement d'un phénomène de concurrence vis à vis du facteur lumière ? La première hypothèse ne peut être retenue, ces deux espèces figurant quelques fois côte à côte dans les ravins de l'étage montagnard et même (ainsi qu'en témoignent les relevés 16 et 17) dans l'étage subalpin. Si le bouleau est relativement rare en Corse dans ce dernier étage, c'est, bien plus probablement, parce que l'aulne odorant y forme des fourrés très denses où la germination de *Betula pendula*, espèce héliophile, est impossible. Ce n'est que dans les secteurs où, souvent pour des raisons topographiques, le manteau vert de l'*Alnetum* présente des clairières, que le bouleau peut s'installer, mais il s'agit toujours de peuplements épars.

C'est le cas pour les relevés 16 et 17 qui correspondent d'ailleurs, tout comme les relevés 14 et 15, à un stade jeune de l'*Alnetum* où le recouvrement est relativement faible et où persistent des espèces de l'*Huperzio-Caricetum* et du *Solidaginenion*. Les relevés 16 et 17 peuvent être considérés comme matérialisant une variante à *Betula pendula* de l'*Alnetum suaveolentis*. Il semble peu probable que le bouleau puisse se maintenir indéfiniment dans ce milieu : le sous-bois de ces boulaies sera tôt ou tard complètement envahi par l'aulne odorant et la régénération de *Betula* ne pourra plus y avoir lieu. Cette variante à bouleau ne correspond donc pas à un climax possible pour l'étage subalpin inférieur en Corse. Pour l'instant cette variante à bouleau n'a été observée que dans les massifs du Cinto et de Bavella. Dans le massif du Rotondo, le bouleau est relativement rare, dans les autres massifs il n'a jamais été noté pour l'instant dans des milieux franchement subalpins.

ANNEXE : TYPIFICATION DES NOMS DES SYNTAXA DÉCRITS EN CORSE

C'est pour être en accord avec le Code de Nomenclature Phytosociologique (1976) que ces typifications sont publiées ici. Pour ne pas alourdir le texte, les abréviations suivantes ont été adoptées.

LT : lectotypus	G : Gamisans
R : relevé n°	tab : tableau n°
	p. : page

La plupart des noms de ces syntaxa ont été publiés en 1975 (Gamisans, thèse, 200 exemplaires distribués en 1975 et figurant au CNRS sous la référence AO 1388). Toutefois, une plus large diffusion de ce travail a été faite ultérieurement (1976-1978) dans «Phytocoenologia» c'est pourquoi les références à cette revue ont également été données.

* *Asplenietea rupestris* (H. Meier) Br.-Bl. 1934

Potentillion crassinerviae G. 1974

LT : *Festuco-Phyteumetum serrati* Litard. & Malcuit 1926

Asplenio-Drabetum dubiae G. 1975

LT : R.6 tab. 1, G. 1975 et 1976 : 455

Festuco-phyteumetum serrati Litard. & Malcuit 1926

LT : R.2 p. 43, Litard. & Malcuit 1926 : 43

phyteumetosum G. 1975

LT : R.2 p. 43, Litard. & Malcuit (1.c.)

amelanchieretosum G. 1975

LT : R.23 tab. 2, G. 1975 et 1976 : 457

Armerio-Potentilletum crassinerviae Roger Molinier 1959

LT : R.1, Roger Molinier 1959

Sedo-Dianthetum godroniani Litard. & Malcuit 1926

LT : R.2, Litard. & Malcuit 1926 : 38

Potentilletalia caulescentis Br.-Bl. 1926

Asplenio-Arenarietum bertolonii G. 1975

LT : R.2, G. 1975 et 1976 : 466.

* *Thlaspietea rotundifolii* Br.-Bl. 1926

- Doronic-Oxyrietum digynae* G. 1975
 LT : R.6 tab. 6, G. 1975 et 1976 : 468
- poetosum laxae* G. 1975
 LT : R.6 tab. 6, G. (1.c.)
- violetosum nummulariifoliae* G. 1975
 LT : R. 18 tab. 6, G. (1.c.)
- Festuco-Galietum cometerrhizi* G. 1975
 LT : R. 2 tab. 7, G. 1975 et 1976 : 467

* *Montio-Cardaminetea* Br.-Bl. & Tx. 1943

- Saxifrago-Ranunculetum marschlinsii* Litard. & Malcuit 1926
 LT R.1, Litard. & Malcuit 1926 : 87

* *Isoeto-Nanojuncetea* Br.-Bl. & Tx. 1943

- Lythro-Heleocharidetum aciculari* G. 1975
 LT : R.1 tab. 8, G. 1975 et 1976 : 470
- Ranunculo-Juncetum bulbosi* G. 1975
 LT : R.5 tab. 8, G. (1.c.)
- Junco-Morisietum* G. 1975
 LT : R.7 tab. 9, G. 1975 et 1976 : 487

* *Molinio-Juncetea* Br.-Bl. 1947

- Sieglingion decumbentis* G. 1975
 LT : *Orchidi-Caricetum echinatae* G. 1975
- Orchidi-Caricetum echinatae* G. 1975
 LT : R.6 tab. 12, G. 1975 et 1976 : 488
- caricetosum echinatae* G. 1975
 LT : R.6 tab. 12, G. (1.c.)
- heleocharidetosum multicauli* G. 1975
 LT : R.1 tab. 12, G. (1.c.)
- Ophioglosso (vulgati) - Nardetum strictae* G. 1975
 LT : R.2 tab. 13, G. 1975 et 1976 : 489
- Carici - Potentilletum reptantis* G. 1975
 LT : R.6 tab. 14, G. 1975 et 1976 : 490

* *Scheuchzerio - Caricetea fuscae* Nordhagen 1936

- Bellidio-Bellion nivali* G. 1975
 LT : *Caricetum intricatae* Litard. & Malcuit 1926, G. emend 1975
- Caricetum intricatae* Litard. & Malcuit 1926, G. 1975 emend.
 LT : R.1, Litard. & Malcuit 1926 : 106
- caricetosum* G. 1975
 LT : R.1, Litard. & Malcuit (1.c.)
- plantaginetosum* G. 1975
 LT : R.20, tab. 15, G. 1975 et 1977 a : 51
- Carici-Ranunculetum cordigeri* G. 1975
 LT : R.1, tab. 16, G. 1975 et 1977 a : 49
- ranunculetosum* G. 1975
 LT : R.1, tab. 16, G. (1.c.)
- saginetosum* G. 1975
 LT : R.18, tab. 16, G. (1.c.)

Pinguiculo-Trichophoretum caespitosi G. 1975
 LT : R.12, tab. 17, G. 1975 et 1977 a : 53
trichophoretosum G. 1975
 LT : R.12, tab. 17, G. (1.c.)
narthecietosum G. 1975
 LT : R.24, tab. 17, G. (1.c.)

* *Carlinetea macrocephalae* G. 1975

LT : *Carlinetalia macrocephalae* G. 1975
Carlinetalia macrocephalae G. 1975
 LT : *Caricion caryophylleae* G. 1975
Caricion caryophylleae G. 1975
 LT : *Sagino-Caricetum caryophylleae* G. 1975
Sagino-Caricetum caryophylleae
 LT : R.3 tab. 18, G. 1975 et 1977 a : 54
caricetosum G. 1975
 LT : R.3, tab. 18, G. (1.c.)
festucetosum morisianae G. 1975
 LT : R.20, tab. 18, G. (1.c.)
Anthyllion hermanniae Klein 1972, G. 1975 emend.
 LT : *Berberido-Genistetum lobelioidis* G. 1975
Berberido-Genistetum lobelioidis G. 1975
 LT : R.20, tab. 21, G. 1975 et 1977 a : 85
Helichryso-Genistetum salzmanni G. 1975
 LT : R.22, tab. 19, G. 1975 et 1977 a : 83
helichrysetosum G. 1975
 LT : R.22, tab. 19, (1.c.)
cerastietosum G. 1975
 LT : R.2, tab. 19, G. (1.c.)
Trisetum-Genistetum corsicae G. 1975
 LT : R.2, tab. 20, G. 1975 et 1977 a : 81

* *Saginetea piliferae* G. 1975

LT : *Saginetalia piliferae* G. 1975
Saginetalia piliferae G. 1975
 LT : *Sesamoido-Poion violaceae* G. 1975
Sesamoido-Poion violaceae G. 1975
 LT : *Paronychio-Armerietum multicepitis* G. 1975
Paronychio-Armerietum multicepitis G. 1975
 LT : R.29, tab. 22, G. 1975 et 1977 a : 107
armerietosum G. 1975
 LT : R.29, tab. 22, G. (1.c.)
genistetosum G. 1975
 LT : R.10, tab. 23, G. 1975 et 1977 a : 109
Acino-Tanacetum (Litard. & Malcuit 1926) G. 1975
 LT : R.26, tab. 24, G. 1975 et 1977 a : 111
Sedo-Phleion brachystachyi G. 1975
 LT : *Geo-Phleetum brachystachyi* G. 1975
Geo-Phleetum brachystachyi G. 1975
 LT : R.30, tab. 25, G. 1975 et 1977 a : 115
Gnaphalio-Sibbaldietum procumbentis G. 1975
 LT : R.8, tab. 26, G. 1975 et 1977 a : 113

* *Betulo-Adenostyletea* Br.-Bl. & Tx. 1943

Cymbalarion hepaticifoliae G. 1975

LT : *Cymbalarenion hepaticifoliae* G. 1975

Cymbalarenion hepaticifoliae G. 1975

LT : *Alnetum suaveolentis* Litard. & Malcuit 1926

Alnetum suaveolentis Litard. & Malcuit 1926 : 92

LT : R.3, Litard. & Malcuit 1926 : 92

alnetosum G. 1975

LT : R.3, Litard. & Malcuit (1.c.)

peucedanetosum G. 1975

LT : R.2, tab. 28, G. 1975 et 1977 b : 150

Valeriano-Adenostyletum briquetii G. 1975

LT : R.1, tab. 29, G. 1975 et 1977 b : 152

adenostyletosum G. 1975

LT : R.1, tab. 29, G. (1.c.)

cryptogrammetosum G. 1975

LT : R.10, tab. 29, G. (1.c.);

Solidaginenion virgaureae G. 1975

LT : *Huperzio-Caricetum ornithopodae* G. 1975

Huperzio-Caricetum ornithopodae G. 1975

LT : R.2, tab. 31, G. 1975 et 1977 b : 154

Valeriano-Abietietum albae G. 1975

LT : R.3, tab. 32, G. 1975 et 1977 b : 155

Polygono-Luzuletum sieberi G. 1975

LT : R.5, tab. 30, G. 1975 et 1977 b : 153

Doronicion corsici G. 1975

LT : *Doronic-Narthecietum reverchonii* G. 1975

Doronic-Narthecietum reverchonii G. 1975

LT : R.12, tab. 33, G. 1975 et 1977 b : 163

narthecietosum G. 1975

LT : R.12, tab. 33, G. (1.c.)

calamagrostidetosum G. 1975

LT : R.21, tab. 33, G. (1.c.)

thyphoidetosum G. 1975

LT : R.26, tab. 33, G. (1.c.)

Hyperico-Myosotietum soleirolii G. 1975

LT : R.6, tab. 34, G. 1975 et 1977 b : 161

* *Populetea albae* Br.-Bl. 1962

Les groupements corses cités ci-dessous ont été provisoirement inclus dans cette classe, toutefois, en se basant sur des critères floristiques, ils auraient tout aussi bien pu être inclus dans les *Querco-Fagetea*.

Caricion microcarpae G. 1975

LT : *Athyrio-Gentianetum asclepiadeae* G. 1975

Athyrio-Gentianetum asclepiadeae G. 1975

LT : R.14, tab. 37, G. 1975 et 1977 b : 174

gentianetosum G. 1975

LT : R.14, tab. 37, G. (1.c.)

doronicetosum G. 1975

LT : R.2, tab. 37, G. (1.c.)

Hyperico-Alnetum cordatae Litard. 1928

LT : Relevé p. 155 «près du Pont d'Orezza», Litard. 1928 : 155.

* *Querc-Fagetea* Br.-Bl. & Viegler 1937

Galio-Fagion G. 1975

LT : *Poo-Fagetum sylvaticae* G. 1975

Poo-Fagetum sylvaticae G. 1975

LT : R.7, tab. 39, G. 1975 et 1977 c : 333

fagetosum G. 1975

LT : R.7, tab. 39, G. (1.c.)

athyrietosum G. 1975

LT : R.23, tab. 39, G. (1.c.)

abietetosum G. 1975

LT : R.7, tab. 40, G. 1975 et 1977 c : 331

Galio-Pinetum laricionis (4) Br.-Bl. 1955, G. 1975 emend.

LT : R.1, tab. IV, Br.-Bl. 1955 : 480

ericetosum arboreae G. 1975

LT : R.1, tab. IV, Br.-Bl. (1.c.)

luzuletosum pedemontanae G. 1975

LT : R.18, tab. 41, G. 1975 et 1977 c : 334

anthyllidetosum hermanniae G. 1975

LT : R.2, tab. 42, G. 1975 et 1977 c : 338

Lathyrion veneti G. 1975

LT : *Lathyrenion veneti*

Lathyrenion veneti

LT : *Asperulo-Taxetum baccatae* G. 1970

Asperulo-Taxetum baccatae G. 1970

LT : R.3, tab. 2, G. 1970 : 51

Lathyro-Buxenion G. 1975

LT : *Cardamino-Buxetum* G. 1975

Cardamino-Buxetum G. 1975

LT : R.5, tab. 43, G. 1975 et 1977 c : 336

Stellario-Buxetum G. 1975

LT : R.16, tab. 43, G. (1.c.)

Ilici-Quercetum ilicis G. 1975

LT : R.2, tab. 44, G. 1975 et 1977 c : 365

Digitalo-Castanetum G. 1975

LT : R.3, tab. 47, G. 1975 et 1977 c : 368

* *Quercetea ilicis* Br.-Bl. 1947

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

lathyretosum veneti G. 1975;

LT : R.12, tab. 46, G. 1975 et 1977 c : 366;

pinetosum pinastri G. 1975

LT : R.9, tab. 46, G. (1.c.)

lavanduletosum stoechidis G. 1975

LT : R.3, tab. 46, G. (1.c.)

(4) Le nom donné par Braun-Blanquet est « *Galiato-Pinetum clusiana* ». Le nom de *Pinus clusiana* n'est plus utilisé pour désigner le Pin laricio de Corse et peut être une source de confusions avec *Pinus nigra* subsp. *salzmanni* (Dunal) Franco. Les *Pinus nigra* de la Sierra de Cazorla (Espagne du Sud) sont encore nommés *Pinus clusiana* Clemente (Rivas-Martinez, communication orale). Ainsi je propose de transformer le « *Galiato-Pinetum clusiana* » Br.-Bl. 1955 en *Galio-Pinetum laricionis* Br.-Bl. 1955.

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17
Surface (m ²)	400	200	200	400	300	100	50	200	200	200	400	200	200	50	50	100	50
Recouvrement (%) arborescent	60	70	80	90	90	80	80	90	0	0	90	0	0	0	0	50	60
Recouvrement (%) arbustif	40	10	10	0	10	0	70	0	80	80	10	80	90	70	80	40	50
Recouvrement (%) herbacé	60	30	10	70	40	50	70	50	50	50	30	60	80	80	80	30	30
Pente (°)	40	10	10	10	5	10	30	45	40	40	50	40	20	30	10	20	30
Exposition	N	N	SE	NNW	N	W	N	NNW	N	N	W	NNW	NNE	NNE	NE	NNW	NNE
Altitude (dam)	105	120	120	140	140	145	150	180	175	175	145	142	140	160	165	165	175
Espèces des Galio-Fagenion et différentielles acidophiles :																	
<i>Galium rotundifolium</i> L.	2.2	1.2	1.2	+	1.2	1.2	1.2	+	+	1.2	1.2	+	1.2	.	.	1.2	1.2
<i>Luzula pedemontana</i> Boiss. & Reuter	.	+	+	2.2	2.2	1.2	1.2	+	+	1.1	1.1	.	+	.	.	.	.
<i>Veronica officinalis</i> L.	+	1.2	1.2	1.1	1.2	1.2	.	+	.	.	.	+	.	.	.	.	+
<i>Poa balbisii</i> Parl. var. <i>balbisii</i>	.	.	.	1.2	1.1	.	1.2	1.2	1.2	.	.	.	.	1.2	.	.	.
<i>Pynola minor</i> L.	.	.	.	2.2	1.2	+	1.2	.	.	.	.	1.2	.	.	.	.	.
<i>Deschampsia flexuosa</i> (L.) Trin.	.	.	1.1	.	+	1.2	.	.	.	.	.	+	.	1.2	.	.	.
<i>Luzula nivea</i> (L.) DC.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	+	.	.	.	.
<i>Monotropa hypopitys</i> L.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	+	.	.	.	.	.	.
Espèces des Fagetalia sylvaticae :																	
<i>Fagus sylvatica</i> L., arbres	.	.	.	5.5	4.5	4.4	4.4	4.5	.	.	.	.	.	.	.	.	.
<i>Fagus sylvatica</i> L., arbustes	.	.	.	.	.	.	.	.	4.5	.	.	.	.	.	.	.	.
<i>Fagus sylvatica</i> L., plantules	.	.	.	1.1	+	1.1	+	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
<i>Abies alba</i> Miller, arbres	4.5	4.4	4.4	.	.	.	.	.	.	3.3	4.5	.	.	.	.	.	.
<i>Abies alba</i> Miller, arbustes	1.1	+	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
<i>Abies alba</i> Miller, plantules	+	1.1	1.1	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
<i>Acer pseudoplatanus</i> L.	1.2	.	.	.	.	.	.	.	.	1.1	1.1	+	.	.	.	.	.
<i>Taxus baccata</i> L.	1.2	+	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
<i>Myrcia muralis</i> (L.) Dumort.	1.2	+	.	.	+	+	+	1.1	+	.	.	+	1.1	.	.	.	.
<i>Sanicula europaea</i> L.	1.2	+	+	.	.	.	.	.	.	.	+	1.2	.	.	.	.	.
<i>Poa nemoralis</i> L.	.	.	.	.	2.2	.	.	.	.	1.2	+	+	1.2	.	.	.	.
<i>Prenanthes purpurea</i> L.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	+	.	.	.	.	.	.
<i>Dryopteris filix-mas</i> (L.) Schott	.	.	.	.	.	.	.	3.3	.	3.3	1.2	.	.	.	.	.	.
<i>Polystichum aculeatum</i> (L.) Roth	.	+	.	.	.	.	.	.	.	.	+	.	.	.	.	.	.
<i>Galium odoratum</i> Scop.	.	.	.	.	.	.	.	1.3	2.3	.	.	.	1.2	.	.	.	.
<i>Epilobium montanum</i> L.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	1.1	1.1	.	.	.	.	.	.
<i>Athyrium filix-femina</i> (L.) Roth	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	1.2	1.2	.	.	.	.
<i>Festuca altissima</i> All.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
<i>Hordelymus europaeus</i> (L.) Harz	.	.	.	.	.	.	.	.	.	1.1	.	.	.	.	.	.	.
<i>Allium ursinum</i> L.	2.2	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
<i>Melica uniflora</i> Retz.	1.2	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
<i>Veronica montana</i> L.	.	+	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
<i>Moehringia trinervia</i> (L.) Clairv.	.	+	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
<i>Mercurialis perennis</i> L.	.	+	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
Espèces des Quercu-Fagetea :																	
<i>Betula pendula</i> Roth, arbres	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	2.3	3.4
<i>Betula pendula</i> Roth, arbustes	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	1.2	.
<i>Betula pendula</i> Roth, plantules	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	+	1.1
<i>Ranunculus lanuginosus</i> L.	1.1	1.1	+	+	+	3.2	.	1.2	.	1.1	.	1.1	2.2	.	.	.	.
<i>Viola reichenbachiana</i> Jordan	1.2	1.1	1.1	+	+	.	.	.	.	1.1	1.1	.	.	.	.	.	.
<i>Helicoborus lividus</i> Aiton subsp. <i>corsicus</i> (Willd.) Tutin	1.1	1.1	1.1	.	.	.	.	.	.	.	+	.	.	.	.	.	.
<i>Festuca heterophylla</i> Lam.	2.2	.	.	+	.	.	.	.	.	.	+	.	.	.	.	.	.
<i>Daphne laureola</i> L.	1.2	.	+	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
<i>Ilex aquifolium</i> L.	1.1	+	1.1	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
<i>Conopodium majus</i> (Gouan) Loret	.	+	+	.	.	.	.	.	.	.	+	.	.	.	.	.	.
<i>Cynosurus elegans</i> Desf.	1.2	+	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
<i>Luzula forsteri</i> (Sm.) DC.	.	+	1.1	1.1	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
<i>Potentilla micrantha</i> Ramond	.	.	+	.	.	.	.	.	.	.	+	.	.	.	.	.	.
<i>Geranium robertianum</i> L.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	+	.	.	.	.	.	.
<i>Hedera helix</i> L.	1.2	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
<i>Cyclamen repandum</i> Sibth. & Sm.	1.1	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
<i>Polystichum setiferum</i> (Forsk.) Weyn	2.3	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
<i>Fragaria vesca</i> L.	.	1.2	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
<i>Primula vulgaris</i> Hudson	.	.	+	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
<i>Cardamine flexuosa</i> With.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
<i>Aquilegia vulgaris</i> L.	.	.	+	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
<i>Quercus pubescens</i> Willd. (plantules)	.	.	+	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
Espèces du Solidagineion, du Cymbalariaion et des Betulo-Adenostyletea :																	
<i>Luzula luzulina</i> (Vill.) D.T. & Sarnth.	.	.	.	1.2	+	1.2	1.1	.	1.2	.	+	1.1	+	+	1.2	2.2	.
<i>Vaccinium myrtillus</i> L.	.	.	.	.	+	.	.	.	2.2	.	.	1.2	.	2.2	1.2	1.3	1.3
<i>Blechnum spicant</i> (L.) Roth	.	.	.	1.3	+	+	2.3	.	.	.	.	1.2	.	.	.	.	1.2
<i>Hyperzia selago</i> (L.) Bernh.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	1.1	1.2	+	+
<i>Solidago virgaurea</i> L.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
<i>Gymnocarpium dryopteris</i> (L.) Newman	.	.	.	.	+	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
<i>Thelypteris phegopteris</i> (L.) Slosson	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
<i>Alnus viridis</i> (Chaix) D.C. subsp. <i>saaveolens</i> (Heq.) P.W. Ball	.	.	.	.	.	.	.	+	.	.	.	5.5	5.5	3.4	4.4	2.3	3.3
<i>Sorbus aucuparia</i> L. subsp. <i>praemorsa</i> (Guss.) Nyman	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	+	+	+	+
<i>Cymbalaria hepaticifolia</i> (Poir.) Wettst.	.	.	.	.	.	.	.	2.3	+	2.2	+	.	2.2	.	.	.	.
<i>Stellaria nemorum</i> L. subsp. <i>glochidisperma</i> Murb.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	2.2	1.2	.	1.2	+	2.2	.	.
<i>Adenostyles briquetii</i> Gamisans	.	.	.	.	.	.	.	.	.	1.1	+	.	.	.	.	.	.
<i>Aconitum napellus</i> L. subsp. <i>corsicum</i> (Gayer) Seitz	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
<i>Valeriana rotundifolia</i> Vill.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
<i>Typhoides arundinacea</i> (L.) Moench subsp. <i>rotgeisii</i> (Husnot) Gamisans	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
<i>Saxifraga rotundifolia</i> L.	.	.	.	.	.	.	2.3	+	1.2	+	+	2.2	2.2	.	.	.	.
<i>Viola biflora</i> L.	.	.	1.2	.	.	.	2.2	.	.	.	.	1.2	1.2	2.2	2.3	2.2	1.2
<i>Ranunculus plataniifolius</i> L.	.	.	.	.	.	.	.	1.2	2.3	.	+	.	.	.	.	.	.
<i>Thelypteris limbosperma</i> (All.) H.P. Fuchs	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	1.3
<i>Senecio nemorensis</i> L. subsp. <i>fuchsii</i> (C.C. Gmelin) Dur.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	1.1	1.1	.	.	.	.	.	.
Autres espèces :																	
<i>Arthenatherum elatius</i> (L.) Mert. & Koch subsp. <i>sardoum</i> (F. Schmid) Gamisans	1.2	.	.	.	.	.	.	+	1.2	1.2	.	+	.	.	.	1.1	.
<i>Hypochaeris robertia</i> Fiori	.	.	.	.	.	1.2	1.1	.	.	.	.	.	.	.	.	1.1	.
<i>Juniperus nana</i> Willd.	.	.	.	.	.	+	+	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
<i>Nardus stricta</i> L.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	3.4	1.2
<i>Pteridium aquilinum</i> (L.) Kühn	1.2	1.2	1.3	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
<i>Brachypodium pinnatum</i> (L.) Beauv.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	1.2	+	.	.	1.3	.	.	.
<i>Cerastium sibiricum</i> Ser.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	1.2	+	.	.	.	.	.	.
<i>Digitalis purpurea</i> L.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
<i>Myosotis sylvatica</i> Green. & Godron	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
<i>Hieracium grex murorum</i> L.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
<i>Pinguicula corsica</i> Bernard & Gren.	.	.	.	.	1.1	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
<i>Pinus nigra</i> Arnold subsp. <i>laticea</i> (Poir.) Maire	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	1.2	+	1.2
<i>Silene vulgaris</i> (Moench) Garcke	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
<i>Euphorbia hyberna</i> L. subsp. <i>insularis</i> (Boiss.) Briq.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	1.1	+	.	.	.	.	.	.
<i>Chenopodium bonus-henricus</i> L.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	2.2	+	.	.	.	.	.	.
<i>Galium verum</i> Scop.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	1.2	+	.	.	.	.	.	.
<i>Veronica repens</i> Clarion ex D.C.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
<i>Belium nivale</i> Req.	.	.	.	.	.	.	.	1.2	.	.	.	.	.	.	.	.	.
<i>Phleum pratense</i> L. subsp. <i>brachystachyum</i> (Salis) Gamisans	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	1.2

Figurent également une fois dans ces relevés : *Geranium lucidum* L. (1) - *Polypodium vulgare* L. (1) - *Epilobium lanceolatum* Seb. & Mauri (1) - *Crataegus monogyna* Jacq. (1) - *Malus sylvestris* Miller (2) - *Gentiana lutea* L. (3) - *Epipactis latifolia* [Hudson] All. (3) - *Clinopodium vulgare* L. (10) - *Luzula multiflora* Lej. (4) - *Bellium bellidioides* L. (5) - *Carex frigida* All. (14) - *Hyacinthus fastigiatus* (Viv.) Bertol. (14) - *Carex pallescens* L. (15) - *Gentiana asclepiadea* L. (16) - *Ligusticum corsicum* Gay. (16) - *Anthoxanthum odoratum* L. (17).

RÉFÉRENCES BIBLIOGRAPHIQUES

- Braun-Blanquet, J. & P. Fukarek** (1955).— La forêt de *Pinus salzmanii* de Saint-Guilhem-le-Désert. *Collect. Bot.* 4/3 : 435-489.
- Code de Nomenclature Phytosociologique** (1976) élaboré par la Commission Nomenclature de l'Association internationale de Phytosociologie sous la présidence du Prof. Moravec.- Traduction française effectuée sous la responsabilité de J.M. Géhu — Lille.
- Gamisans J.** (1970).— Les vestiges de formations sylvatiques dans le massif de Tenda (Corse). *Bull. Soc. Sci. Hist. Nat. Corse*, 90 (597) : 39-65.
- Gamisans J.** (1974).— Les groupements rupicoles dans la région du Monte d'Oro (Corse). *Bull. Soc. Bot. France*. 121 : 123-132 (sess. Extraord. 1968).
- Gamisans J.** (1975).— La végétation des montagnes corses. Thèse Marseille (C.N.R.S. AO 1388).
- Gamisans J.** (1976-1978).— La végétation des montagnes corses : I - *Phytocoenologia* 3/4 : 425-498. 1976 ; II - *ibid.* 4/1 : 35-131 (1977 a) ; III - *ibid.* 4/2 : 133-179 (1977 b) ; IV - *ibid.* 4/3 : 317-376 (1977 c) ; V - *ibid.* 4/4 : 377-432 (1978).
- Gruber M.** (1978).— La végétation des Pyrénées ariégeoises et catalanes occidentales. Thèse Marseille.
- Litardière R. de** (1928).— Contribution à l'étude phytosociologique de la Corse. Les montagnes de la Corse orientale entre le Golo et le Tavignano. *Arch. Bot. Mem.* 2/4.
- Litardière R. de & G. Malcuit** (1926).— Contribution à l'étude phytosociologique de la Corse. Le massif du Renoso. Paris.
- Molinier Roger** (1959).— Etude des groupements végétaux terrestres du Cap Corse. *Bull. Mus. Hist. Nat. Marseille*, 19 : 5-73.

A propos d'espèces indicatrices des étages de végétation en Corse

J. GAMISANS*

Résumé — *L'auteur cite un certain nombre d'espèces dont la présence, l'apparition ou la disparition sont significatives de changements d'étages de végétation. Ces espèces ont été volontairement choisies dans quatre grands types de formations végétales : forêts, fruticées hautes, fruticées basses, pelouses.*

Resumen — *El autor pone de relieve las especies vegetales cuya presencia, aparición o desaparición son particularmente significativas de cambios de pisos de vegetación. Estas especies han estado voluntariamente escogidas en distintas categorías de formaciones vegetales : bosques, matorrales, tomillares, pastizales.*

A — INTRODUCTION

Les discussions et sorties sur le terrain en Corse en compagnie de divers collègues botanistes ou écologistes m'ont permis de remarquer que si la distinction des étages de végétation basée sur l'observation des espèces arborescentes dominantes était bien perçue par la plupart d'entre eux, il n'en allait pas de même lorsque l'observation portait sur des groupements de maquis, d'autres fruticées ou de pelouses.

C'est la raison pour laquelle, il m'a semblé utile de dresser une liste d'espèces indicatrices de ces étages, aussi bien pour les groupements arborescents que pour les formations arbustives buissonnantes ou herbacées.

Cette note n'a pas pour but de reprendre tout ce qui a été écrit sur les étages de végétation de la Corse dans des travaux antérieurs (voir **Gamisans**, 1975 et 1978). Hormis sur quelques points de détail, mon point de vue n'a pas varié à ce sujet. Il s'agit plus simplement grâce à la liste qui figure sur le tableau ci-joint de permettre à des gens qui ne veulent pas rentrer dans le détail des groupements végétaux de pouvoir reconnaître un étage de végétation en identifiant un nombre restreint d'espèces aussi bien dans les forêts que dans les fruticées ou les pelouses.

B — LECTURE DU TABLEAU

Sur le tableau ci-joint, en face de la liste de ces espèces figurent six colonnes, qui correspondent aux six étages définis en Corse (ME : étage mésoméditerranéen, SME : étage supraméditerranéen, MO : étage montagnard, OR : étage oroméditerranéen, SA : étage subalpin, A : étage alpin). Dans la plupart des cas, les horizons inférieur (i) et supérieur (s) ont été distingués, sauf pour l'étage alpin, à faible amplitude altitudinale. Pour ce dernier par contre les versants nord (N) ont été distingués de l'ensemble versants sud - crêtes (S) où la végétation est distincte.

Lorsqu'une des espèces citées est présente dans la totalité d'un étage donné, une (+) figure en face, au milieu de la colonne correspondant à cet étage. Si cette présence est limitée à un horizon, la croix sera soit à droite (s), soit à gauche (i) dans la colonne.

* Laboratoire de Botanique et Ecologie méditerranéenne. Faculté des Sciences St-Jérôme. Rue Henri Poincaré.- 13397 Marseille-Cédex 4.

Si une espèce citée est absente dans un étage donné, l'espace correspondant dans la colonne est laissé vierge, sauf dans le cas où la disparition de cette espèce, lorsque l'on passe d'un étage à l'étage précédent ou à l'étage suivant, est particulièrement significative. Dans ce cas, le signe (-) a été noté.

Parfois, lorsque l'on passe d'un étage à l'autre, certaines espèces sans disparaître complètement deviennent rares ou très rares et ne persistent plus, bien souvent, que sous forme d'individus isolés. Cette raréfaction peut-être significative d'un changement d'étage. Dans ce cas le signe (R) a été utilisé.

Ainsi, la discrimination des étages fait appel à la fois à des critères positifs (présence de telle espèce) et à des critères négatifs (absence ou raréfaction de telle autre espèce).

C — APPLICATION

Ce tableau lui-même est suffisant pour arriver à discriminer les étages de végétation. Toutefois, il m'est apparu intéressant de préciser quelles sont les espèces les plus significatives de chaque changement d'étage.

1 — Dans l'étage mésoméditerranéen, le passage de l'horizon inférieur à l'horizon supérieur est surtout marqué :

- dans les groupements arborescents, par la disparition de *Pinus pinea*, la raréfaction de *Quercus suber*, la plus grande abondance de *Pinus pinaster*, *Quercus pubescens*, *Castanea sativa*.

- en ce qui concerne les fruticées hautes et moyennes, par la disparition de *Myrtus communis* et *Teline monspessulana*, la raréfaction de *Pistacia lentiscus*, *Calycotome villosa*, *C. spinosa*, *Phillyrea angustifolia* et l'apparition de *Buxus sempervirens* et *Cytisus scoparius*.

- au niveau des fruticées basses et pelouses, la transition est plus difficilement perceptible et seulement marquée par l'apparition de *Peucedanum paniculatum*, *Genista lobelii* var. *salzmanni* et *Silene nodulosa*, encore rares toutefois.

2 — La transition entre les étages méditerranéen (horizon supérieur) et supraméditerranéen se fait :

- dans les groupements arborescents par la disparition tout-à-fait complète de *Quercus suber* et l'apparition ou l'augmentation d'importance de *Quercus petraea*, *Pinus nigra* subsp. *laricio*, *Alnus cordata*, *Tilia cordata*, *Populus tremula*, *Betula pendula* (localement).

- dans les fruticées hautes et moyennes par la disparition d'*Arbutus unedo* et *Cistus monspeliensis*, la raréfaction des autres *Cistus* et de *Cytisus villosus*.

- dans les fruticées basses et pelouses par la disparition de *Lavandula stoechas* et *Rosmarinus officinalis*, la raréfaction de *Brachypodium ramosum* et l'apparition de *Rosa serafini*, *Thymus herba-barona*, *Astragalus gennargenteus*, *Agrostis castellana*, *Poa balbisii* var. *rigidior*, *Carex caryophyllea*.

3 — Le passage de l'étage supraméditerranéen à l'étage montagnard est marqué :

- dans les groupements arborescents par la disparition de *Quercus ilex*, *Quercus pubescens*, *Pinus pinaster*, *Castanea sativa*, et l'apparition de *Fagus sylvatica*, *Abies alba*, *Acer pseudoplatanus*.

- dans les fruticées, par le fait qu'il s'agit de fruticées toujours basses où apparaissent *Juniperus nana*, *Berberis aetnensis*, *Genista lobelii* var. *lobelioides*, *Ruta corsica*, *Daphne oleoides*, *Odontites corsica*.

- dans les pelouses par l'apparition de *Sagina pilifera*, *Ligusticum corsicum* et *Plantago sarda* (seulement dans l'horizon supérieur).

4 – La transition de l'étage montagnard vers l'étage oroméditerranéen (essentiellement adrets) se traduit :

- par la disparition des forêts.
- dans les fruticées basses par l'apparition, à côté des nanophanérophytes et chaméphytes montagnards qui persistent, d'espèces telles que *Armeria multiceps*, *Paronychia polygonifolia*, *Poa violacea*, *Sesamoides pygmaea*, *Minuartia verna*, *Scleranthus burnati* qui constituent également avec *Sagina pilifera*, *Ligusticum corsicum* et *Plantago sarda*, l'essentiel des pelouses.

5 – Le passage de l'étage montagnard à l'étage subalpin (essentiellement ubacs) est marqué :

- par la dominance des formations denses à *Alnus viridis* subsp. *suaveolens*.
- par la raréfaction ou la disparition des arbres ; seul *Sorbus aucuparia* est présent dans tout l'étage, en individus isolés, parsemés dans les aulnaies odorantes ; *Abies alba* peut constituer encore localement des forêts dans l'horizon inférieur de l'étage subalpin, *Betula pendula* et *Fagus sylvatica* n'y pénétrant que localement et très peu.
- dans les fruticées basses et les pelouses par l'apparition de : *Luzula luzulina*, *Huperzia selago*, *Carex ornithopoda*, *Phleum pratense* subsp. *brachystachyum*, *Alchemilla alpina*, f. *corsicana*, *Geum montanum*.

6 – La transition entre l'étage oroméditerranéen et les adrets (et les crêtes) de l'étage alpin est marquée par :

- la disparition des chaméphytes et nanophanérophytes oroméditerranéennes.
- l'apparition ou l'augmentation de fréquence de : *Veronica fruticans*, *Acinos corsicus*, *Leucanthemopsis tomentosa*, *Myosotis corsicana*, *Draba loiseleurii*, *Erigeron paolii*. Ces deux dernières espèces ayant une nette prédilection pour les groupements végétaux de crêtes.

7 – Le passage subalpin – alpin d'ubac est marqué :

- par la disparition des formations denses à *Alnus viridis* subsp. *suaveolens* et des fruticées – pelouses à *Luzula luzulina*, *Vaccinium myrtillus*, *Huperzia selago*, *Carex ornithopoda*.
- et par l'augmentation de fréquence ou l'apparition de *Gnaphalium supinum*, *Sibbaldia procumbens*, *Veronica alpina* dans les pelouses, *Oxyria digyna*, *Poa laxa*, *Viola nummulariifolia* dans les éboulis.

RÉFÉRENCES BIBLIOGRAPHIQUES

- Gamisans J.** (1975).— La végétation des montagnes Corses — Thèse, Marseille, (C.N.R.S. AO-1388).
- Gamisans J.** (1976-1978).— La végétation des montagnes corses I. Phytocoenologia, 3/4 : 425-498 (1976); II, ibid. 4/1 : 35-131 (1977a); III, ibid. 4/2 : 133-179 (1977b); IV, ibid. 4/3 : 317-376 (1977c); V, ibid. 4/5 : 377-432 (1978).

TABLEAU DES ESPECES INDICATRICES DES ETAGES DE VEGETATION EN CORSE
(voir explication dans le texte)

	ME	SME	MO	OR	SA	A
	i s	i s	i s	i s	i s	S N
<u>Groupelements arborescents</u>						
<i>Pinus pinea</i>	+ -					
<i>Quercus suber</i>	+ R					
<i>Quercus ilex</i>	+ +	+	-			
<i>Quercus pubescens</i>	R +	+				
<i>Pinus pinaster</i>	R +	+	-			
<i>Castanea sativa</i>	R +	+	-			
<i>Ostrya carpinifolia</i>	+	+	R			
<i>Quercus petraea</i>	R	+	R			
<i>Pinus nigra</i> subsp. <i>laricio</i>	R	+	+			
<i>Alnus cordata</i> (ripisylves exclues)		+	+			
<i>Tilia cordata</i>		+	+			
<i>Populus tremula</i>		+	+			
<i>Betula pendula</i>		+	+		R	
<i>Fagus sylvatica</i>			+		R	
<i>Abies alba</i>			+		+	
<i>Acer pseudoplatanus</i>			+		+	
<i>Sorbus aucuparia</i> subsp. <i>praemorsa</i>			R		+	
<u>Fruticées hautes et moyennes</u>						
<i>Myrtus communis</i>	+ -					
<i>Teline monspessulana</i>	+ -					
<i>Pistacia lentiscus</i>	+ R					
<i>Calycotome villosa</i>	+ R					
<i>Calycotome spinosa</i>	+ R					
<i>Phillyrea angustifolia</i>	+ R					
<i>Arbutus unedo</i>	+ +	-				
<i>Cistus monspeliensis</i>	+ +	-				
<i>Cistus salviifolius</i>	+ +	R				
<i>Cistus villosus</i>	+ +	R				
<i>Cytisus villosus</i>	+ +	R				
<i>Erica scoparia</i>	+ +	+				
<i>Erica arborea</i>	+ +	+	R			
<i>Cytisus scoparius</i> (local.)	R +	+	R			
<i>Buxus sempervirens</i> (ripisylves exclues)	+	+	R			
<i>Alnus viridis</i> subsp. <i>suaveolens</i> (en formations denses, ripisylves exclues)					+	
<u>Fruticées basses et pelouses</u>						
<i>Lavandula stoechas</i>	+ +	-				
<i>Rosmarinus officinalis</i>	+ +	-				
<i>Brachypodium ramosum</i>	+ +	R				
<i>Genista corsica</i>	+ +	+	-			
<i>Helichrysum italicum</i>	+ +	+	R			
<i>Carlina corymbosa</i>	+ +	+	R			
<i>Euphorbia spinosa</i> (local.)	+ +	+	-			
<i>Genista lobelii</i> var. <i>salzmannii</i>	R	+	R			
<i>Peucedanum paniculatum</i>	+	+	R			
<i>Petroraghia saxifraga</i> var. <i>bicolor</i>	R R	+	+			
<i>Silene nodulosa</i>	R	+	+			
<i>Alyssum robertianum</i> (local.)		+				
<i>Cerastium boissieri</i> (local.)		+				
<i>Viola corsica</i> (local.)		+				
<i>Carex caryophylllea</i>		+	+	+	+	
<i>Astragalus gemmaroventus</i> (local.)	-	+	+	+		
<i>Thymus herba-barona</i>	-	+	+	+		
<i>Rosa seraphinii</i>	-	+	+	R		
<i>Agrostis castellana</i>		+	+	+		
<i>Poa balbisii</i> var. <i>rigidior</i>		+	+	R		
<i>Saponaria ocymoides</i> var. <i>gracilior</i>		R	+	+		
<i>Carlina macrocephala</i>		R	+	+		
<i>Berberis aetnensis</i>		-	+	+		
<i>Genista lobelii</i> var. <i>lobelioides</i>		-	+	+		
<i>Ruta corsica</i>		-	+	+		
<i>Daphne oleoides</i>		-	+	+		
<i>Juniperus nana</i>		-	+	+	+	+
<i>Odontites corsica</i>			+	R		
<i>Sagina pilifera</i>			+	+	+	+
<i>Plantago sarda</i>			+	+	+	+
<i>Ligusticum corsicum</i>			+	+	+	+
<i>Armeria multiceps</i>			-	+		R
<i>Paronychia polygonifolia</i>			-	+		R
<i>Trisetum conradiae</i> (local.)			-	+		
<i>Poa violacea</i>			-	+		+
<i>Sesamoides pygmaea</i>			-	+		+
<i>Poa balbisii</i> var. <i>prorepens</i>			-	+		+
<i>Sempervivum arachnoideum</i> (local.)			-	+		+
<i>Minuartia verna</i>				+		+
<i>Scleranthus burnati</i>				+		+
<i>Veronica fruticans</i>				R		+
<i>Acinos corsicus</i>				R		+
<i>Leucanthemopsis tomentosa</i>						+
<i>Myosotis corsicana</i>						+
<i>Draba loiselleurii</i>						+
<i>Erigeron paulii</i>						+
<i>Luzula luzulina</i>			R		+	
<i>Hieracium selago</i>					+	
<i>Carex ornithopoda</i> (local.)					+	
<i>Ranunculus clethrophilus</i> (local.)					+	+
<i>Phleum pratense</i> subsp. <i>brachystachyum</i>					+	+
<i>Alchemilla alpina</i> f. <i>corsicana</i>					+	+
<i>Geum montanum</i>					+	+
<i>Sedum alpestre</i>					+	+
<i>Gnaphalium supinum</i>					+	+
<i>Sibbaldia procumbens</i>						+
<i>Veronica alpina</i>						+
<u>Groupelements d'éboulis et rochers</u>						
<i>Doronicum grandiflorum</i>					+	+
<i>Oxyria digyna</i>					R	+
<i>Poa laxa</i>						+
<i>Viola nummulariifolia</i>					R	+
<i>Galium cometerrhizon</i> (local.)						+
<i>Draba dubia</i> (local.)						+

Variations spatio-temporelles de la salinité du sol d'un peuplement de pins pignons (*Pinus pinea* L.) du littoral méditerranéen

M. IBRAHIM *
M. RAPP *

Resumé — La salinité totale et les teneurs en chlore, sodium, potassium, calcium et magnésium d'extraits de pâtes saturées ont été étudiées dans le sol d'une pelouse et d'un peuplement forestier (pinède à *Pinus pinea* L.) établis tous les deux sur des dunes du littoral languedocien.

L'on a étudié successivement les variations en fonction de l'emplacement et de la profondeur du prélèvement, des saisons et de la couverture végétale.

Dans ces sols sableux dunaires, la salinité est un facteur pédologique secondaire.

Abstract — Soil salinity variation in a coastal.

A study was undertaken during one year in a sandy soil of the mediterranean coast, in stands colonised by trees *Pinus pinea* (L) stand.

Clear differences were observed in the salinity content of the two sites : it is much lower under the grass site than the forest site, except for the surface layer. These differences could be attributed to biotic and climatic factors. The data indicated also that the seasonal evolution of total salinity and the concentration of the majors ions : Na, K, Ca, Mg and Cl is very correlated with climatic factors such as precipitation and evaporation. The highest values are observed in July and August, during the dry season, the lowest in winter, after the rains of the autumn.

Regarding chloride concentration, the maximum observed during the dry months was nearly 2 g l⁻¹. This value allow to use a neutron moisture probe for measuring the soil water in this site.

INTRODUCTION

Dans le Sud de la France, l'on trouve, en dehors des terrains halomorphes typiques du Roussillon et de la Camargue, des sols faiblement salés, se développant sur des dunes et des sables littoraux et qui sont souvent peuplés de pins pignons. Cette situation se rencontre fréquemment, en Petite Camargue, entre Aigues Mortes et le Petit Rhône.

Comme SERVANT (1971, 1975) l'a montré dans ses études sur les sols salés, il est très intéressant, dans ce type de milieu, d'étudier les variations de la salinité en fonction du temps.

Nous avons entrepris une telle étude dans un peuplement de pins pignons, situé entre AIGUES MORTES et SYLVEREAL, au Nord de l'étang du Liron et à 15 km de la mer (Longitude : 4° 76' Est, Latitude de 48° 42' Nord), en suivant mensuellement la salinité totale et la teneur en chlore, sodium, potassium, calcium et magnésium d'extraits de pâtes saturées d'échantillons prélevés à différentes profondeurs. Cette étude chronologique a été complétée à la fois par une étude spatiale, en vue de connaître l'hétérogénéité de la salinité à l'intérieur du peuplement, et par une comparaison avec une zone témoin voisine dépourvue d'arbres.

En plus de la caractérisation du sol, cette étude avait pour but de contrôler la validité des déterminations du stock hydrique du sol, mesuré au moyen d'un humidimètre à neutrons, dont les comptages peuvent être influencés par l'ion chlore (COUCHAT, 1967, Mc HENRY et ANGELA, 1967).

* C.N.R.S. — C.E.P.E. L. EMBERGER, Dpt d'Ecologie du Sol.
BP 5051, 34033 MONTPELLIER Cedex.

Enfin, la connaissance des variations mensuelles ou saisonnières de la concentration en sel pourra ultérieurement fournir des renseignements précieux sur la productivité de ce pin, qui semble également dépendre en partie de la présence de chlorure de sodium dans le sol (GODIN, 1975).

DESCRIPTION DU SOL

Ces sols se sont développés sur des alluvions sableux quaternaires.

SOL SOUS FORET

Description morphologique du profil

A₀ — Horizon organique, moder, d'épaisseur variable (1 à 10 cm), se composant de quatre couches :

- L : aiguilles fraîchement tombées,
- F₁ : aiguilles de pins tombées depuis plus d'un an, ayant subi un début d'attaque. Elles diffèrent des aiguilles de la litière par leur couleur plus grisâtre et leur aspect fragmenté,
- F₂ : les aiguilles sont plus décomposées mais peuvent encore se distinguer. Un mycélium jaune d'or, plus ou moins abondant suivant les époques, caractérise cette couche,
- F₃ : la décomposition du matériel est très avancée. A l'œil nu on distingue des mycéliums de couleur blanchâtre ou grisâtre, beaucoup moins développés que dans F₂.

L'horizon d'humification (H) n'existe pratiquement pas, aussi n'en a-t-on pas tenu compte.

A₁ — Epaisseur 20 cm, peu organique, non structuré, texture sableuse, couleur jaune gris (3/3 5 YR), cohésion faible, racines fines abondantes.

C₁ — Epaisseur variable de 5 à 20 ou 30 cm, structure particulière, texture sableuse, couleur jaune gris (3/3 5 YR), cohésion faible, on y trouve des racines fines et moyennes assez abondantes.

IIA — Horizon correspondant à un niveau enterré provenant certainement d'anciens fonds d'étangs ou de marais, comme en témoigne la présence de pollen de cypéracées (N. PLANCHAIS, communication personnelle). Cet horizon de couleur gris foncé (2/2 5 YR) est plus argileux (8,6 %) et plus riche en matière organique (2,3 %). Les racines y sont abondantes, son épaisseur et la localisation sont très variables, comme le montrent 12 sondages effectués à travers toute la station (tableau 1).

Son épaisseur est le plus souvent de 20 à 30 cm, sa localisation verticale variant d'un endroit à l'autre. Parfois il se trouve à la surface du sol (sondage D), d'autre fois à plus d'un mètre de profondeur sous des dunes de sable. Le plus souvent il se situe entre 20 et 30 ou 50 et 80 cm de profondeur.

IIC — de 60 à 140 cm et au-delà, couleur jaune gris (6/3 7,5 YR), très peu de racines. Les autres caractères de cet horizon ne sont pas sensiblement différents de ceux de l'horizon C₁.

N° de placette	Niveau d'horizon II A	Epaiss. cm	N°	Niveau II A	Epaiss. cm	N°	Niveau II A	Epaiss. cm
A	5 – 20	15	F	40 – 65	25	L	50 – 70	20
B	10 – 30	20	G	30 – 50	20	M	85 – 100	15
C	30 – 45	15	I	15 – 35	20	P	105 – 120	15
D	0 – 30	30	J	55 – 80	25	Q	100 – 125	25
E	10 – 30	20	K	35 – 60	25	W	110 – 135	25

TABLEAU 1 : REPARTITION DE L'HORIZON IIA A TRAVERS LE PLACEAU.

Horizon	Profondeur cm	Composition granulométrique en %								Densité apparente g/cm ³	Porosité total (% du volume	H. E. %	H. E. %
		Argile	Limon fin	Limon gros	Sable très fin	Sable fin	Sable moyen	Sable gros	Sable très gros				
A ₁	0 – 20	1,0	1,0	0,3	1,7	59,9	35,1	—	—	1,34	48,46	6,2	1,4
C ₂	20 – 50	0,3	1,5	0,3	1,4	54,7	40,6	0,2	—	1,36	47,69	7,3	1,6
IIA	50 – 70	8,6	8,3	3,3	3,8	45,4	25,8	0,6	—	1,45	44,23	16,5	4,5
IIC	70 – 100	0,8	1,3	1,0	1,9	68,6	24,8	0,3	0,2	1,43	45,00	8,7	8,7
	100 – 120	0,8	1,5	0,9	1,9	70,3	22,0	1,1	0,3	1,46	43,84		
	120 – 140	0,8	0,8	0,6	1,2	57,5	37,2	0,7	0,1	1,51	42,00		

Horizon	Profondeur cm	pH eau 1 : 2,5	C %	N %	C/N	Ca CO ₃ % total	Ca CO ₃ % actif
A ₁	0 – 20	7,8	0,4	0,03	12,5	20,0	2,0
C ₁	20 – 50	7,8	0,2	0,02	8,0	19,2	1,0
IIA	50 – 70	8,1	1,18	0,12	9,5	24,3	6,0
IIC	70 – 100	8,4	0,17	0,02	9,44	24,4	1,0
	100 – 120	8,2	0,13	—	—	26,2	—
	120 – 140	8,1	0,30	—	—	24,3	—

TABL. 2 : ANALYSE PHYSICO-CHIMIQUE DU PROFIL SOUS FORET.

Horizon	Profondeur cm	Composition granulométrique en %								H. E. %	H. F. %
		Argile	Limon fin	Limon gros	Sable très fin	Sable fin	Sable moyen	Sable gros	Sable très gros		
A ₁	0 – 5	2,3	3,2	1,6	2,9	51,8	34,2	0,1	–	7,1	4,5
C ₁	5 – 20	1,4	2,3	0,7	1,9	54,6	37,4	–	–	3,6	1,9
	20 – 50	2,1	2,2	1,2	2,2	56,7	34,0	0,1	–	4,0	1,8
II A	50 – 70	7,8	6,8	2,7	3,1	51,4	26,4	0,2	–	8,9	4,4
II C	70 – 100	1,3	2,3	1,0	1,9	60,2	32,0	0,2	–	3,2	1,3
	100 – 130	0,2	1,4	0,4	0,9	65,1	31,4	0,1	–	1,7	0,7

Horizon	Profondeur cm	pH eau 1 : 2,5	C %	N %	C/N	Ca CO ₃ total %	Ca CO ₃ actif %
A ₁	0 – 5	8,1	6,06	0,21	28,8	17,5	6,0
C ₁	5 – 20	8,1	–	0,07	–	20,9	6,0
	20 – 50	8,3	–	0,05	–	23,6	7,1
II A	50 – 70	8,3	–	0,10	–	24,0	9,0
II C	70 – 100	8,6	–	0,02	–	26,8	6,7
	100 – 130	8,5	–	0,02	–	31,8	6,5

TABL. 3 : ANALYSE PHYSICO-CHIMIQUE DU PROFIL SOUS PELOUSE.

Analyse physico-chimique (tableau 2)

Le sol est caractérisé par une forte teneur en sable, une faible teneur en argile, exception faite du II A. La porosité est bonne, l'humidité équivalente se situe en général entre 6 et 9 %, sauf pour l'horizon enterré (II A) où elle est beaucoup plus élevée (16,5 %), tout comme le point de flétrissement, en raison d'une plus grande richesse en colloïdes.

Le pH varie de 7,8 en surface à 8,7 en profondeur. Le complexe absorbant est saturé et très riche en calcium. Les analyses montrent que la capacité d'échange est inférieure à 1 meq/100 g dans les horizons A₁, C₁ et II C. Elle s'élève à 6 meq/100 g dans le niveau II A. Etant donné la forte charge en CO₃ Ca et les teneurs en sels, les bases échangeables n'ont pas été dosées. La matière organique est en faible proportion, même dans l'horizon II A. Le rapport C/N est faible et atteint la valeur maximum de 12,5 dans l'horizon A₁.

SOL SOUS PELOUSE

Description morphologique du profil

- A₁ — 0 — 5 cm, non structuré, texture sableuse, couleur jaune gris (3/2 5 YR), cohésion faible, racines très abondantes.
- C₁ — 5 — 50 cm, structure particulière, texture sableuse, couleur jaune gris (3/3 5 YR), cohésion faible, on trouve moins de racines.
- II A — 50 — 70 cm, mêmes caractères que dans le profil sous forêt, mais les racines sont absentes.
- II C — 70 — 130 cm, couleur jaune gris (6/3 7,5 YR) pas de racines, les autres caractères de cet horizon ne diffèrent pas de ceux de l'horizon C₁.

Analyse physico-chimique (tableau 3)

De cette description morphologique et des données de l'analyse physico-chimique du profil (tableau 3), il ressort que ce sol présente une granulométrie de type sableuse, homogène du point de vue de la texture et de la structure. Dans l'ensemble, les deux profils présentent donc des caractéristiques physiques voisines.

Le pH varie entre 8,1 en surface et 8,6 en profondeur. L'humidité équivalente se situe entre 3,2 et 4,0 % dans l'horizon C₁ et II C. Elle est relativement plus élevée dans l'horizon A₁ et l'horizon II A. Ceci se retrouve avec le point de flétrissement. La matière organique décroît régulièrement avec la profondeur, sauf dans l'horizon II A.

Le complexe absorbant est entièrement saturé mais sa capacité d'échange est plus faible que sous forêt.

D'après la classification française des sols (1967), c'est un sol régosolique peu évolué sur sable d'origine éolienne.

METHODES D'ETUDE DE LA SALINITE

Prélèvement

Compte tenu du profil pédologique, nous avons prélevé régulièrement des échantillons correspondant aux horizons A₁, II A et C.

Dans un premier temps, pour étudier l'hétérogénéité du sol, nous avons analysé, le même jour, 12 profils choisis au hasard sous forêt. Puis, sur une surface réduite, (4 m²) nous avons réalisé un prélèvement mensuel de février 1976 à mars 1977.

Enfin, au début et à la fin de cette étude, nous avons également étudié un profil salin dans une clairière.

Détermination de la salinité

Dans les sols salés les sels solubles se trouvent, soit à l'état cristallisé à la surface des sols halomorphes, soit sous forme dissoute. Seule cette dernière se rencontre dans notre station.

Les différents ions peuvent être extraits par deux méthodes différentes : (1) par saturation en eau du sol, (2) par forte dilution (1 partie du sol pour 1, 2 ou 5 parties d'eau).

Nous avons opté pour la première méthode, mise au point par RICHARDS et al. (1954). Comme l'indiquent SERVANT et SERVAT (1966), l'extrait de pâte saturée se rapproche le plus des conditions naturelles et reflète le mieux la composition ionique de la solution du sol. De plus, cette méthode s'affranchit des conditions texturales du sol, ce qui n'est pas le cas pour les extraits par dilution. Enfin, les mesures de salinité obtenues par pâte saturée ont une signification agronomique précise.

A partir d'un extrait de pâte saturée, nous avons mesuré la conductivité électrique (JACKSON, 1958).

En même temps, nous avons déterminé Na et K par photométrie de flamme, Ca et Mg par spectrophotométrie d'absorption atomique. Le chlore a été dosé par volumétrie au nitrate d'argent, en présence de chromate de potassium (méthode de MOHR).

D'une façon générale, toutes les analyses ont été faites en double, c'est-à-dire deux prises d'essai par échantillon ; si la différence entre les deux répétitions était importante, une ou plusieurs analyses supplémentaires étaient faites.

Expression des résultats

Le profil salin général est établi en fonction de la conductivité électrique, il informe globalement sur le niveau et la distribution de la salinité dans le sol étudié.

Les profils ioniques sont exprimés en milligrammes par litre.

RESULTATS ET DISCUSSION

1) Hétérogénéité du sol

L'on a synthétisé les résultats des 12 profils analysés sur la figure 1 et le tableau 4.

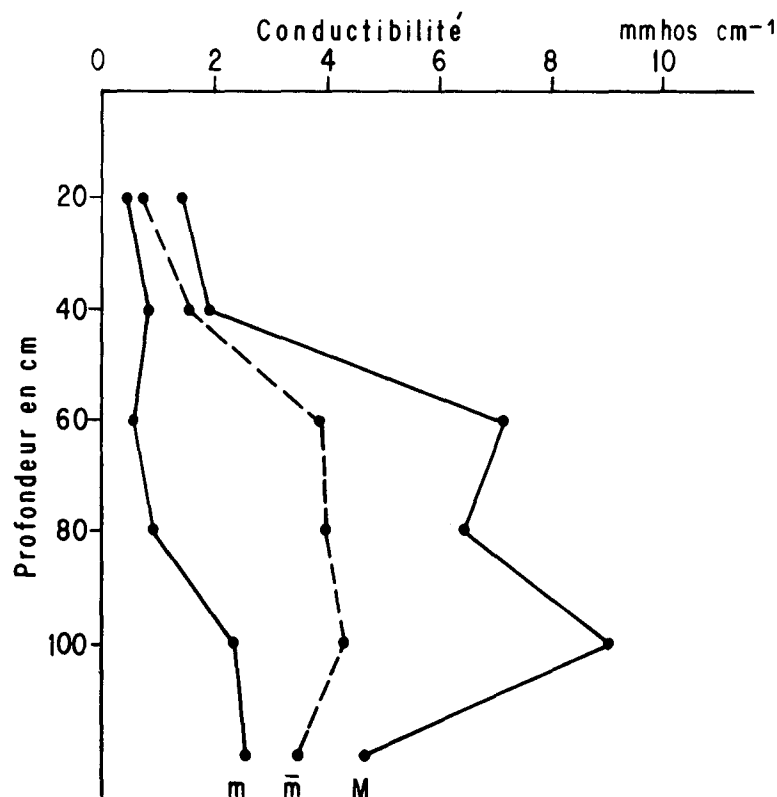


Fig.1 — Variation de la salinité en fonction de la profondeur (résultats en mmhos cm⁻¹ à 25° C ; m, M, $\bar{m}$ sont les valeurs minimales, maximales et moyennes rencontrées dans les extraits de 12 profils).

Profondeur cm	Salinité mmhos cm ⁻¹			Na – mg. l ⁻¹			K mg. l ⁻¹			Ca mg. l ⁻¹			Mg – mg. l ⁻¹			Cl – mg. l ⁻¹		
	$\bar{m}$	σ	C.V	$\bar{m}$	σ	C.V	$\bar{m}$	σ	C.V	$\bar{m}$	σ	C.V	$\bar{m}$	σ	C.V	$\bar{m}$	σ	C.V
0 – 20	0,69	0,27	0,38	89,16	179,4	2,01	12,85	4,62	0,36	84,58	21,13	0,25	14,91	5,87	0,39	21,75	29,96	1,37
20 – 40	1,58	0,45	0,28	228,5	107,78	0,47	6,67	3,02	0,45	122,25	6,13	0,05	16,5	6,61	0,40	46,69	19,01	0,41
40 – 60	3,93	2,65	0,67	763,55	625,97	0,82	4,77	1,17	0,24	216,44	163,86	0,76	48,11	38,9	0,81	168,75	128,91	0,76
60 – 80	4,02	2,31	0,57	804,25	555,53	0,69	6,21	4,06	0,65	158,62	91,91	0,58	44,25	30,63	0,69	177,47	118,35	0,66
80 – 100	4,44	2,67	0,60	831,8	693,71	0,83	4,31	1,53	0,35	194,3	110,5	0,57	61,9	51,14	0,83	209,82	147,12	0,70
100 – 120	3,66	1,11	0,30	546,66	269,05	0,49	4,23	2,22	0,52	132,0	51,85	0,39	52,66	16,16	0,31	159,75	62,97	0,39

TABLEAU 4 : MOYENNES ET PARAMETRES DE DISPERSION DES 12 PROFILS ETUDIES.

L'on constate à la fois une variation spatiale importante qui se superpose elle-même à une variation verticale. Cette dernière sous un aspect global relativement régulier (accroissement de la salinité de la surface jusqu'à 1 m) présente des différences d'un niveau à l'autre qui traduisent les fluctuations de l'horizon II A qui constitue par suite de sa teneur en colloïdes organo-minéraux un lieu d'accumulation privilégié des ions.

Ceci se retrouve d'ailleurs pour la plupart des cations (Na, Ca, Mg) dont la concentration croissante est également fonction de la profondeur du niveau II A sauf pour le potassium, qui évolue en sens inverse (fig. 2).

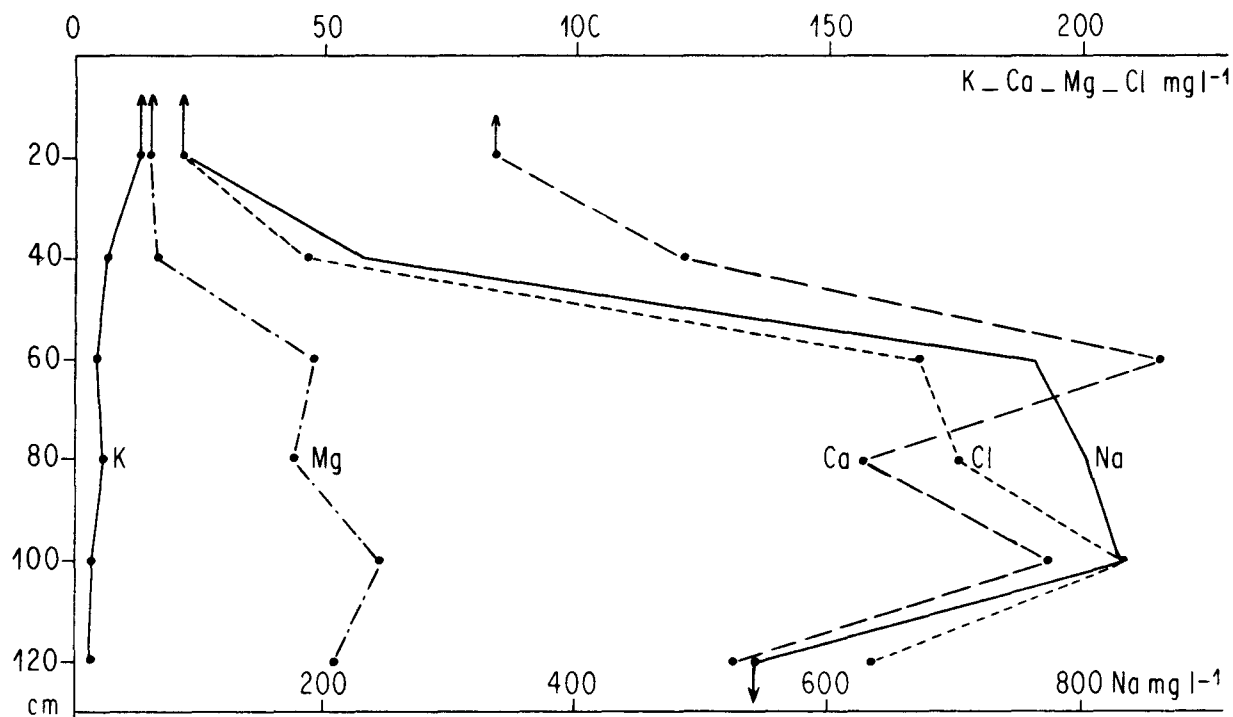


Fig. 2 — Concentration en Na, K, Ca, Mg et Cl de l'extrait de pâte saturée en fonction de la profondeur (résultats moyens de 12 profils).

Au-delà d'un mètre de profondeur, les concentrations en anions et cations diminuent, tout en restant généralement plus élevées qu'à la surface.

L'analyse statistique des résultats confirme ces faits. L'écart-type et le coefficient de variation relatifs aux valeurs de la salinité, sont faibles à la surface et en profondeur, beaucoup plus élevés entre 50 et 110 cm, par suite des fluctuations des niveaux II A d'un profil à l'autre.

Ceci se trouve pour l'ensemble des anions. On remarque néanmoins les coefficients de variation élevés du chlore et du sodium en surface. Cela peut s'expliquer par la proximité de la mer qui assure un apport de chlorure de sodium par les précipitations, lequel est réparti et immobilisé plus ou moins longtemps et intensément dans la première tranche du sol selon les conditions climatiques du moment et la constitution de la phytocénose. Quant au potassium, sa répartition verticale résulte du cycle biogéochimique propre à cet élément. Cet alcalin est puisé dans le profil par les racines et accumulé en surface par les litières et les pluviollessivats. Comme c'est également un cation très labile, les variations de concentration dans les horizons de surface sont très rapides, selon les conditions climatiques déjà citées. De ce fait, nous n'observons pas dans ce peuplement forestier la relation entre le rapport Na/K et la répartition des racines signalées par NICHABOURI et CORRE (1970) pour des groupements halophiles de la même région.

D'une façon générale, les variations de salinité sont dues à deux mécanismes opposés liés aux facteurs climatiques : la lixiviation du sol par les précipitations, la remontée capillaire suivie d'évaporation en surface.

2) Place de la station dans l'échelle de salinité U.S.S.L. *

Les répercussions des différents degrés de salinité du sol sur la végétation ont amené RICHARDS et al. (1954) à proposer une échelle d'indices de salinité basée sur la conductivité électrique des extraits de pâte saturée. Ils varient de 0 à 16 mmhos cm^{-1} de la manière suivante :

- 0 – 2 : pas de salinité.
- 2 – 4 : salinité faible, seul les végétaux sensibles sont affectés.
- 4 – 8 : salinité modérée, de nombreuses plantes cultivées voient leur croissance diminuer.
- 8 – 16 : sol salé, seules les plantes particulièrement résistantes réussissent à croître.

Rappelons que la concentration en chlore de l'eau de mer se situe aux alentours de 10 g par litre.

D'après les résultats de salinité obtenus et synthétisés sur la figure 1, notre station expérimentale n'est pas salée en surface (horizon A₁), faiblement saline dans l'horizon C₁, modérément saline dans l'horizon II A et un peu plus en II C.

3) Comparaison de la salinité sous forêt et sous pelouse

La figure 3 montre les profils salins sous pelouse et sous forêt. On observe que la salinité sous pelouse décroît plus ou moins régulièrement avec la profondeur. Sous forêt au contraire, comme nous l'avons déjà vu, l'évolution du profil salin est inversée.

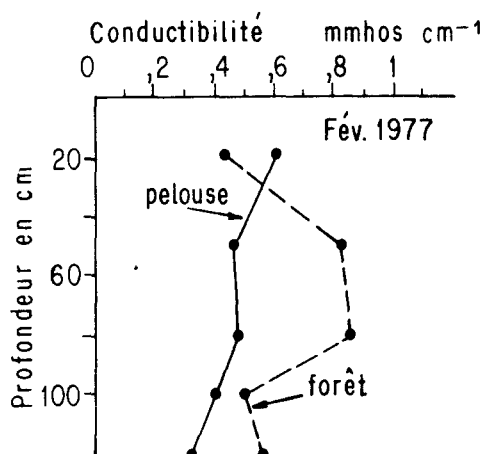


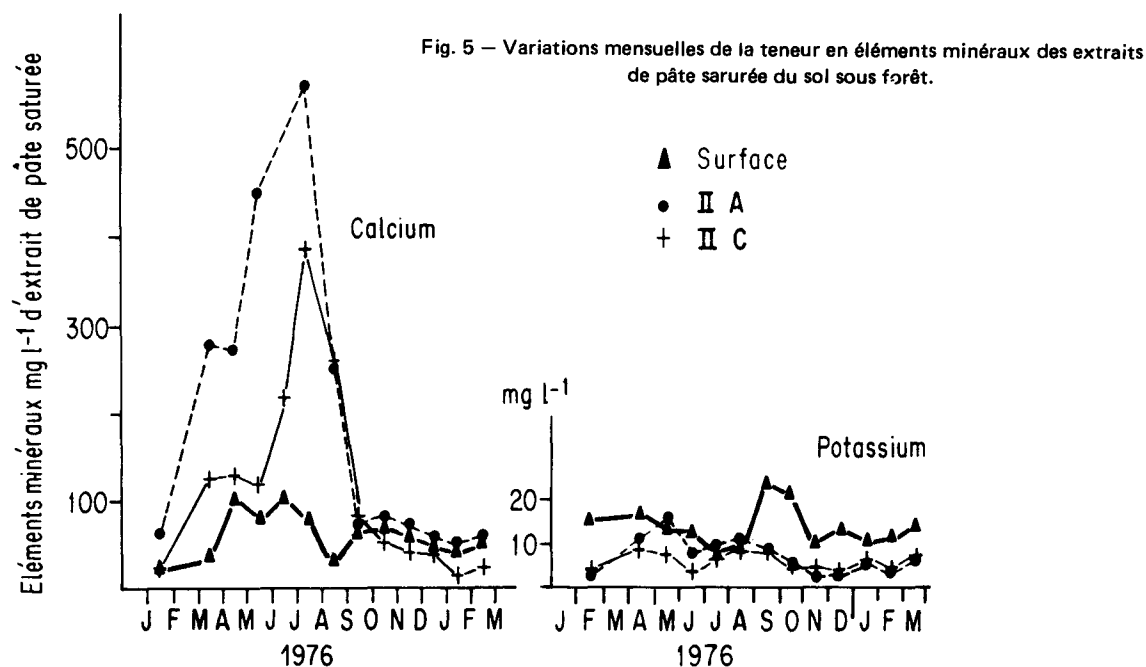
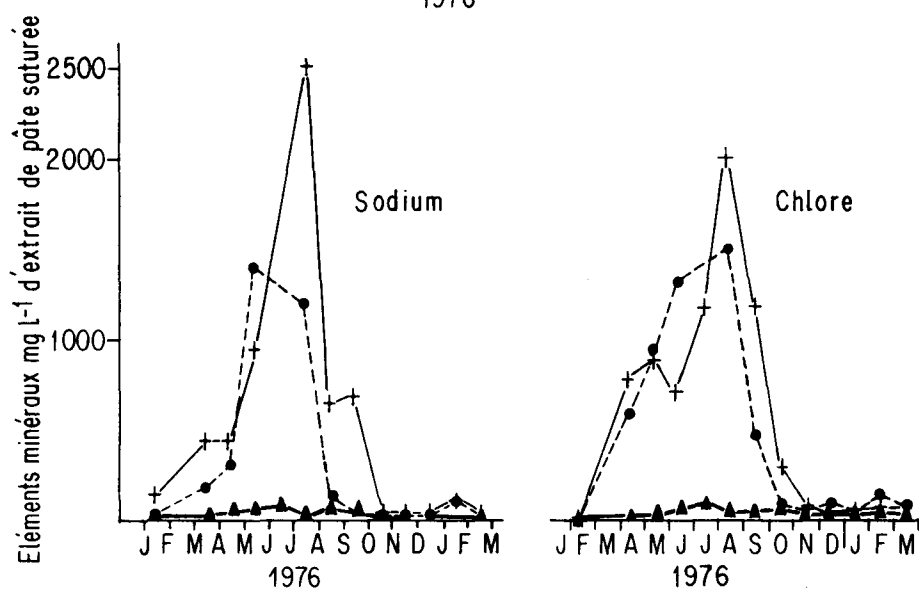
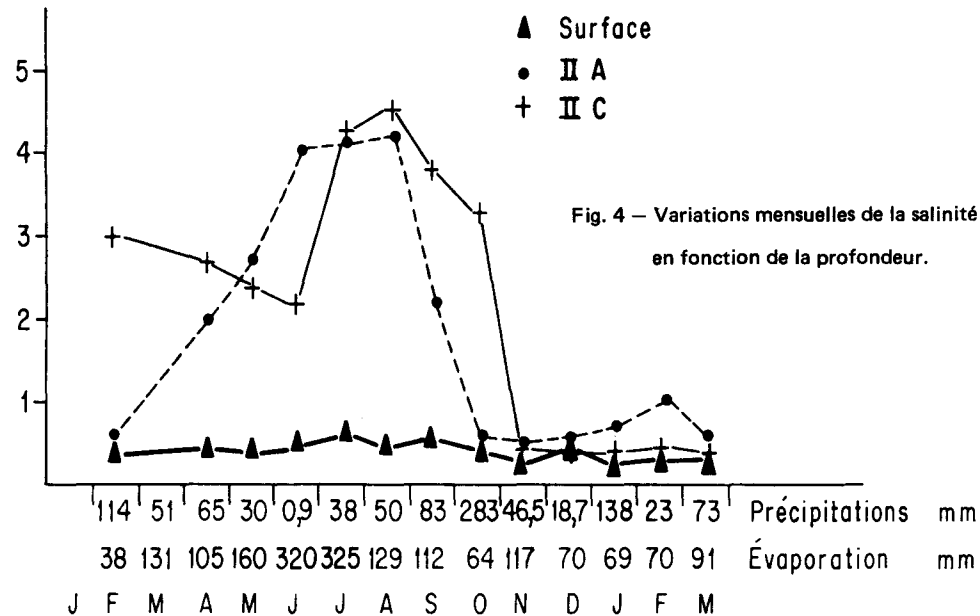
Fig. 3 — Comparaison des profils salins sous pelouse et sous forêt.

Ces faits reflètent essentiellement le rôle de la végétation, qui intervient de deux manières. D'une part par sa structure aérienne, elle interfère sur le bilan de l'eau en détournant, en milieu forestier, une partie des apports atmosphériques par le mécanisme de l'interception. De ce fait, le lessivage est ralenti et la concentration de la solution du sol augmente.

D'autre part, le rôle des parties hypogées de la végétation n'est pas moindre. Les racines exploitent les niveaux superficiels sous pelouse, les couches plus profondes sous forêt. La ponction d'eau à ces niveaux s'accompagne d'une concentration des anions et cations dans le sol. Cette concentration est encore accentuée par la transpiration des végétaux. Ceci aboutit à des niveaux d'accumulation différents du sol dans les deux types de formation végétale.

A ces facteurs biotiques s'ajoutent sous pelouse des influences climatiques, représentées essentiellement par la température, comme l'ont montré COLLIS-GEORGE et al. (1963) : sous l'influence de la chaleur, il se forme un gradient thermique dans le sol et les sels ont tendance à migrer vers les parties les plus chaudes du sol, donc vers la surface.

* United States — Salinity Laboratory Staff

mm hos cm^{-1} 

4) Variations saisonnières de la salinité

La conductivité électrique et la composition ionique des extraits mensuels de pâte saturée du sol sont représentées sur les figures 4 et 5. Nous y avons ajouté les précipitations mensuelles et l'évaporation mensuelle (mesurée par la méthode de PICHE) durant la période d'étude.

L'on constate que les valeurs les plus élevées se situent toujours en été, les plus faibles en hiver. Le printemps et l'automne se caractérisent par des valeurs intermédiaires.

Les résultats constatés précédemment se retrouvent et se confirment durant toute l'année : les teneurs et les variations mensuelles en sel du sol augmentent avec la profondeur, exception faite du potassium.

Une analyse détaillée de ces figures met en évidence l'augmentation de la concentration ionique avec la sécheresse, en juin, juillet et août 1976. Elle est suivie d'une chute brutale, après les fortes précipitations de septembre et d'octobre. A partir de novembre, le sol est resté pratiquement saturé en eau, et les pluies ayant drainé une bonne partie du stock de sels solubles, la salinité est restée relativement constante et faible.

Au niveau des éléments minéraux, on remarque une différence quantitative importante entre le sodium et le chlore d'une part, le calcium, le magnésium et le potassium d'autre part. Ceci résulte à la fois de la plus grande solubilité des sels de sodium par rapport aux sels de calcium et de magnésium comme l'ont observé SZABOLCS et LESZTAK (1968) et de la localisation géographique de la station. Rappelons qu'elle bénéficie d'un apport atmosphérique important de sodium et de chlore d'origine marine qui réside plus ou moins longtemps et d'une manière plus ou moins importante dans son sol.

Cette étude avait également été entreprise pour vérifier la validité des mesures du stock d'eau du sol à l'aide d'un humidimètre à neutrons. Il est bien connu que les mesures obtenues par cette technique sont influencées par la présence dans le sol de certains éléments, tels le chlore, le bore ou le manganèse (Mc HENRY et ANGELA, 1967). Exception faite du premier, ces éléments sont en quantité insignifiante dans ce type de sol. Quant au chlore, la concentration maximale rencontrée a été de l'ordre de 2 g par litre en été. La diminution du comptage neutronique est alors de l'ordre de 1 à 2 % (COUCHAT, 1967, DAMANEZ 1962), par rapport au sol sans chlore, ce qui est négligeable et rend notre méthode d'étude de l'eau du sol parfaitement valable.

CONCLUSION

Une étude de la variation de la salinité d'un sol colonisé par des pins pignons, en fonction de la superficie du peuplement, de la profondeur du sol et des saisons, montre que ces types de sols sont peu salés et que la salinité n'y est qu'un critère pédologique secondaire.

- A l'intérieur de ces faibles taux de salinité, on note néanmoins des variations du simple au quadruple entre l'hiver et l'été. Ces variations sont fonction des précipitations et de l'évapotranspiration qui jouent un rôle antagoniste. Les premières diluent et lixivent les anions du sol, le second phénomène les concentre au contraire.

- En l'absence de végétation, le processus de salinisation est très faible, et le profil salin peu différencié compte tenu de la profondeur de la nappe faiblement saline et de la nature sableuse du matériau qui limite la remontée capillaire des sols.

- Sous les arbres, le processus d'accumulation des sels est plus important. Il est réglé par la transpiration des végétaux. Les sels s'accumulent en été au niveau des racines, ce qui explique les profondeurs d'accumulation différentes sous pelouse et sous pinède. C'est un exemple de salinisation biotique.

- Ces faits sont complétés par la présence d'un horizon plus organique, à une profondeur variable sur l'ensemble du site. Ce dernier relaie l'effet biotique par ses propriétés physiques.

- Ces fluctuations étant relativement faibles, tout aussi bien pour le sel que pour le chlore, autorisent l'emploi des humidimètres à neutrons pour déterminer le bilan hydrique du sol.

- L'ensemble de ces caractéristiques explique le bon développement des pins pignons, qui sont une essence relativement sensible au sel.

- Enfin, ce travail confirme pleinement l'utilité voire la nécessité d'études, espacées dans le temps, de la salinité dans ces types de sol, comme l'avait déjà signalé SERVANT (1971).

BIBLIOGRAPHIE

- Collis-George, N., Henin, S. et Kelly, J.A.**, 1963 – Etude du mécanisme de la dessiccation des sols par évaporation. *C.R. Acad. Sc. Paris*, 257 : 242-244.
- Couchat, P.**, 1967 – Détermination de la courbe d'étalonnage de l'humidimètre à neutrons à partir de l'analyse chimique des sols. *Isotope and Radiation techniques in soil physics and irrigation studies*, I.A.E.A., Vienna, 67-82.
- Damagnez, J.**, 1962 – Conditions d'utilisation de la sonde à neutrons pour la détermination d'humidité dans le sol. Influence de la densité apparente et de la salure. *Radioisotopes soil-plant nutr. Stud.*, I.A.E.A., Vienna, 159-169.
- Godin, P.**, 1975 – Le pin Pignon (*Pinus Pinea* L.) sur différents sols du Languedoc. D.E.A., Fac. Sci., Paris. 84 p. (Ronéo)
- Henin, S., Gras, R. et Monnier, G.**, 1969 – *Le profil cultural*, Masson et Cie Ed., Paris, 331 p.
- Jackson, M.J.**, 1958 – Soil Chemical Analysis. Prentice Hall, INC, 428 p.
- Mc Henry, J.R., Angela, C.G.**, 1967 – The influence of bulk density, slow neutron absorbers and time on the calibration of neutron moisture probe. *Isotope and Radiation technique in soil physics and irrigation study*. I.A.E.A., Vienna, 83-99.
- Nichabouri, A., Corre, J.J.**, 1970 – Comportement de l'appareil racinaire d'*arthrocneum fruticosum* (L) MOQ. et *A. glaucum* (DEL.) UNG. STERN en relation avec les conditions du milieu halomorphe littoral. *Oecol. Plant.*, 5, 1, 69-86.
- Richards L.A. (ED)** 1954 – Diagnosis and improvment of saline and alkali soils ; *Agricultural handbook* n°60, 160 p.
- Servant, J., Servat, E.**, 1966 – Introduction à l'étude des sols salés du littoral Languedoc – Roussillon. *Ann. Agro.*, 17, 1 : 53-73.
- Servant, J.**, 1971 – Sur les sols sodiques de Camargue. Variations saisonnières de la salinité des sols et des nappes : premiers résultats. *Bul. A.F.E.S.* 6, 23-31.
- Servant, J.**, 1975 – Contribution à l'étude pédologique des terrains halomorphes, l'exemple des sols salés du Sud et du Sud Ouest de la France. Thèse, Fac. Sci. Montpellier, 194 p.
- Szabolcs, I., Lesztak, J.**, 1968 – The movement of different salts solutions in soil profiles. *Soils and Fert.* 32, 3330.

Analyse pollinique du lac de Sidi Bou Rhaba, littoral atlantique (Maroc)

Maurice REILLE *

Résumé — Il est montré que la dégradation du couvert forestier depuis 6520 $\pm$ 110 BP est essentiellement due à l'action humaine de plus en plus pesante dans un cadre climatique assez stable.

Abstract — The degradation in the forest land from 6520 $\pm$ 110 BP onwards is shown to be due essentially to man's action which has been exerting itself more and more strongly under rather stable climatic conditions.

Le lac de Sidi Bou Rhaba est une lagune côtière du littoral atlantique marocain installée derrière un cordon dunaire de quelques dizaines de mètres de largeur et située quelque 35 km au N-E de Rabat, non loin de l'embouchure de l'oued Sebou. Ce lac est entouré par une végétation thermophile, une juniperaie de *Juniperus phoenicea* dans laquelle se rencontrent une douzaine d'espèces arborescentes, notamment *Pistacia lentiscus*, *Olea europaea*, *Myrtus communis*, alors que sur les rives mêmes végète une ripisylve dominée par *Populus alba* (Atbib, 1977). Cette juniperaie jouxte la vaste forêt de la Mamora toute proche qui est la plus belle subéraie du Maroc.

Le sondage, implanté sur la rive nord orientale du lac, a eu lieu au début du mois d'octobre 1971 alors que le niveau de l'eau dans le lac était très bas. C'est la sonde de Hiller qui a été utilisée.

La base du diagramme datée par le radiocarbone remonte à 6520 $\pm$ 110 BP (Lv 652), c'est-à-dire que le début de la sédimentation a eu lieu quelques siècles seulement après le maximum de la transgression flandrienne (Gigout, 1959) à qui doit être imputée la mise en place du cordon dunaire.

Le diagramme montre trois parties distinctes qui correspondent *grosso modo* à trois phases sédimentaires :

I — DE LA BASE JUSQU'AU NIVEAU 400

A part une passée sableuse avec coquilles de 450 à 420 cm, le sédiment est une tourbe très noire, amorphe. Les spectres polliniques, riches en espèces, sont caractérisés par un faible taux de boisement, de l'ordre de 15 %, acquis essentiellement grâce aux fréquences de *Quercus suber* et *Q. ilex* (dont l'apport pollinique est de même ordre pendant toute cette période) et accessoirement à celles de *Juniperus* et *Olea*. L'essentiel des spectres est constitué par le pollen d'herbacées, Graminées et surtout, à la base, Cypéracées, et les spores de *Thelipteris palustris* dont les fréquences dépassent parfois 40 %. Ces végétaux devaient croître sur le site, à l'endroit même du sondage.

Les céréales sont notées deux fois au cours de cette période, mais on ne peut pas exclure pour ces occurrences l'hypothèse de pollutions à cause de l'usage de la sonde de Hiller (Beaulieu et Reille, 1978), d'autant plus que les courbes de *Rumex* et Chénopodiacées ne peuvent pas être attribuées aux seules espèces

* Laboratoire de Botanique historique et Palynologie, E.R.A. 404, Faculté des Sciences et Techniques St-Jérôme, 13397 Marseille Cedex 4

rudérales de ces taxons riches en espèces halophiles ou littorales. Les courbes de *Plantago lanceolata* et *P. coronopus* sont peut-être plus dignes d'intérêt si l'on observe que ces espèces, dont la présence témoigne de l'action anthropique, ne sont présentes en courbe continue que vers la fin de cette période. Pendant cette époque, qu'il convient certainement de rapporter à la fin de l'Atlantique, est enregistré l'écho de végétations lointaines qui connaissent en d'autres lieux leur optimum. C'est notamment le cas de chênaies à feuillage caduc (Reille, 1977).

2 — DE 400 A 130 CM

Cette partie du sondage est caractérisée par une sédimentation non tourbeuse mais sableuse qui a dû intervenir sous une certaine tranche d'eau comme en témoignent d'une part la présence assez régulière de coquilles de Gastéropodes d'eau douce (1), d'autre part, mais à un moindre degré, celle du pollen de plantes d'eau *Hydrocharis* et *Myriophyllum*.

Du point de vue palynologique, le fait dominant est l'augmentation du taux de boisement qui double et oscille, pendant toute cette période, autour de 35 %. Ce gain est essentiellement dû à l'élévation des fréquences d'*Olea* et *Phillyrea* essentiellement, de *Quercus suber* à partir du niveau 300, et surtout à la chute et à la raréfaction (survenue bien avant le début de cette période) des spores de *Thelipteris* et du pollen de Cypéracées.

L'apport lointain de *Quercus faginea* a définitivement cessé, preuve que les forêts de cet arbre sont en régression alors que persiste dans les spectres, avec une certaine régularité, le pollen de *Cedrus* et de *Pinus*. Les céréales sont présentes dans presque tous les spectres, et *Plantago lanceolata* et *Plantago coronopus* apparaissent en courbe quasi continue. Cette période correspond certainement à une extension et une fixation de la culture. La mise en parallèle de ces faits avec ce que montre le diagramme 1 de Daya Abartète, dans le Rif occidental (Reille, l. c.) suggère d'attribuer cette période au Subboréal.

3 — DE 130 CM A LA SURFACE

Cette séquence exclusivement tourbeuse est caractérisée par une profonde aridification du site. Sauf pour *Pistacia*, l'expression pollinique de tous les taxons arboréens est la plus basse, ce qui correspond à un recul de toutes les formations forestières régionales et même lointaines puisque *Pinus* et *Cedrus* sont absents des spectres. Le taux de boisement se situe autour de 10 %. Du côté des herbacées, on assiste à un remplacement des groupements du bord du marécage. C'est ainsi que *Thelipteris palustris* est désormais totalement exclue de la végétation. Cette Fougère se rencontre à l'heure actuelle quelque 100 km au nord ; les Cypéracées sont loin d'avoir repris la place qu'elles occupaient durant l'Atlantique, les nouvelles conditions profitant essentiellement à des Sparganiacées-Typhacées et à des Chénopodiacées.

Cette phase, qui témoigne d'une extrême dégradation du couvert forestier, est à reporter tout entière au Subatlantique sans qu'on sache si elle en représente ou non la totalité. Il n'est d'ailleurs pas impossible qu'une lacune, vraisemblablement de courte durée, soit à envisager entre le sommet du sédiment sableux et le début du dépôt tourbeux.

DISCUSSION

Seule la partie médiane du diagramme, de 400 à 130 cm, pose quelques problèmes d'interprétation. On est évidemment tenté d'attribuer à l'augmentation des fréquences d'*Olea* la signification d'une mise en culture de cet arbre. En effet, toute cette période correspond aussi à une notation assez régulière dans les spectres

(1) Nous remercions notre collègue, Ph. Brebion, de l'Institut de Paléontologie du Muséum National d'Histoire Naturelle, qui a bien voulu faire une étude de ces restes de Gastéropodes. Les taxons suivants ont été rencontrés : *Lymnea*, *Melania tuberculata* Müll., *Melanopsis*, *Planorbis*, *Bythinella*, *Physa* ; « il s'agit d'une faune dulcicole semblable à celle qui vit de nos jours dans la région » (*in litteris*, 12-4-1978).

du pollen de céréales ainsi que de celui d'*Erica arborea* dont la parallélisme des courbes avec celles d'*Olea* a été mis en évidence dans le Rif (Reille, 1. c.). Il conviendrait d'ailleurs, dans ce cas, d'attribuer à cet événement une date bien antérieure à celle de 1000 BP obtenue dans le Rif. On ne doit également pas manquer de remarquer, et nous l'avons déjà souligné (Reille, 1974), que cette culture d'*Olea*, si elle a vraiment existé, n'a pas eu lieu sur le territoire de la suberaie puisqu'en moyenne les fréquences de *Q. suber* s'élèvent (2) et que n'apparaît pas dans les spectres le cortège des Cistacées qui signent la dégradation de la suberaie (Sauvage, 1961). Cette culture d'*Olea* ne s'est pas faite non plus aux dépens du domaine de la juniperaie puisqu'au moins au début on n'observe pas de régression de la courbe de *Juniperus*. L'éventualité de cette phase culturelle concernant l'*Olea* n'explique pas les gains de pourcentages acquis par *Phillyrea* ni le parallélisme des courbes de ces deux taxons. On peut évidemment supposer, comme le font Planchais et al. (1977), «que le transport des pollens par les eaux doit être le facteur dominant de la sédimentation pollinique lagunaire» et accorder aux «pollens émis au moment de la saison principale des pluies» la valeur de «marqueurs de cette saison, si celle-ci offre une certaine constance pendant un certain temps».

C'est ainsi qu'entre les niveaux 400 et 250 les pluies hivernales seraient attestées par la courbe de *Fraxinus* et les pluies de la fin du printemps par celles d'*Olea* et *Phillyrea* ; au-dessus de 250, l'interruption de la courbe de *Fraxinus* ne pouvant être interprétée que comme une cessation des précipitations hivernales, donc une perte du caractère méditerranéen du climat. Une telle interprétation, ne reposant d'ailleurs sur aucune donnée objective, (3) ne peut retenir notre attention.

En fait, on ne peut manquer de remarquer que cette époque (de 400 à 130 cm) est tout entière représentée par un sédiment lacustre. Sans vouloir chercher à expliquer dans le détail l'évolution des courbes polliniques puisque nous n'avons pas à notre disposition les éléments d'appréciation qui le permettent, il nous suffit de savoir qu'il n'y a vraiment aucune raison pour que l'expression pollinique des espèces soit la même en phase liquide (eau libre) et en phase sèche (ou marécage sans eau libre). Cette «explication» très globale autorise à penser qu'il n'y a peut-être pas eu depuis la base du diagramme de modification notable de la végétation forestière régionale ni même de mise en culture d'*Olea* et permet de comprendre pourquoi les fréquences de tous les arbres s'accroissent simultanément : simplement parce que les nouvelles conditions de sédimentation pollinique sont devenues plus favorables à l'enregistrement du reflet pollinique régional. Au-dessus du niveau 130, dès que reprend la sédimentation tourbeuse, les fréquences de toutes les espèces arborescentes chutent brutalement et deviennent comparables à ce qu'elles étaient antérieurement au niveau 400. Pour expliquer la disparition du pollen de *Fraxinus* à partir du niveau 250, il n'est pas nécessaire de faire intervenir une modification du régime des pluies, il suffit d'imaginer que cet arbre de ripisylve s'est trouvé éloigné du lieu de sondage pour des raisons purement édaphiques dont nous ignorons le détail.

Quant aux causes qui sont à l'origine des transformations sédimentaires notées, nous en sommes réduits à des conjectures. Plusieurs hypothèses peuvent être avancées. L'une d'elles consiste à dire que le «pluvial néolithique» est à l'origine de la mise en eau du site. Par référence avec les dates avancées pour cet événement climatique (Rognon, 1976), le tout début de la séquence sableuse (niveau 450) pourrait remonter à -6000 BP et la fin (niveau 120) à -3000 BP.

CONCLUSION

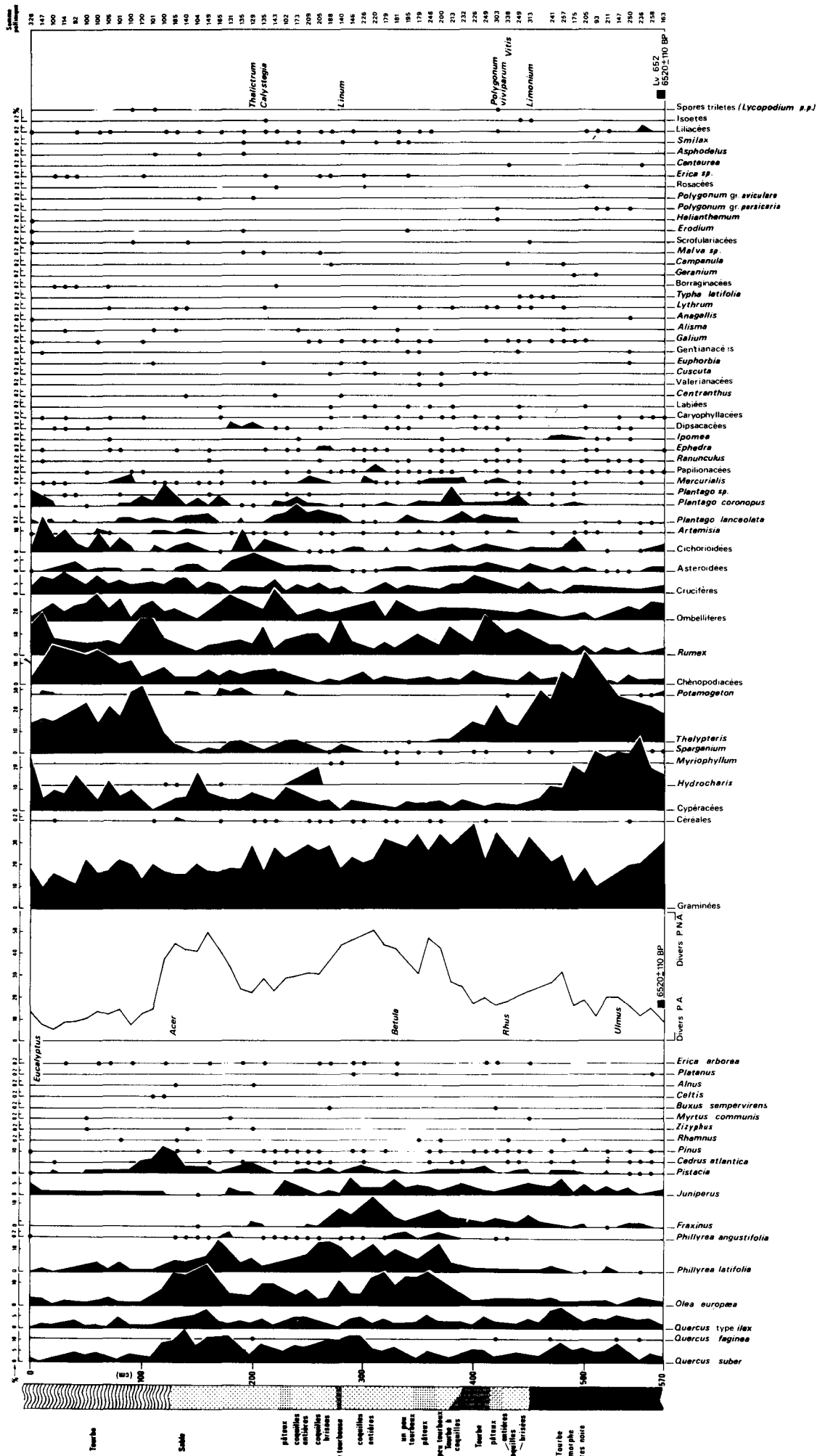
Au total, aucun argument emprunté à la végétation locale ou régionale ne permet d'appréhender ce qui, en Europe, correspond à la transition Atlantique-Subboréal pas plus que celle Subboréal-Subatlantique. *Erica arborea* n'a pas connu, dans la forêt de la Mamora qui est sa station marocaine la plus méridionale, d'extension comme ce fut le cas en Corse à la même époque (Reille, 1975). Tout au long de ce diagramme de plaine s'observe une inexorable dégradation du couvert forestier, une aridification du paysage vraisemblablement à cause d'une emprise humaine très ancienne et de plus en plus pesante dans un cadre climatique assez stable.

(2) Ceci pourrait à la rigueur s'expliquer par une augmentation de la production pollinique due à l'éclaircissement du peuplement (Triat, 1971 ; Reille, 1977).

(3) En effet, dans l'étude à laquelle nous nous référons, le résultat d'une sédimentation est comparé au contenu pollinique de l'air, alors que nous ne sommes pas renseigné sur les relations liant les deux phases.

Moya Sidi Bou Rhaba . Mehdia , Maroc . Altitude : 25 m . Sonde Keller

مستقع سيدى بونغبه مهديه المغرب



REFERENCES

- Atbib M.**, (1977) – Etude phyto-écologique de la réserve biologique de Mehdia (littoral atlantique, Maroc). Thèse doctorat spécialité, Université des Sciences et Techniques du Languedoc.
- Beaulieu J.L., de, et Reille M.**, (1978) – Quelques moyens de sondage en usage chez les pollenanalystes : étude comparative de diagrammes. *Annales des Mines de Belgique* 6 juin 1978, 729-737.
- Gigout M.**, (1959) – Age par radiocarbone de deux formations des environs de rabat (Maroc). *C.R. Acad. Sc. Paris*, 249 25 : 2802-2803.
- Planchais N. Quet-Pasquier L., Cour P., Thommeret J., Thommeret Y.**, (1977) – Essai de palynologie côtière appliquée au remplissage flandrien de Palavas (hérault). *C.R. Acad. Sc. Paris*, 284, sér. D : 159-162.
- Reille M.**, (1974) – Sur l'ancienne répartition de quelques groupements végétaux importants en Corse et au Maroc. In : *Les données historiques et l'étude de la flore méditerranéenne. Colloques Internationaux du C.N.R.S.* n° 235. La flore du bassin méditerranéen : essai de systématique synthétique.
- Reille M.**, (1975) – Contribution pollenanalytique à l'histoire tardiglaciaire et holocène de la végétation de la montagne corse. Thèse ès Sciences. Aix-Marseille III. 206 p., 44 diagr. h. t., 5 pl. Photo.
- Reille M.**, (1977) – Contribution pollenanalytique à l'histoire holocène de la végétation des montagnes du Rif (Maroc septentrional). *Recherches Françaises sur le Quaternaire. Inqua 1977. Supplément au Bull. A.F.E.Q.*, 1977, 1 (50) : 53-76.
- Reille M.**, (1977) – Analyse pollinique de la tourbière du plateau d'Ovace (Montagne de Cagna, Corse). *Ecologia mediterranea*, 3 : 159-166.
- Rognon P.**, (1976) – Essai d'interprétation des variations climatiques au Sahara depuis 40 000 ans. *Rev. Géogr. phys. et Géol. dynam.*, 18 (2-3) : 251-282.
- Sauvage Ch.**, (1961) – Recherches géobotaniques sur les suberaies marocaines. *Trav. Inst. Scient. Chérifien, sér. Botanique*, 21 : 1-462.
- Triat H.**, (1971) – Contribution à l'étude des fréquences polliniques de *Corylus avellana* L., corylaies du Lubéron. *Pollen et Spores*, 13 (3) : 405-414.

Note sur la technique de conservation des rankers

R. NEGRE *
C. GAUTHIE *

Résumé — *La conservation à sec des néorankers pyrénéens par les procédés ordinaires de la pédologie modifie sensiblement en qualité et en quantité les diverses fractions de la matière organique et le pH alors que la congélation n'entraîne pas de modification.*

Abstract — *The conservation by normal pedological procedures of Pyrenean rankers showed an increase in pH values as well as a qualitative and quantitative modifications of the different components which make-up the organic fraction.*

It seems that congelation doest not allow such changes.

Le prélèvement et la conservation des échantillons destinés à l'étude physico-chimique globale des sols ne posent pas d'ordinaire de gros problèmes ; la matière organique y est sommairement dosée sous forme de carbone et d'azote totaux, le rapport C/N constituant déjà un bon élément d'appréciation. Mais lorsque la matière organique devient l'objet principal d'étude, il devient indispensable d'attacher la plus grande attention aux conditions de prélèvement et de conservation. Lorsqu'on travaille en plaine, il est relativement facile de bloquer toute activité microbienne par l'adjonction immédiate au sol d'un antiseptique en solution (par exemple le mercurothiolate de sodium comme le préconise Billès 1977). Mais, pour que le blocage soit efficace, ce procédé nécessite l'emploi de grandes quantités de liquide, ce qui est incompatible avec les conditions de travail en haute montagne. Là on ne dispose guère que de deux méthodes de conservation d'emploi facile : le séchage et la mise au froid.

Le séchage est ordinairement pratiqué à température ordinaire, à l'abri du soleil et hors sac plastique ; pour éviter toute réaction microbienne encore possible aux alentours de zéro degré comme l'a montré Labroue (1976), la conservation par le froid est effectuée par congélation à moins vingt degrés Celsius.

La présente note vise à préciser le comportement d'un néoranker (Nègre et al. 1975) conservé selon l'une et l'autre de ces deux méthodes.

LOCALISATION — METHODE

Ce néoranker porteur d'une pelouse rhéxistatique à *Festuca eskia* provient de la soulane du Céciré, près de la Coume de Bourg, à l'Ouest de Bagnères de Luchon. Il est situé à 2200 m d'altitude et a déjà fait l'objet de plusieurs études (Nègre et al. 1975, Fallek 1977, Fallek et al. 1978 a et b).

Sur la soulane, ont été prélevés, dans une surface homogène de végétation, 15 échantillons de 300 g de sol ; les points de prélèvement ont été localisés soigneusement au centre de marches horizontales privées en surface de toute végétation vivace ; ils ont concerné une couche de terre située entre 3 et 10 cm de profondeur, et n'ont jamais contenu de rhizômes vivants de campanules ou des innovations de graminées. Ces prélèvements ont été effectués le 13 juillet 1978 après une semaine de sécheresse assurant au sol, au moment de l'opération, un bon ressuyage (humidité comprise entre 19 et 25 %) et une température de 18° C identique pour tous les

(*) Service 462 Laboratoire d'Ecologie végétale — Faculté des Sciences de St-Jérôme — Marseille.

échantillons. Ils ont été répartis par cinq à 10 mètres les uns des autres sur trois lignes espacées de cinq mètres et en quinconce sur celles-ci.

Durant l'échantillonnage et le transport du matériel (soit 1 heure) le ciel est resté bleu, l'humidité de l'air s'est maintenue à 65 % et sa température à 25° C. Sans laps de temps supplémentaire, chaque échantillon a été scindé en deux parties à peu près égales : l'une placée en sac plastique alimentaire immédiatement congelée à -20° C, l'autre mise à sécher dans les conditions habituelles durant un mois puis conservée ainsi en flacon de verre à l'abri de la lumière et à basse température, et analysée.

L'analyse des échantillons congelés a été pratiquée après réchauffement juste suffisant pour permettre l'élimination des éléments grossiers et la prise d'essai. Sur une fraction de celle-ci, immédiatement, a été mesuré le pH et ont été dosés le carbone et l'azote totaux ; le reste de la prise d'essai a été séché, après pesée, jusqu'à poids constant pour déterminer l'humidité. Sur une autre fraction décongelée dans le bromoforme-éthanol ont été pratiquées la séparation densimétrique (suivant Monnier et al., 1962) de la matière fraîche, puis l'étude des carbonés et des azotes humifiés et extractibles (fulviques + humiques) ; on a admis que la différence entre ces deux fractions (l'humifiée et l'extractible) représentait les carbone et azote des humines (dosage du carbone par la méthode Anne, de l'azote par Kjeldahl).

RESULTATS

Ils figurent aux tableaux 1 et 2 ci-dessous.

La comparaison des deux méthodes peut être conduite à la fois du strict point de vue mathématique par l'application de l'analyse statistique appliquée aux petits nombres, et du point de vue qualitatif.

Comparaison statistique

Du point de vue statistique, le tableau 3 rend compte des calculs appliqués aux valeurs du pH, des carbonés et azotes totaux, les $TU = 2,98$ étant calculés pour une sécurité de 99 %.

La simple comparaison des coefficients de variation, beaucoup plus élevés pour le mode de conservation à sec montre l'infériorité de ce procédé. La figure 1 incluant les valeurs extrêmes visualise la démonstration pour le pH, pour le carbone et l'azote totaux. Le test de comparaison des moyennes pour petits échantillons de Student et Fisher $t = \frac{(X_1 - X_2)}{Sd}$ fournit les valeurs respectives de 6,08 pour le graphe des pH, de 2,9 pour

Numéros	pH	CT	CD	CE	CH	NT	ND	NE	NH
1	4,90	13,1	7,4	2,8	5,4	0,81	0,60	0,30	0,30
2	5,05	12,7	7,7	3,4	3,3	0,67	0,60	0,31	0,29
3	5,10	13,5	8,1	3,8	4,3	0,7	0,54	0,28	0,26
4	5,15	14	6,7	3	3,7	0,84	0,63	0,36	0,30
5	4,90	11,5	6,6	2,6	4	0,69	0,59	0,25	0,34
6	5,30	12,3	7,5	2,8	4,7	0,70	0,55	0,28	0,27
7	5,30	15	7	3,5	3,5	0,75	0,54	0,29	0,25
8	4,50	13,5	8,4	4	4,4	0,67	0,67	0,32	0,35
9	5,80	12,5	6,5	2,5	4	0,77	0,70	0,35	0,35
10	5,60	13,8	7	2,7	4,3	0,81	0,70	0,34	0,36
11	5,05	11,6	6,5	3,8	2,7	0,80	0,70	0,37	0,33
12	4,80	12,5	7,2	3,4	3,8	0,74	0,64	0,40	0,24
13	4,50	13	7	2,5	4,5	0,65	0,60	0,27	0,33
14	5,10	14,4	8,7	3,7	5	0,84	0,57	0,25	0,32
15	5,05	12,1	6,7	3	3,7	0,62	0,55	0,20	0,35
Moyenne	5,07	13,03	7,27	3,16	4,09	0,73	0,60	0,30	0,31

TABLEAU 1 : ECHANTILLONS CONGELES

Dans l'ordre après le pH, les sigles désignent les carbonés total, densimétrique, extractible et le carbone des humines, les azotes total, densimétrique, extractible et l'azote des humines. Chaque valeur portée au tableau est la moyenne de trois mesures faites sur trois prises d'essai différentes.

celui des carbones et 1,05 pour celui des azotes pour $tV = 2,75$ au taux de sécurité de 99 %. Ce résultat prouve que les moyennes trouvées pour le pH et les carbones (supérieures à 2,75) diffèrent significativement, contrairement à la valeur trouvée pour les azotes ; mais même dans ce cas, comme pour les deux autres, les graphes sont si différents qu'on peut admettre leur signification.

Numéros	pH	CT	CD	CE	CH	NT	ND	NE	NH
1	6,1	13	7,1	3,2	3,9	0,8	0,60	0,30	0,3
2	6,05	20,1	12,1	4,7	7,4	1,7	0,80	0,45	0,35
3	4,80	14,3	10,4	5,1	5,3	1,1	0,60	0,40	0,2
4	5,30	12,1	6,1	2,7	3,4	1,05	0,65	0,35	0,30
5	6,3	10,7	5,5	2,9	2,6	0,55	0,40	0,25	0,15
6	6,5	10,5	4,7	2,5	2,2	0,47	0,31	0,31	0
7	5,10	17,1	10,3	6,1	4,2	0,42	0,29	0,19	0,10
8	5,15	17,4	10,2	6,0	4,2	0,50	0,29	0,20	0,09
9	6,20	15,5	11,5	5,4	6,1	0,41	0,30	0,20	0,1
10	6,30	20,2	11	5,5	5,5	0,60	0,51	0,40	0,11
11	6,50	19,4	13,4	6,1	7,3	1,05	0,81	0,61	0,2
12	6,30	18	5,5	2,4	3,1	1,10	0,80	0,60	0,2
13	5,05	13	4,7	2,1	2,6	1,20	0,60	0,50	0,1
14	5,20	14,5	4,5	2,3	2,2	1,50	0,85	0,47	0,38
15	5,20	21,5	5,1	2,05	3,05	1,70	0,60	0,38	0,22
Moyenne	5,80	15,82	8,1	3,9	4,2	0,94	0,56	0,37	0,19

TABLEAU 2 : ECHANTILLONS SECHES

Dans l'ordre après le pH, les sigles désignent les carbones total, densimétrique, extractible et le carbone des humines, les azotes total, densimétrique, extractible et l'azote des humines. Chaque valeur portée au tableau est la moyenne de trois mesures faites sur trois prises d'essai différentes.

Paramètre	Moyenne	Ecart type σ	Variance σ^2	Sm	$TU Sm$	Coef. de variation
froid pH	5,07	0,34942	0,12209	0,09338	0,27829	6,9
sec	5,80	0,65396	0,42767	0,17478	0,52084	11
froid CT	13,03	1,00688	1,01381	0,26910	0,80191	7,75
sec	15,82	3,58453	12,84885	0,95801	2,85	22,6
froid NT	0,74	0,07186	0,00516	0,01920	0,05723	9,7
sec	0,94	0,45972	0,21135	0,12287	0,36614	48,8
froid CD	7,27	0,69556	0,48380	0,18590	0,55397	9,5
sec	8,14	3,18675	10,15542	0,85170	2,53805	39,1
froid ND	0,61	0,05882	0,00346	0,01572	0,047	9,5
sec	0,56	0,20359	0,41449	0,17207	0,51275	36,7
froid CE	3,17	0,51780	0,26809	0,13838	0,41238	16,3
sec	3,93	1,63692	2,67952	0,43749	1,30371	41,5
froid NE	0,30	0,05290	0,00280	0,01414	0,04213	17,6
sec	0,37	0,13600	0,01850	0,03635	0,10832	35,1

TABLEAU 3 : COMPARAISON STATISTIQUE DES DEUX MODES DE CONSERVATION

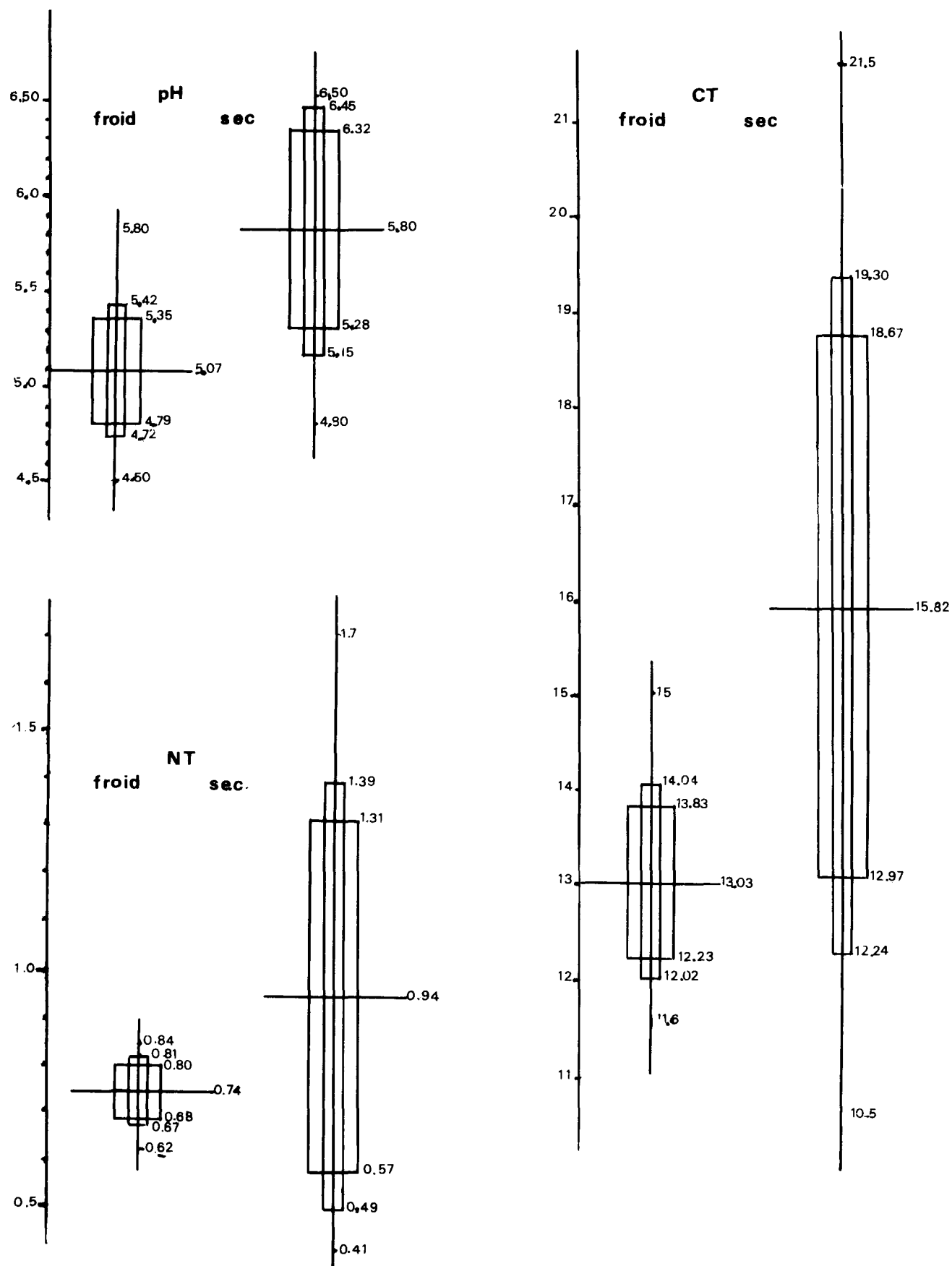


Fig. 1 : VARIATION DU pH, DU CARBONE TOTAL (CT) ET DE L'AZOTE TOTAL (NT)

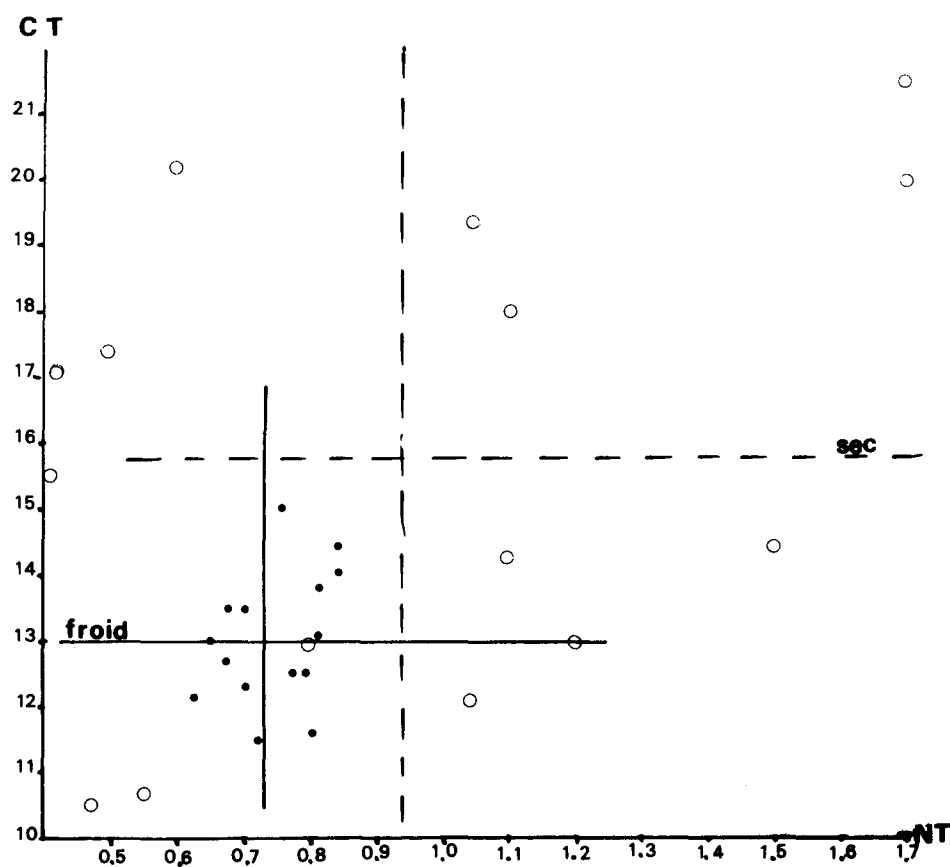
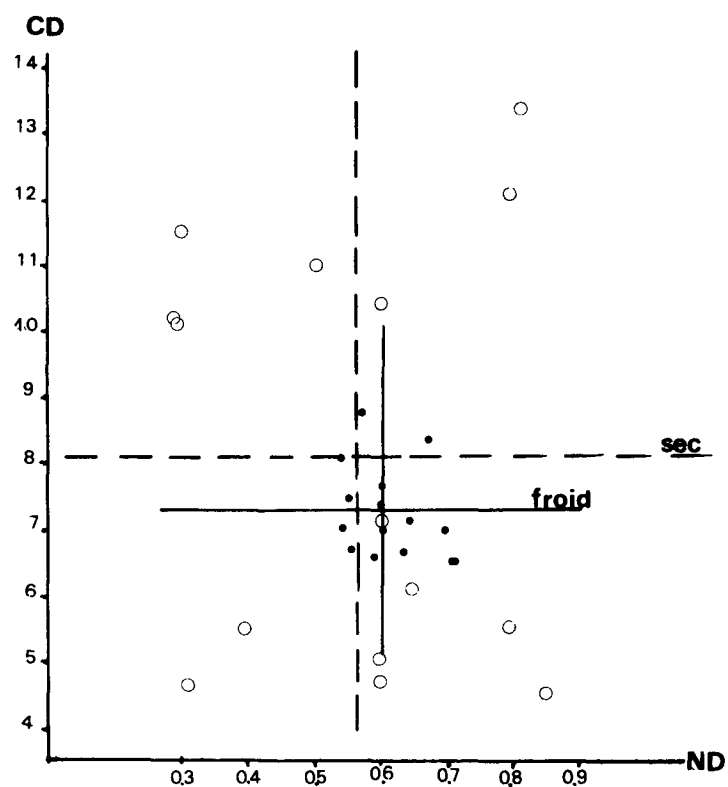


Fig. 2 : DIAGRAMME DE DISPERSION DU CARBONE ET DE L'AZOTE (D DENSIMETRIQUE, T TOTAL)

En outre, la comparaison de tous les coefficients de variation réunis dans le tableau 4 montre que les dispersions des valeurs varient, en gros, parallèlement quand on passe du carbone et de l'azote totaux au carbone et à l'azote extractibles pour les échantillons congelés, alors qu'ils varient en sens inverse pour le matériel séché. Ce qui met en lumière une nette hétérogénéité de réponse des carbones et des azotes pendant le séchage.

Par ailleurs, le tableau 1 montre que pour ce qui est du carbone total par exemple, sur les 15 échantillons, 9 sont près de la moyenne, 3 s'en éloignent par défaut et 3 par excès ; le tableau 2 que 3 seulement sont autour de la moyenne, 5 s'en écartent sensiblement par défaut et 7 par excès. Ce qui confirme encore les résultats précédents. Des différences du même ordre s'observent avec les carbones densimétrique et extractible.

Comparaison qualitative

Corrélation entre paramètres dans chaque mode de conservation

Pour ce qui est du carbone total, dans les échantillons congelés, les 9 voisins de la moyenne ont aussi des carbones densimétrique et extractible proches des moyennes correspondantes. Mais il n'y a pas corrélation systématique, entre les valeurs des deux derniers types de carbone, sauf pour les échantillons à carbone total élevé, où plus celui-ci s'accroît, plus les autres carbones croissent. Il n'y a pas non plus corrélation étroite entre la variation des carbones, celle du pH et celle des azotes.

Dans les échantillons séchés, les corrélations sont encore plus lâches.

	Sol congelé			Sol séché		
	total	densim.	extr.	total	densim.	extr.
C	7,75	9,5	6,3	22,6	39,1	41,5
N	9,7	9,5	17,6	48,8	35,7	35,1

TABLEAU 4 : COEFFICIENTS DE VARIATION

La figure 2 illustre ces remarques. Elle montre que, pour les carbones et azotes totaux et densimétriques des échantillons congelés, les 15 couples de points sont à peu près disposés en nuages groupés autour du point central du diagramme en corrélation respectivement positive ou négative, tandis que, pour les échantillons séchés, la dispersion est très grande.

Corrélation entre modes de conservation

Du point de vue du carbone

Par rapport aux échantillons congelés, les échantillons séchés se répartissent en quatre groupes :

- a) quatre ont un carbone total très fortement accru ; parmi eux trois présentent des carbones densimétrique et extractible très accrus, au contraire du quatrième où ils sont abaissés.
- b) cinq ont un carbone total fortement augmenté avec des carbones densimétrique et extractible très accrus pour un, accru pour 3 et diminué pour 1.
- c) trois ont un carbone total à peu près stable pour un carbone densimétrique également stable chez deux d'entr'eux, diminué chez l'autre, et un carbone extractible augmenté pour un, abaissé pour les autres.
- d) trois enfin ont des carbones total et densimétrique diminués, mais l'un possède moins de carbone extractible, les deux autres en ont davantage.

Dans l'ensemble, le carbone extractible moyen des échantillons séchés est plus élevé que celui du matériel congelé : neuf échantillons sur 15 en ont davantage (quatre en ont de 33 à 100 % de plus), 6 moins.

Du point de vue de l'azote

Pour ce qui est des azotes, 8 échantillons séchés sont plus riches que les congelés en azote total, 6 un peu plus pauvres ; en azote densimétrique, 5 sont plus pauvres, 5 en ont autant, 4 en ont davantage ; quant à l'azote extractible, 7 échantillons ont des taux plus élevés, 4 ont des taux à peu près égaux et 3 sont moins riches.

Du point de vue des relations entre le carbone total et l'azote total

- a) Dans les échantillons où le carbone total a les mêmes valeurs avec les deux modes de conservation, 2 ont un azote total égal, un a un azote total un peu plus fort.
- b) Pour ceux qui ont un carbone total plus bas après séchage qu'après congélation, l'un a plus d'azote total, les deux autres moins.
- c) Pour le matériel plus riche en carbone total après séchage qu'après congélation, 4 échantillons renferment moins d'azote total, et 5 en renferment davantage.

REMARQUES D'ORDRE ECOLOGIQUE

L'analyse des résultats obtenus pour chacun des modes de conservation montre que chaque fraction carbonée ou azotée offre une variation propre non corrélée à celle des autres fractions et du pH. Mais la comparaison des résultats obtenus laisse apparaître que :

- a) le carbone des humines est beaucoup plus stable (variation de 2,5 %) que celui des autres fractions ; au contraire, l'azote de ces humines varie fortement (environ 40 %), un peu comme celui des autres fractions. C'est la preuve que l'azote de l'humine est beaucoup plus faiblement intégré aux éléments minéraux de celle-ci que ne l'est le carbone.
- b) le carbone des humines, qui devrait être quasiment stable puisque très fortement lié aux argiles de celles-ci, est tout de même sujet à variation au cours du séchage. Les autres formes varient également : dans certains cas, le carbone des humines varie plus que celui des humo- et des fulvo-acides, dans d'autres cas c'est l'inverse ; par contre, la variation du carbone densimétrique semble bien corrélée à la sienne. La même remarque peut être faite pour l'azote densimétrique et l'azote des humines. Quoiqu'il en soit, cette remarque montre bien qu'il y a, au cours du séchage, passage du carbone et de l'azote d'une fraction de la matière humifiée à l'autre, sans qu'il soit possible de déterminer avec certitude le sens dans lequel s'effectue le passage.
- c) l'accroissement important du carbone des humines et du carbone densimétrique est quelquefois (échantillons 6 à 10) assez bien corrélé avec une forte diminution des azotes correspondants (et une légère augmentation du pH).
- d) dans l'ensemble :
 - dd1) lorsque le carbone total garde à peu près la même valeur après séchage qu'après congélation, deux cas peuvent se présenter : ou bien le carbone densimétrique et le carbone des humo- et des fulvo-acides décroissent l'un et l'autre, c'est-à-dire qu'ils sont consommés au profit de la masse vivante, ou bien le carbone densimétrique reste égal à lui-même pendant que celui des humo- et fulvo-acides croît, c'est-à-dire qu'une partie du carbone des humines est mobilisé ;
 - dd2) lorsque le carbone total décroît, donc qu'il est brûlé, deux cas se présentent aussi : ou bien le carbone densimétrique et le carbone des humo- et fulvo-acides décroissent et ces derniers sont attaqués en même temps que les humines, ou bien le carbone densimétrique baisse pendant que celui des humo- et fulvo-acides croît, ce qui traduit à la fois une transformation du carbone de l'humine en carbone humique et une consommation du carbone de l'humine ;
 - dd3) lorsque le carbone total croît, c'est que la biomasse s'accroît (sans doute par incorporation de carbone atmosphérique) et là encore deux cas se présentent : ou bien toutes les fractions carbonées y compris les humines, s'accroissent, ou bien toutes les valeurs des fractions carbonées humifiées diminuent, ce qui signale un seul accroissement de biomasse, sans humification corrélative.

Ces dernières observations tendent à prouver que le séchage à l'air :

- 1/ modifie sensiblement en qualité et en quantité les diverses fractions de la matière organique des sols étudiés y compris des humines
- 2/ provoque dans certains cas, la formation d'une biomasse de nature non précisée (mais sans doute d'origine microbienne, des champignons et peut-être des bactéries photochimiotropes qui utiliseraient certains des amino-acides?)

Elles soulignent aussi la présence, dans les humines, d'une fraction peu incorporée aux structures centrales et qui pourraient appartenir à « l'humine extractible par l'ammoniaque » telle que l'ont considérée **Fallek et al. (1978b)**.

CONCLUSIONS

La comparaison des deux méthodes de conservation par séchage et par congélation des échantillons de néorankers centro-pyrénéens conduit à préconiser, lorsque l'étude de la matière organique est envisagée, la conservation par congélation. Au cours du séchage se produisent en effet, outre une augmentation du pH de l'ordre d'une unité, des variations ni contrôlées ni systématiques dans les teneurs en carbone et en azote des diverses fractions organiques, variations accompagnées du passage de ces éléments d'une fraction à l'autre. La mise en évidence de ces phénomènes doit non seulement conduire à une prudence accrue lors des prélèvements du sol faits en vue d'étudier la matière organique, mais éclairer — quelque peu et indirectement — le mécanisme de l'action des périodes sèches au cours de la pédogénèse, action sans doute très dépendante des micro-organismes.

ARTICLES CITES

- Billès G.** (1977). — Contribution à l'effet rhizosphérique sur la production de polysaccharides dans un sol sous graminées — Thèse d'Etat ès-Sciences. Fac. Sc. et tech. du Languedoc — Montpellier.
- Fallek C.** (1977). — Contribution à l'étude de la matière organique de trois rankers pyrénéens — Thèse de 3e cycle, Fac. Sc. et Tech. St-Jérôme, Marseille.
- Fallek C., Ghiglione Cl., Nègre R.** (1978a). — Sur les matières lixiviables de deux rankers pyrénéens — *C.R. Ac. Sc.* Paris, 287, D, 987.
- Fallek C., Ghiglione Cl., Nègre R.** (1978b). — Caractéristiques des humoacides et des humines de deux rankers pyrénéens — *Catena*, 5, 3/4, 321-336.
- Labroue L.** (1976). — Etude écologique des sols alpins du Pic du Midi de Bigorre — Thèse d'Etat, Univ.Toulouse.
- Monnier G., Turc L., Jeanson-Luusinang G.** (1962). — Une méthode de fractionnement densimétrique par centrifugation des matières organiques du sol — *Ann. agro.* 13, 1, 35.
- Nègre R., Ghiglione Cl., Amouroux J.-M.** (1975). — Recherches sur la matière organique des rankers pyrénéens - *Rev. Ecol. Biol. Sol.* 12 (3) : 531.
- Nègre R., Ghiglione Cl.** (1976). *id.*, 2e note : les amino-acides libres — *Bull. Ecol.*, 7, 2, 189.

Les pelouses calcicoles orophiles et nordiques des étages subalpin de type médio-européen et alpin en Ariège et en Pyrénées catalanes occidentales

M. GRUBER *

Résumé — L'auteur étudie les pelouses calcicoles orophiles et nordiques des étages subalpin et alpin de l'Ariège et des Pyrénées catalanes occidentales (Elyno-Seslerietea Br.-Bl. 1948). Il les intègre à deux grands complexes : l'Oxytropo-Elynion Br.-Bl. 1948 et le Primulion intricatae Br.-Bl. 1948).

L'Oxytropo-Elynion, essentiellement alpin et méso-xérophile, correspond aux pelouses fermées à *Elyna myosuroides* où *Oxytropis halleri* domine dans la moitié orientale des Pyrénées (Elyno-Oxytropidetum *halleri* Br.-Bl. 1948) et *O. foucaudii* en Pyrénées occidentales (Carici-Oxytropidetum *foucaudii* Gruber ass. nova).

Le Primulion intricatae subalpine-alpine individualise un grand nombre de groupements à *Geranium cinereum*, *Festuca rubra* var. *commutata*, *Horminum pyrenaicum*, *Adonis pyrenaica* et *Bartsia spicata* proches les uns des autres et représentant des pelouses mésophiles croissant sur des sols frais et humides.

L'auteur compare toutes ces pelouses avec leurs homologues des autres massifs européens (Alpes, Balkans, Apennins, montagnes ibériques ...) de manière à saisir leur valeur biogéographique.

En outre, les spectres biogéographiques montrent que les influences oroméditerranéennes sans y être nulles ne jouent qu'un rôle de second plan à leur niveau.

Ces pelouses ont donc bien une valeur médio-européenne vis-à-vis des pelouses ouvertes des soulans (*Festuco-Seslerietea Barbero et Bonin* 1969) à *Festuca gautieri* d'affinités nettement méridionales.

Abstract — The author studies the northern orophilous calcicolous mountain-grasslands of the subalpine and alpine levels in Ariège and the western catalonian Pyrenees (Elyno-Seslerietea Br.-Bl. 1948). He integrates them in two large complexes : the Oxytropo-Elynion Br.-Bl. 1948 and the Primulion intricatae Br.-Bl. 1948).

The Oxytropo-Elynion, alpine and meso-xerophilous, corresponds with the closed-grasslands with *Elyna myosuroides* where *Oxytropis halleri* predominates in the eastern half of the Pyrenees (Elyno-Oxytropidetum *halleri* Br.-Bl. 1948) and *O. foucaudii* in the western Pyrenees (Carici-Oxytropidetum *foucaudii* Gruber ass. nova).

The Primulion intricatae subalpine-alpine individualizes many plant-communities with *Geranium cinereum*, *Festuca rubra* var. *commutata*, *Horminum pyrenaicum*, *Adonis pyrenaica* and *Bartsia spicata* near one from another and representing the mesophilous grasslands growing on cool and damp soils.

The author likens all these grasslands with their homologous in the other european mountains (Alps, Balkans, Apennines, iberian mountains ...) so as to understand their biogeographical value.

Moreover, the biogeographical spectrums show that the oromediterranean influences are not very important in these grasslands.

This vegetation has a medio-european value towards the open grasslands of the « soulans » (*Festuco-Seslerietea Barbero et Bonin* 1969) with *Festuca gautieri*, in which southern affinities are obvious.

Les pelouses appartenant au vaste ensemble des *Elyno-Seslerietea* Br.-Bl. 1948, prennent un grand développement dans tous les massifs montagneux calcaires élevés de l'Europe moyenne ; elles possèdent un caractère nettement mésophile et végètent sur des sols du type « rendzine », plus ou moins profonds.

L'existence de cette végétation est liée à la présence de carbonates solubles de calcium ou de magnésium ; mais la décalcification très poussée du sol, au moins dans les horizons superficiels, activée par l'humidité relativement importante à l'étage alpin conduit à la colonisation de ces pelouses par des taxons acidiphiles et l'acidification des terrains basiques se poursuit sans arrêt. Seules les actions conjuguées de l'érosion et des troupeaux, qui font ressortir la roche-mère calcaire, permettent à ces pelouses de subsister d'une manière importante.

Du point de vue de leur répartition, les *Elyno-Seslerietea* existent jusqu'en Laponie (Europe septentrionale) où ils n'excèdent guère 600 m d'altitude ; en Norvège, ils remontent environ à 1 000 m. Au Jura, ils ne

* Laboratoire de Botanique et Ecologie méditerranéenne - Faculté des Sciences de Saint-Jérôme - Rue H. Poincaré - 13397 MARSEILLE/CEDEX 4.

s'abaissent pas au-dessous de 1 400 m et aux Alpes ainsi qu'aux Pyrénées, on ne les rencontre que très rarement au-dessous de 1 800 m et ils atteignent plus de 3 000 m.

La classe est caractérisée, dans la dition, par *Silene acaulis*, *Carex rupestris*, *Draba aizoides*, *Oxytropis campestris*, *Dryas octopetala*, *Astragalus alpinus*, *Gentiana nivalis* et *Leontopodium alpinum*.

Toutes les pelouses mésophiles calcicoles d'altitude se rattachent à l'ordre des *Seslerietalia variae* Br.-Bl. 1926, très étendu en Europe moyenne et confiné à quelques grands massifs de l'Europe méridionale comme les Pyrénées, les Carpathes, les Alpes et l'Apennin septentrional.

Aux Balkans, le *Seslerion juncifoliae* Horvat 1930 (*Seslerietalia juncifoliae*) des Dinarides, l'*Edraiantho-Seslerion* Horvat 1949 (*Onobrychi-Seslerietalia*) de Macédoine et l'*Oxytropidion urumovii* Lakusic 1964 (*Crepidetalia incarnatae* Lakusic 1964) du Montenegro, semblent jouer le même rôle que les *Seslerietalia variae*.

En outre, c'est une végétation neutro-basiphile qui croît sur des sols profonds où l'enneigement est d'assez longue durée vis-à-vis des pelouses des *Festuco-Seslerietea* Barbero et Bonin 1969 ; mais les affinités avec les groupements chionophiles sont assez lointaines. L'ordre est caractérisé ici par *Sedum atratum*, *Agrostis alpina*, *Arenaria multicaulis* et *Alchemilla colorata*.

Aux Pyrénées, les *Seslerietalia variae* se scindent en deux alliances bien tranchées :

- le *Primulion intricatae* Br.-Bl. 1948, subalpino-alpin, offre des pelouses mésophiles croissant sur des sols frais, aux ombrées humides ;
- l'*Oxytropo-Elynion* Br.-Bl. 1948, alpin et méso-xérophile, correspond à des pelouses fermées mais parfois écorchées par l'érosion éolienne sur des sols humiques carbonatés assez différenciés et bien souvent stratifiés.

A — LES PELOUSES ALPINES DE L'OXYTROPO-ELYNION Br.-Bl. 1948

Les pelouses méso-xérophiles et neutro-basiphiles de l'*Oxytropo-Elynion* sont particulièrement bien développées aux Alpes. Aux Pyrénées, l'alliance arrive en limite d'aire, mais les conditions climatiques de très haute montagne permettent son épanouissement. L'alliance nous livre *Elyna myosuroides*, *Potentilla late stipula*, *Seseli nanum*, *Carex capillaris*, *C. rosae*, *Oxytropis pyrenaica*, *O. halleri*, *O. foucaudii*, *Cerastium alpinum* ssp. *lanatum*, *Thalictrum alpinum*, *Draba siliquosa*, *Gentianella tenella*, *Saussurea alpina* et *Antennaria carpatica*.

L'*Oxytropo-Elynion* est assez proche de l'*Elynion bellardi* Nordhagen 1936 de Scandinavie s'intégrant à l'ordre des *Elyno-Dryadetalia* Nordhagen 1936 nordique ; mais l'*Elynion bellardi* se distingue par un grand nombre d'espèces boréo-arctiques qui manquent à nos pelouses, alors que l'*Oxytropo-Elynion* contient des éléments d'origines diverses (boréaux, arctiques, orophiles sud-européens et même quelques oroméditerranéens). Deux associations ont été individualisées.

I — L'Elyno-Oxytropidetum halleri Br.-Bl. 1948

Localisation des relevés (tableau 1)

- 1) Cadi-Cristal. Crétacé.
- 2) Cadi-Alasea. Crétacé.
- 3) Casamanya, Coll d'Arenes (Andorre). Dévonien.
- 4) Casamanya, sommet. Dévonien.
- 5) Pic Alt de la Capa (Andorre). Dévonien.
- 6) Pala de Erexé (Aigues-Tortes). Dévonien.
- 7) Montagne de Senry I, près de Llesuy. Dévonien.
- 8) Port de l'Esque (Ariège). Dévonien.
- 9) Mont Valier (Ariège). Dévonien.
- 10) Port d'Urets (Ariège). Dévonien.
- 11) Mail de Bulard (Ariège). Dévonien.
- 12) Pic de Serre Haute (Ariège). Dévonien.

Les plantes suivantes ne sont pas consignées dans le tableau n° I : *Carduus carlinoides* (2,12), *Salix reticulata* (4,10), *Carex parviflora* (4,9), *Luzula lutea* (5,6), *Antennaria dioica* (6,9), *Hieracium breviscapum* (6,7),

Erysimum decumbens (6,7), *Pedicularis comosa* (6,7), *Phyteuma hemisphaericum* (6,10), *Carex ornithopoda* (6,10), *Salix retusa* (9,12), *Armeria alpina* (9,10), *Campanula rotundifolia* (10,12), *Arenaria purpurascens* (10,12), *Dethawia tenuifolia* (11,12), *Sempervivum montanum* (4), *Hieracium lactucella*, subsp. *nanum* (4), *Arabis alpina* (4), *Ranunculus parnassifolius*, subsp. *heterocarpus* (4), *Juncus trifidus* (7), *Alchemilla flabellata* (6), *Saxifraga bryoides* (6), *Saxifraga paniculata* (7), *Alchemilla alpina* (8), *Poa minor* (9), *Tanacetum alpinum* (9), *Myosotis alpina* (9), *Botrychium lunaria* (10), *Leontodon pyrenaicus* (10), *Veronica aphylla* (10), *Luzula* gr. *spicata* (10), *Artemisia umbelliformis* (10), *Campanula scheuchzeri* (10), *Ranunculus alpestris* (10), *Primula integrifolia* (10), *Allium montanum* (11) et *Salix pyrenaica* (12).

Composition floristique, organisation phytosociologique et répartition

L'association a été décrite par **Braun-Blanquet** (1948) en Pyrénées orientales sous le nom d'*Elyno-Oxytropidetum foucaudii*; l'auteur pense que l'endémique pyrénéo-cantabrique *Oxytropis foucaudii* se trouverait dans les pelouses à *Elyna* de cette région. Or, **Kupfer** (1974) après une étude minutieuse arrive à la conclusion que *Oxytropis foucaudii* et *O. halleri* s'excluent de leurs territoires respectifs; ainsi, *O. halleri* serait oriental aux Pyrénées alors que l'autre espèce serait centro-occidentale et ne dépasserait pas vers l'est, le Turbon; nous sommes arrivés à la même conclusion que cet auteur et tous nos échantillons de l'Ariège, de l'Andorre, du Val d'Aran et d'Aigues-Tortes ont pu être rapportés au seul *O. halleri*, alors que ceux du Turbon, très différents, sont incontestablement *O. foucaudii*; c'est la raison pour laquelle nous parlons d'un *Elyno-Oxytropidetum halleri*.

Outre l'*Oxytropis*, ces pelouses sont caractérisées par *Carex rosae* et *Antennaria carpatia*; toutes deux sont des plantes orophiles répandues aux Alpes. La pelouse contient aussi *Elyna myosuroides*, *Potentilla latestipula*, *Oxytropis pyrenaica*, *Seseli nanum*, *Cerastium alpinum* subsp. *lanatum*, *Carex capillaris*, *Draba siliquosa*, *Gentianella tenella*, *Thalictrum alpinum* et *Saussurea alpina* (pour alliance). Pour l'ordre et la classe *Arenaria multicaulis*, *Agrostis alpina*, *Sedum atratum*, *Silene acaulis*, *Draba aizoides*, *Oxytropis campestris* et *Dryas octopetala* sont abondants par places.

L'association est répandue des Pyrénées orientales au Val d'Aran ainsi qu'à la Sierra del Cadi.

Ecologie, évolution

L'*Elyno-Oxytropidetum* typique de l'étage alpin calcicole de la moitié orientale des Pyrénées semble particulièrement à l'aise sur les versants exposés au nord ou à l'ouest; cependant, aux très hautes altitudes, la pelouse existe aux soulans; au-delà de 2.600 m, les conditions climatiques des soulans et des ombrées deviennent assez proches. L'échelonnement altitudinal de l'association la situe entre 2.350 et 2.800 m, c'est-à-dire qu'elle est essentiellement alpine.

L'*Elyno-Oxytropidetum* règne en maître absolu sur les crêtes et les couloirs ventés où la neige est souvent emportée et résiste ainsi aux attaques éoliennes et aux températures extrêmes. Malgré son caractère méso-xérophile, la pelouse ne s'organise pas en gradins ou banquettes; l'inclinaison est en général assez faible (5 à 20 %) et explique sa stabilité relative, sa physionomie peu écorchée et son recouvrement assez important. Ces remarques ont pour corollaire le développement d'un sol assez profond dont le profil est une rendzine atypique (sol humique carbonaté) nettement stratifiée. Le pH du sol n'est pas toujours basique (6,5 à 7,5) et permet la colonisation par certains taxons acidiphiles des *Caricetea curvulae* comme *Pedicularis pyrenaica*, *Erigeron aragonensis*, *Festuca supina* ... au fur et à mesure de son évolution, le sol devient plus acide et le nombre de plantes basiphiles diminue au profit des indicatrices du *Festucion supinae*; à la limite et si les conditions édapho-climatiques le permettent, on peut suivre le passage vers la pelouse à *Festuca supina* (alpin silicicole). Mais très souvent, aux hautes altitudes, la roche-mère est sans cesse remise à nu favorisant l'extension de la pelouse à *Elyna* aidée par les pionniers lithophiles que sont *Helictotrichon montanum*, *Saxifraga oppositifolia* subsp. *murithiana*, *seseli nanum*, *Galium pyrenaicum* et *Thymus nervosus*.

Très souvent, les éboulis à faible pente sont colonisés par *Dryas octopetala* qui forme de véritables gradins (Port d'Urets, Pala de Erexe, Casamanya et Fita Baqueira) où s'accumule une couche d'humus noir favorisant l'installation de l'*Elyno-Oxytropidetum*; il s'individualise alors une sous-association *dryaetosum* que **Braun-Blanquet** (1948) distingue en Pyrénées orientales et qui ne manque pas ici.

Affinités

L'*Elyno-Oxytropidetum* est-pyrénéen, est l'homologue des groupements centro-occidentaux pyrénéens où *Oxytropis foucaudii* remplace *O. halleri*; **Chouard** (1949) signale une pelouse à *Elyna* et *O. foucaudii*, « terme final sur les aires convexes calcaires ». Aux Pyrénées centrales les pelouses à *Elyna* s'enrichissent d'*Oxytropis pyrenaica*, *Festuca pyrenaica*, *Geranium cinereum* et *Arenaria purpurascens*, dont l'optimum n'est pas obligatoirement au sein de ces pelouses.

Les Pyrénées représentent le dernier bastion des associations à *Elyna* pour la péninsule ibérique. En Cordillère cantabrique, aucune pelouse ne rappelle l'*Oxytropo-Elynion*.

L'*Elyno-Oxytropidetum* est l'homologue de l'*Elynetum* Br.-Bl. 1913 alpigène, mais les deux associations conservent une bonne individualité floristique. Barbero (1972) décrit un *Elynetum* aux Alpes maritimes et ligures très affine de celui des Alpes centrales mais qui offre plusieurs espèces xérophiles comme *Helictotrichon montanum*, *Helianthemum alpestre*, *Pedicularis gyroflexa*, *Globularia repens* ... conférant une teinte méridionale à l'*Elynetum* de cette région des Alpes.

Il en est de même pour l'*Elyno-Oxytropidetum* pyrénéen avec *Helictotrichon montanum*, *Galium pyrenaicum*, *Gentiana verna*, *Thymus nervosus*, *Minuartia verna*, *Helianthemum alpestre*, *Daphne cneorum* ... taxons représentatifs des pelouses écorchées des *Festuco-Seslerietea*.

Dans l'Apennin et les Balkans moyen, *Elyna myosuroides* et ses compagnes se diluent au sein des pelouses des *Seslerietalia juncifoliae*, des *Onobrychi-Seslerietea* et des *Crepidetalia incarnatae*. On observe là, *Elyna myosuroides*, *Oxytropis campestris*, *O. pilosa*, *O. prenja*, *O. urumovii*, *O. halleri*, *O. jacquinii*, *Sedum atratum*, *Dryas octopetala*, *Ranunculus thora*, *Leontopodium alpinum*, *Carex rupestris*, *Astragalus australis*, *Polygonum viviparum*, *Pinguicula alpina*, *Silene acaulis*, *Cerastium alpinum* subsp. *lanatum*, *Saussurea alpina* ...

Aspect biogéographique

Circumbor.	Euras.	Eur.	End. Pyr. Cant. et Ibér.	Or. Médit.
2,7 %	2,7 %	1,4 %	18,9 %	6,8 %
Arct. alp.	Or. Eur.	Cosm.	Médit. s.l.	Holarctiques
18,9 %	48,6 %	0 %	16,2 %	83,8 %
Spectre global				

On peut tirer de ces spectres biogéographiques trois conclusions importantes :

— l'individualité floristique des pelouses à *Elyna* pyrénéennes est certaine vis-à-vis de l'*Elynetum* alpigène (près de 19 % d'endémiques et ibériques divers).

— le contingent arctico-alpin est relativement important (19 %) témoignage des conditions bioclimatiques sévères qui conditionnent l'existence de ces pelouses.

— l'influence méridionale est significative par rapport à l'*Elynetum* des Alpes centrales (16 % d'oroméditerranéens).

II — Le *Carici brevicollis-Oxytropidetum foucaudii* Gruber ass. nova

Localisation des relevés (tableau n° 2)

- 1) Crête du Turbon à l'est du Cirque de San Adrian (Aragon). Crétacé.
- 2) Petit col venté au-dessus du Cirque de San Adrian. Crétacé.
- 3) Crête du Turbon à l'ouest du Cirque de San Adrian. Crétacé.
- 4) Crête du Turbon à l'ouest du Cirque de San Adrian. Crétacé.

Composition floristique, organisation phytosociologique et répartition.

Dans le massif du Turbon, situé aux confins des Pyrénées aragonaises, une pelouse différente se développe sur les crêtes sommitales de l'étage alpin ; cette végétation rare, dont nous n'avons pu réunir qu'un petit nombre de relevés, est dominée par deux espèces intéressantes : *Oxytropis foucaudii* et *Carex brevicollis*.

— *Oxytropis foucaudii*, endémique pyrénéo-cantabrique, remplace ici *O. halleri* dont l'aire s'arrêterait au Val d'Aran (Kupfer, 1974). Quant à *Carex brevicollis*, orophile sud-européen, souvent plus abondant ici que l'*Elyna* lui-même, il se retrouve encore en Cordillère cantabro-asturienne, à la Peña Montañesa et à la Sierra de Guara ; on le connaît aussi aux Corbières. Au Turbon, *C. brevicollis* joue un peu le même rôle que l'*Elyna* et il abonde dans les pelouses rocailleuses ventées des crêtes et des cols, entre 2.000 et 2.400 m ; partout

où cette plante s'accroche et résiste, un semblant de pelouse continue se forme ainsi qu'un sol plus différencié que celui du *Saponario-Festucetum gautieri* environnant; *Elyna myosuroides* reste toujours très peu abondant au Turbon et ne forme pas des pelouses continues.

Cette pelouse contient aussi *Potentilla latestipula*, *Seseli nanum* (pionnier sur les éboulis calcaires), *Carex capillaris*, *Oxytropis pyrenaica*, *Cerastium alpinum* subsp. *lanatum*, *Thalictrum alpinum* et *Saussurea alpina*; cette dernière espèce a été découverte par nous-même (1975 a) en effectuant un relevé dans un lambeau de ce type de pelouse, au fond du Cirque de San Adrian.

Les unités supérieures, ordre et classe, sont représentées par *Trifolium thalii*, *Agrostis alpina*, *Alchemilla colorata*, *Sedum atratum*, *Silene acaulis* et *Carex rupestris*.

Vis-à-vis de l'association précédente, ces pelouses possèdent des différentielles thermophiles telles que *Jurinea humilis*, *Arenaria tetraquetra* et *Festuca pyrenaica* absentes de l'*Elyno-Oxytropidetum* oriental.

Ecologie, évolution

Le *Carici-Oxytropidetum* se localise aux stations les plus froides et les plus exposées aux courants d'air de l'étage alpin du Turbon; là, il constitue de petites pelouses d'aspect écorché, mais tranchant très bien sur les groupements à *Festuca gautieri* en gradins. La faible couverture végétale (35 à 60 %) s'accompagne d'une mauvaise différenciation du sol qui est une rendzine à stratification à peine ébauchée. L'association colonise les zones les moins pentues permettant un semblant d'équilibre. Lorsqu'un sol se constitue et qu'il y a assez d'humidité (névée à proximité), quelques plantes acidiphiles apparaissent (*Jasione crispa*, *Trifolium alpinum* ...) comme pour l'*Elyno-Oxytropidetum*; mais on ne voit pas au Turbon une quelconque évolution vers le *Festucion supinae*. Inversement, sa dégradation conduit à la pelouse ouverte à *Festuca gautieri*.

Affinités

Les pelouses à *Elyna* et *Oxytropis foucaudii* sont les homologues de l'*Elyno-Oxytropidetum halleri* est-pyrénéen; bien plus que ce dernier, les pelouses alpines du Turbon offrent une forte teinte méridionale et les transgressives des *Festuco-Seslerietea* ne manquent pas avec *Helianthemum alpestre*, *Plantago monosperma*, *Daphne cneorum*, *Thymus nervosus*, *Galium pyrenaicum*, *Koeleria vallesiana* subsp. *humilis*, *Androsace villosa*, *Helictotrichon montanum*, *Paronychia serpyllifolia*, *Viola rupestris*, *Gentiana verna*, *Sesleria albicans*, *Festuca gautieri* ...

Bien que plus thermophiles, ces pelouses du Turbon sont certainement très affines du groupement à *Elyna* et *Oxytropis foucaudii* des aires convexes calcaires aux Pyrénées centrales (Chouard, 1949).

Il faut noter d'autre part que le *Carici-Oxytropidetum* s'éloigne assez fortement de l'*Elynetum* alpin par son écologie et sa composition floristique.

Aspect biogéographique

Circumbor.	Euras.	Eur.	End. Pyr. Cant. et Ibér.	Or. Médit.
5,1 %	5,1 %	1,7 %	33,9 %	10,2 %
Arct. alp.	Or. Eur.	Cosm.	Médit. s.l.	Holarctiques
11,9 %	32,1 %	0 %	27,1 %	72,9 %
Spectre global				

On peut faire quelques remarques :

— une grande individualité floristique vis-à-vis de tous les groupements étudiés ci-dessus (34 % d'endémiques et ibériques).

— les éléments oroméditerranéens largement présents au niveau de cette pelouse alpine (27 % de méditerranéens au sens large).

— c'est la seule association du Turbon avec quelques combes à neige du Cirque de San Adrian qui constitue un lieu de refuge des taxons arctico-alpins (près de 12 %).

B — LES PELOUSES MÉSOPHILES SUBALPINES ET ALPINES DU *PRIMULION INTRICATAE* Br.-Bl. 1948

Braun-Blanquet (1948) constate avec raison l'absence aux Pyrénées de l'alliance alpigène mésophile, *Caricion ferrugineae* Br.-Bl. 1931, mais il observe des groupements mésophiles ayant des affinités écologiques avec cette unité phytosociologique qu'il range faute de mieux au sein d'une nouvelle alliance dénommée *Primulion intricatae* dont il n'est pas facile de saisir l'individualité phytosociologique car ces derniers sont généralement soumis à un pâturage intensif.

Le *Primulion intricatae* est caractérisé ici par bon nombre de taxons basiphiles ou neutro-basiphiles comme *Alchemilla plicatula*, *Trifolium thalii*, *T. badium*, *Ranunculus gouanii*, *R. thora*, *Adonis pyrenaica*, *Primula intricata*, *Helianthemum nummularium* subsp. *tomentosum*, *Salix pyrenaica*, *Gentianella campestris*, *Arabis corymbiflora*, *Sideritis hyssopifolia* var. *pyrenaica*, *Anemone narcissiflora*, *Geranium cinereum*, *Horminum pyrenaicum*, *Geum pyrenaicum*, *Bartsia spicata*, *Globularia nudicaulis*, *Scabiosa cinerea*, *Festuca rubra* var. *commutata* ...

L'alliance a été retrouvée dans la région du Mongrony par Vigo (1972) et le bassin du Cardener (Berga) par Vives (1964); en Pyrénées centro-occidentales, des pelouses mésophiles voisines sont signalées par Chouard (1949) et Dendaletche (1971 et 1972).

Devant l'extrême difficulté pour interpréter certaines pelouses mésophiles calcicoles des Alpes maritimes et ligures, difficulté qu'avait déjà remarquée Guinochet (1938), Barbero (1972) arrive à la conclusion que le *Primulion intricatae* existait bel et bien aux Alpes méridionales; il possède en commun avec celui des Pyrénées, *Alchemilla plicatula*, *Anemone narcissiflora*, *Horminum pyrenaicum*, *Primula intricata*, *Ranunculus thora* et *Festuca rubra* var. *commutata*.

Divers groupements pas toujours faciles à distinguer ont pu être envisagés ici :

- un groupement à *Geranium cinereum* et *Ranunculus gouanii*.
- un groupement à *Festuca rubra* var. *commutata* et *Trifolium thalii*.
- un groupement à *Alchemilla plicatula* et *Adonis pyrenaica*.
- un groupement à *Horminum pyrenaicum* et *Geum pyrenaicum*.
- un groupement à *Bartsia spicata* et *Scabiosa cinerea*.

I — Le *Geranio cinerei-Ranunculetum gouanii* Gruber ass. nova

Localisation des relevés (tableau n° 3)

- 1) Fita Baqueira (Aran). Dévonien.
- 2) Fita Baqueira (Aran). Dévonien.
- 3) Pala de Erexé (Aigues-Tortes). Dévonien.
- 4) Port de Salau (Ariège). Dévonien.
- 5) Port de Salau.
- 6) Port d'Aula (Ariège). Dévonien.
- 7) Port d'Aula.
- 8) Port d'Orle (Ariège). Dévonien.
- 9) Pic de Serre Haute (Ariège). Dévonien.
- 10) Pic de la Calabasse (Ariège). Dévonien.

Les plantes suivantes n'auraient figuré qu'une seule fois sur le tableau n° 3 : *Carex caryophylla* (2), *Alchemilla lapeyrousii* (2), *Antennaria dioica* (2), *Polygala calcarea* (4), *Carlina acaulis* (9), *Trifolium pratense* subsp. *nivale* (6), *Achillea millefolium* (2), *Armeria alpina* (1), *Geum montanum* (1), *Luzula* gr. *spicata* (2), *Hieracium hypeurum* (2), *Saxifraga caesia* (4), *Conopodium majus* (4), *Thymelaea dioica* (4), *Campanula precatatoria* (5), *Viola cornuta* (6), *Phleum alpinum* (6), *Aquilegia pyrenaica* (7), *Helleborus viridis* subsp. *occidentalis* (7), *Potentilla nivalis* (8), *Rhinanthus mediterraneus* (8), *Polygala alpestris* (8), *Cystopteris fragilis* (9), *Festuca glacialis* (9), *Rhododendron ferrugineum* (10), et *Pedicularis pyrenaica* (10).

Composition floristique, organisation phytosociologique et répartition

C'est la pelouse mésophile à *Geranium cinereum* dont la sous-espèce *cinereum* est endémique des Pyrénées centrales et occidentales ; ce taxon, incontestablement de souche méditerranéenne, ne dépasse pas vers l'est le Port de Saleix et la Pala de Erexe. Deux autres espèces semblent particulièrement liées à ces pelouses : *Ranunculus gouanii* et *Trifolium badium*.

– *Ranunculus gouanii* est endémique des Pyrénées ; c'est une plante du groupe *R. montanus* qui affectionne les endroits frais et les sols un peu humides ; elle est une bonne caractéristique des pelouses à *Geranium cinereum*.

– *Trifolium badium*, orophile centre et sud-européen, recherche les lieux frais et un peu humides mais de préférence sur les sols surchargés en carbonates de calcium ; il est significatif aussi dans les groupements alpiques du *Caricion ferrugineae*.

Du *Primulion intricatae* se remarquent aussi *Primula intricata*, *Trifolium thalii*, *Alchemilla plicatula*, *Salix pyrenaica*, *Ranunculus thora*, *Helianthemum nummularium* subsp. *tomentosum* ... *Festuca rubra* var. *commutata* ne manque pas non plus.

Les unités supérieures, ordre et classe montrent aussi *Potentilla latestipula*, *Arenaria multicaulis*, *Sedum atratum*, *Agrostis alpina*, *Dryas octopetala*, *Oxytropis campestris*, *Silene acaulis* ...

Le caractère mésophile de l'association limite la représentation des *Festuco-Seslerietea* qui se réduisent à *Acinos alpinus*, *Helictotrichon montanum* et *Erigeron pyrenaicus*.

Par contre les taxons acidiphiles ne font pas défaut avec surtout *Plantago alpina*, *Cerastium arvense* subsp. *strictum*, *Botrychium lunaria*, *Luzula nutans*, *Euphrasia alpina*, *Hieracium lactucella* subsp. *nanum*, *Gentiana kochiana* ...

Nous avons observé le *Geranio-Ranunculetum* sur les principales hautes montagnes calcaires de l'Ariège (à l'ouest du Port de Saleix), du Val d'Aran et du Pallars (jusqu'à Montgarri et Espot).

Ecologie, évolution

C'est un groupement mésophile dont les individus d'association restent toujours assez peu étendu, confinés aux replats humides ou aux légères pentes calcaires situées aux ombrées ; aux plus hautes altitudes, il colonise même les soulans calcaires au niveau des dépressions.

L'extension altitudinale (de 2.000 à 2.400 m) le place incontestablement entre la frange supérieure de l'étage subalpin et la base de l'alpin. Le recouvrement est rarement total (50 à 90 %) d'où l'aspect légèrement ouvert et même rocailleux. Le *Geranio-Ranunculetum* affectionne les dépressions ou les pentes à enneigement moyen qui retiennent l'eau et permettent la constitution d'un sol frais ; ce dernier est du type humique carbonaté légèrement stratifié et sa réaction est faiblement basique, neutre et même parfois un peu acide (pH 6,5 à 7,5).

Par acidification poussée, la pelouse s'enrichit en espèces du *Nardion* ou du *Festucion supinae*. Lorsque l'enrichissement en indicatrices du *Nardion* se produit, la pelouse fait le passage avec la Nardaie mésophile de l'étage subalpin (*Alchemillo-Nardetum* Gruber 1975).

Affinités

L'association se retrouve certainement sous des formes voisines en Pyrénées centro-occidentales. Nègre (1969) ne signale pas ces pelouses dans la vallée de l'One. Dendaletche (1971 et 1972) indique, en Pyrénées Occidentales, des balms hygrophiles (« landines hygrophiles ») à *Geranium cinereum*, *Bartsia alpina*, *Geum pyrenaicum*, *Polygonum viviparum*, *Ranunculus thora*, *Carex sempervirens*, *Salix pyrenaica* ... très proches de notre association. Un groupement voisin existe au Port de Venasque, au-dessus de Bielsa et dans les montagnes de Castanesa. Losa et Montserrat (1947) indiquent *Geranium cinereum* jusqu'à 2.800 m au Mont Perdu.

Aux Alpes, *Geranium cinereum* est inexistant et il est difficile de faire le rapport avec d'autres groupements du *Caricion ferrugineae* ou du *Primulion intricatae* alpiques. Aux Balkans et en Italie centro-méridionale, *Geranium cinereum* subsp. *subcaulescens* colonise les éboulis calcaires et certaines pelouses rocailleuses mais son écologie paraît cependant s'éloigner notablement du taxon pyrénéen. Quézel (1957) montre le caractère rupicole et calcicole de *Geranium cinereum* subsp. *nanum* dans le grand Atlas et le moyen Atlas orientaux.

Aspect biogéographique

Cosm.	Circumbor.	Euras. et Eurosib.	Eur.	End., Pyr. Cant. et ibér.	Médit.
1,1 %	7,9 %	3,4 %	4,5 %	19,1 %	2,2 %
Or. Médit.	Act. Alp.	Or. Eur.			
4,5 %	11,2 %	46,1 %			

Globalement on obtient :

Cosm.	Médit. s.l.	Holarctiques
1,1 %	14,6 %	84,3 %

On peut noter divers éléments :

- une nette dominance de l'élément orophile européen et sud-européen (plus de 46 % de la flore).
- une individualité floristique certaine avec 19 % d'endémiques et ibériques.
- un faible développement de l'élément oroméditerranéen, inférieur à celui de l'*Elyno-Oxytropidetum halleri* (14 %); cela traduit la mésophilie de l'association.
- une assez bonne représentation de l'élément arctico-alpin (plus de 11 %).

II — Le *Festuco commutatae-Trifolietum thalii* Br.-Bl. 1948**Localisation des relevés (tableau n° 4)**

- 1) Près du Col de Jou (Cadi). Crétacé.
- 2) Au pied du Monseny de Capdella (Aigues-Tortes). Dévonien.

Composition floristique, organisation phytosociologique et répartition

Nous avons réuni seulement deux relevés de cette végétation plutôt rare dans la région puisqu'elle y est remplacée à l'ouest par les pelouses à *Geranium cinereum*. C'est une pelouse fermée dominée par *Festuca rubra* var. *commutata*, *Trifolium thalii*, *Primula intricata*, *Ranunculus thora*, *Salix pyrenaica*, *Alchemilla plicatula*, *Potentilla latestipula*, *Silene acaulis* ...

Braun-Blanquet (1948) la décrit fort bien en Pyrénées orientales, entre 2.000 et 2.400 m; l'auteur constate le cotoiement à ce niveau des taxons neutro-basiphiles des *Seslerietalia varia*e et des indicatrices acidiphiles des *Caricetea curvulae*; *Nardus stricta*, *Hieracium lactucella* subsp. *nanum*, *Gentiana kochiana*, *Cerastium arvense* subsp. *strictum*, *Trifolium pratense* subsp. *nivale* sont capables de coloniser cette pelouse.

Vives (1964) dans le haut Cardener (zone de Berga) indique une communauté à *Antennaria dioica* et *Carex caryophylla* où se rencontre *Festuca rubra* var. *commutata*, très affine du groupement décrit par Braun-Blanquet (l.c.).

Vigo (1972) individualise au Mongrony une association à *Gentiana acaulis* et *Primula intricata* où se remarquent conjointement des plantes calcicoles et silicicoles; cependant, parmi les relevés donnés par l'auteur bon nombre peuvent se ranger dans l'association à *Alchemilla flabellata* et *Nardus stricta* (Gruber, 1975 c) décrite de l'étage subalpin et qui regroupe les Nardaies sèches, mésophiles des terrains siliceux mais aussi décalcifiés. Seuls, les relevés 1 à 3 se rapprochent vraiment du *Festuco-Trifolietum thalii*.

Ecologie, évolution

L'association semble affectionner l'étage subalpin dans les dépressions humides et sur les versants peu inclinés exposés au nord bénéficiant d'une durée moyenne d'enneigement; la pelouse très mésophile, offre toujours un recouvrement presque total (90 à 100%). Le sol est bien différencié, jamais pierreux, assez profond et stratifié (jusqu'à 40 cm de profondeur); c'est un sol humique carbonaté, partiellement décalcifié.

Vigo (1972) indique son *Gentiano-Primuletum* de la Serra de Mongrony et du Taga-Cavallera entre 1.750 et 2.000 m, donc subalpin. Braun-Blanquet (1948) donne des relevés qui proviennent de la Portelle d'Orlu et du Roc Blanc du Llaurenti, entre 2.350 et 2.380 m donc alpins (frange inférieure); l'auteur précise aussi la qualité excellente des pâturages constitués par ces pelouses.

Du point de vue évolutif, si le sol s'assèche on retourne vers une pelouse écorchée où *Festuca gautieri* et surtout *Helictotrichon montanum* reprennent le dessus. Lorsque les mêmes conditions se maintiennent, le sol s'approfondissant, s'acidifie et on passe quelquefois soit à une Nardaie méso-hygrophile à *Gentiana pyrenaica* et *Selinum pyrenaicum*, soit le plus souvent à la Nardaie sèche à *Alchemilla flabellata*; beaucoup plus rarement encore la succession pourrait conduire au *Trifolio-Alopecuretum gerardii* (Nardion).

Affinités

Le *Festuco-Trifolietum* est donc très proche des groupements décrits par Vigo (1972) et Vives (1964) aux Pyrénées sud-orientales. L'association existe au Cadi et dans d'autres secteurs des Pyrénées catalanes sans y différencier des pelouses très étendues; en effet, en Pyrénées catalanes occidentales, c'est plutôt l'*Alchemillo-Nardetum* qui est l'élément physionomique dominant des pâturages de l'étage subalpin (même sur les substrats calcaires).

En Pyrénées centrales, Chouard (1949) individualise parmi les pelouses méso-hygrophiles, un groupement à *Carex sempervirens*, *Geum pyrenaicum* et *Sesleria caerulea*, de préférence sur les sols calcaires frais à l'étage subalpin et dont l'écologie rappelle le *Festuco-Trifolietum*.

Claustres (1966) dans la vallée de Saleix (Ariège) distingue des pelouses calcicoles subalpines méso-hygrophiles plus ou moins acidifiées à *Agrostis vulgaris* et *Festuca rubra* var. *commutata* qu'il pense être proches du *Festuco-Trifolietum*; mais là l'abondance de *Festuca eskia*, *Nardus stricta*, *Phleum alpinum*, *Carex granitica*, *Selinum pyrenaicum*, *Potentilla erecta*, *Alchemilla alpina*, *Jasione laevis*, *Calluna vulgaris* ..., alors que *Trifolium thalii* et *Primula intricata* demeurent rares, nous conduisent à placer ces pelouses au sein du *Nardion* mésophile.

En dehors des Pyrénées, le *Festuco violaceae-Trifolietum thalii* des Alpes est l'équivalent écologique et phytosociologique du *Festuco-Trifolietum* pyrénéen; le groupement alpin est caractérisé selon Barbero (1972) par *Festuca violacea*, *Trifolium thalii*, *Trollius europaeus* et *Trifolium badium* et s'intègre au sein du *Primulion intricatae* pour les Alpes méridionales alors qu'aux Alpes septentrionales et centrales c'est au *Caricion ferrugineae* qu'il se rapporte; d'ailleurs, Guinochet (1938) pense qu'il s'agit d'une sous-association à *Plantago serpentina* spéciale aux Alpes méridionales.

Des pelouses très voisines apparaissent dans l'Apennin septentrional et central où s'observe l'association à *Festuca violacea* var. *macranthera* et *Luzula bulgarica* Bruno et Bazzicchelli 1966.

Aspect biogéographique

Circumbor.	Euras. et Eurosib.	Eur.	End., Pyr. Cant. et ibér.	Médit.
7,8 %	5,9 %	13,7 %	13,7 %	2 %
Or. Médit.	Arct. alp.	Or. Eur.	Médit. s.l.	Holarctiques
7,8 %	11,8 %	37,3 %	13,7 %	86,3 %
Spectre global				

Le caractère mésophile de la pelouse ressort avec la dominance très significative du contingent holarctique (86,3 %).

III — L'*Alchemillo plicatulae-Adonisatum pyrenaicae* (Br.-Bl. 1948) Gruber emend.

Localisation des relevés (tableau n° 5)

- 1) Crête des Canals (Turbon). Crétacé.
- 2) Crête des Canals. Crétacé.
- 3) Versant est du Turbon. Crétacé.
- 4) Montaigne de Senry I, près du Llesuy. Dévonien.
- 5) Cadi-Cristal, versant sud. Crétacé.

Composition floristique, organisation phytosociologique et répartition

Braun-Blanquet (1948) à Eyne et à la Sierra del Cadi définit un groupement très spécial orné des étoiles jaunes de l'*Adonis pyrenaica* dont il ne sait s'il constitue une sous-association du *Festuco-Trifolietum* ou

une association indépendante. Il cite d'ailleurs un seul relevé, pris en toute hâte, près du Col de Tancalaporta à 2.150 m au-dessus de Bellver (Cerdagne).

Alchemilla plicatula est particulièrement abondant avec l'*Adonis* et peut donc être considéré comme caractéristique. A ces espèces s'ajoutent, *Trifolium thalii*, *Primula intricata*, *Sedum atratum*, *Silene acaulis*, *Potentilla latestipula*, *Festuca rubra* var. *commutata* présentes dans le *Primulion intricatae* et quelques plantes des *Festuco-Seslerietea* comme *Eryngium bourgatii*, *Carduus carlinifolius* subsp. *timbali*, *Festuca gautieri*, *Vicia pyrenaica*, *Helictotrichon montanum*, *Scutellaria alpina* ...

L'appartenance au *Primulion intricatae* ne paraît pas devoir être mise en doute ; cependant, l'affinité avec les mégaphorbiées ou les groupements nitrophiles est également à noter avec *Aconitum lamarckii*, *Chenopodium bonus-henricus*, *Urtica dioica*, *Taraxacum pyrenaicum*, *Aconitum napellus*, *Ac. anthora*, *Lilium maritagon*, *Actaea spicata*, *Lamium album* et *Helleborus viridis* subsp. *occidentalis*.

Nous avons observé cette association au Turbon, près de Llesuy et au Cadi.

Ecologie, évolution

L'association mésophile, colonise les couloirs frais bien abrités et peu ensoleillés des montagnes calcaires à l'étage subalpin (2.000 à 2.320 m). L'aspect est luxuriant donnant un peu une impression de mégaphorbiée.

Les sols sont pierreux et la neige y séjourne assez longtemps ; de ce fait, le sol est en général frais et il s'enrichit en humus carbonaté devenant ainsi stratifié ; le pH est en général basique ou légèrement acide (6,8 à 7,5) et peut favoriser l'installation de quelques plantes acidiphiles. Le recouvrement est assez important (80 à 100 %) et la pente plutôt faible (10 à 20 %) ; cela explique la richesse relative du sol.

Cette prairie, d'aspect engageant, est en fait dédaignée par les troupeaux étant donnée la quantité de plantes toxiques qu'elle renferme. Bien abritée, dotée d'un bon enneigement et peu pâturée cette pelouse est stable et c'est à peine si on voit se glisser quelques taxons calcifuges qui changent la physionomie du groupement (*Trifolium pratense* subsp. *nivale*, *Ajuga pyramidalis*, *Campanula recta* ...).

Affinités

L'*Alchemillo-Adonis*etum semble confiné au Cadi, au Senry I et au Turbon ; *Adonis pyrenaica* existe aussi à Castanesa (Aragon). De toutes manières, ces pelouses sont assez rares et toujours de faible étendue.

A part les Pyrénées, *Adonis pyrenaica* existe dans une seule station des Alpes maritimes à l'ubac du Col des champs, près de St-Martin d'Entraunes ; Barbero (1972) souligne que l'écologie de cette espèce est ici différente, car elle y colonise des éboulis frais. C'est aussi sa localisation en quelques lieux des Pyrénées orientales.

Aspect biogéographique

Cosm.	Circumbor.	Euras	Eur.	End., Pyr. Cant. et Ibér.	Médit.
4,7 %	9,3 %	11,6 %	11,6 %	18,6 %	2,3 %
Atl.	Or. Médit.	Arct. alp.	Or. Eur.		
2,3 %	4,7 %	2,3 %	32,6 %		
Holarctiques	Médit. s. l.	Cosm.			
81,3 %	14 %	4,7 %			
Spectre global					

Comme pour les autres associations du *Primulion intricatae*, la représentation du contingent oroméditerranéen est modeste dans ce groupement mésophile ; notons la dominance des orophiles européens et sud-européens et la faible apparition du contingent arctico-alpin.

IV — Le groupement à *Horminum pyrenaicum* et *Geum pyrenaicum*

Localisation des relevés (tableau n° 6)

- 1) Versant nord du Pic de l'Escalette. Crétacé (Hte Garonne).
- 2) Versant nord du Pic de l'Escalette. Crétacé (Hte Garonne).

Composition floristique, organisation phytosociologique et répartition

Gausсен (1924) indique avec raison qu'*Horminum pyrenaicum* n'est pas répandu dans toute la chaîne pyrénéenne et qu'il ne dépasse pas vers l'est les Pics de l'Escalette et de Cagire en Haute-Garonne ; la plante n'atteint donc pas le département de l'Ariège lui-même. Elle colonise là des pelouses mésophiles calcicoles de pente moyenne en compagnie de *Geum pyrenaicum*, *Salix pyrenaica*, *Alchemilla palicatulula*, *Helianthemum nummularium* subsp. *tomentosum*, *Primula intricata* et *Ranunculus gouanii* ; *Geum pyrenaicum* (endémique des Pyrénées) est sans doute une bonne caractéristique du groupement demeurant rare en Pyrénées orientales.

On peut bien observer ces pelouses particulières au versant nord du Pic de l'Escalette où elles prennent une certaine extension ; ajoutant au caractère mésophile, deux taxons arctico-alpins s'observent dans cette pelouse : *Dryas octopetala* (abondant) et *Oxytropis campestris* (plus rare).

Les *Festuco-Seslerietea* se réduisent ici à *Carex sempervirens*, *Gentiana verna* et *Scutellaria alpina*. Au sein des compagnes, figurent des espèces mésophiles comme *Polygonum viviparum*, *Helleborus occidentalis*, *Saxifraga umbrosa*, *Trifolium pratense* subsp. *nivale*, *Bartsia alpina*, *Phleum alpinum*, *Geranium sylvaticum* et *Rhododendron ferrugineum* (certaines sont des acidiphiles préférées).

Ecologie, évolution

Localisée strictement à l'ombrée de l'étape subalpin (1.700 à 1.900 m) la pelouse à *Horminum pyrenaicum* possède un caractère nettement mésophile ; le recouvrement sans être total est toujours important (70 à 80 %) et la pente peu accusée (20 à 30 %) ; si on ajoute que ces massifs prépyrénéens septentrionaux (Escalette, Cagire) sont particulièrement arrosés (près de 3 m d'eau), car soumis directement aux vents océaniques, on peut imaginer que l'association pourra différencier un sol, parfois rocailleux, mais le plus souvent assez riche, plutôt profond (jusqu'à 40 ou 50 cm) et plus ou moins stratifié (sol humique carbonaté). Le pH est légèrement basique, neutre ou légèrement acide (6,5 à 8) ce qui permet à quelques taxons acidiphiles de s'adapter dans ce milieu mésophile.

Parfois sur les marges des individus d'association, *Horminum pyrenaicum* se comporte en pionnier capable de fixer les éboulis fins ou les pierrailles à pente faible. Si rien ne vient déranger l'évolution et le sol s'acidifiant, la pelouse peut se transformer petit à petit en un Nardaie mésophile du type *Alchemillo-Nardetum* ; mais les troupeaux peuvent activer cette évolution.

Par contre, la destruction et l'ouverture de la pelouse par les actions éoliennes et la solifluction conduit si la pente est assez peu accusée à une recolonisation par les espèces pionnières, *Dryas octopetala*, *Horminum pyrenaicum*, *Salix pyrenaica*, *Helianthemum nummularium* subsp. *tomentosum* ... formant une sorte de « landine ».

Affinités

Le groupement que nous individualisons ici, se retrouve très semblable en Pyrénées centrales où Chouard (1949) indique une association à *Carex sempervirens*, *Geum pyrenaicum* et *Sesleria coerulea*, de préférence sur sols calcaires frais à l'étage subalpin. En Pyrénées occidentales (Pics d'Anie et d'Orhy), Dendaletche (1971 et 1972) reconnaît une « landine » hygrophile à *Salix pyrenaica*, *Polygonum viviparum*, *Geum pyrenaicum*, *Pulsatilla alpina*, *Geranium cinereum* ... dont l'écologie est proche de notre association ; il souligne aussi, au Pic d'Anie, la présence de coulées à *Horminum pyrenaicum* au pied des balms à *Ranunculus thora* sur éboulis fins qui s'installeraient au niveau des épanchements d'eaux carbonatées ; *Horminum pyrenaicum* peut donc là aussi se comporter comme un pionnier sur les éboulis calcaires fins.

Aux Alpes, *Horminum pyrenaicum* est une caractéristique régionale du *Seslerio-Semperviretum* Br.-Bl. 1926, dont le caractère mésophile est plus accusé qu'au niveau des communautés à *Festuca gautieri* pyrénéennes ou à *Helictotrichon montanum* et *H. sempervirens* alpiques. Aussi, dans les Alpes méridionales Barbero (1972) considère *H. pyrenaicum* comme une caractéristique de l'*Alchemillo-Poetum violaceae* Lacoste 1965 intégré

au *Primulion intricatae*. L'espèce réapparaît aux Alpes apuanes (Barbero, 1972) dans des conditions très semblables; dans les secteurs insubrien et gardesan-dolomitique une alliance endémique, le *Caricion austroalpinae* Sutter 1962 (affine du *Primulion intricatae*) possède aussi cette magnifique plante.

Aspect biogéographique

Circumbor.	Euras. et Eurosib.	Eur.	End., Pyr. Cant. et Ibér.	Or. Médit.
6,1 %	9,1 %	12,1 %	12,1 %	6,1 %
Atl.	Arct. alp.	Or. Eur.	Médit. s.l.	Holarctiques
6,1 %	12,1 %	36,3 %	6,1 %	93,9 %
Spectre global				

Le caractère méridional est peu accusé (seulement 6,1 % de taxons oro-méditerranéens); l'élément arctico-alpin, malgré l'altitude relativement faible (moins de 1.900 m) est assez bien représenté (12,1 %) et témoigne du caractère mésophile de la pelouse.

V — Le groupement à *Bartsia spicata* et *scabiosa cinerea*

Bartsia spicata, endémique pyrénéo-cantabrique, est un taxon orophile assez rare et strictement calcicole; on le rencontre en Ariège au Mont Ceint (près du Port de Saleix) où nous l'avons observé avec un comportement rupicole (il entre alors dans l'*Asperulo-Dethawietum* Gruber 1976). Gaussen (1924) indique aussi cet intéressant taxon au Monbéas, au Cagire et vers les Pyrénées centro-occidentales jusque dans la région d'Oloron; au versant sud, il existerait dans la région de Bielsa.

En Ariège, ce taxon est plutôt rare. Au Pic du Gar (Haute-Garonne) il s'installe dans les pelouses rocailleuses colonisant des éboulis calcaires du Crétacé orientés au nord. Nous possédons un relevé effectué au Pic du Gar, au versant nord : altitude 1.710 m, calcaire crétacé, recouvrement 50 %, pente 25 %.

— Caractéristiques du groupement et du *Primulion intricatae*.

<i>Bartsia spicata</i> Ram.	1.2
<i>Globularia nudicaulis</i> L.	+
<i>Scabiosa cinerea</i> Lapeyr.	+
<i>Helianthemum nummularium</i> (L.) Mill	
subsp. <i>tomentosum</i> (Scop.) Schinz et Thell.	2.3
<i>Sideritis hyssopifolia</i> L. var. <i>pyrenaica</i> Briq.	1.1

— Espèces des *Festuco-Seslerietea*.

<i>Carex sempervirens</i> Vill.	+
<i>Acinos alpinus</i> (L.) Moench	1.2
<i>Helianthemum canum</i> (L.) Baumg.	1.2
<i>Teucrium pyrenaicum</i> L.	1.3
<i>Gypsophila repens</i> L.	+
<i>Aster alpinus</i> L.	+
<i>Biscutella laevigata</i> L.	+
<i>Astragalus monspessulanus</i> L. var. <i>alpinus</i> Br.-Bl.	+
<i>Asperula pyrenaica</i> L.	+

— Compagnes

<i>Anthyllis montana</i> L. subsp. <i>hispanica</i> (Degen et Hervier) Cullen	1.2
<i>Thymus polytrichus</i> A. Kerner	1.2
<i>Carlina acaulis</i> L.	+
<i>Gentiana kochiana</i> Perr. et Song.	+
<i>Arctostaphylos uva-ursi</i> (L.) Sprengel	+

<i>Seseli montanum</i> L.	+
<i>Valeriana montana</i> L.	+
<i>Campanula precatoria</i> Timb.-Lagr.	+

Scabiosa cinerea s'associe volontiers à *Bartsia spicata* ainsi que *Helianthemum tomentosum* et *Sideritis hyssopifolia* var. *pyrenaica*. L'appartenance au *Primulion intricatae* nous semble discutable mais faute de mieux nous la maintenons dans ce cadre. L'aspect de la pelouse est rocailleux, écorché et le sol n'est pas très différencié (il possède de nombreux éléments grossiers); le recouvrement est de ce fait assez faible (environ 50%).

Le groupement à *Bartsia spicata* est le plus thermophile du *Primulion intricatae* et il contient de nombreux taxons oroméditerranéens qui le rapprochent quelque peu des *Festuco-Seslerietea* (*Helianthemum canum*, *Teucrium pyrenaicum*, *Astragalus monspessulanus* var. *alpinus*, *Anthyllis montana* subsp. *hispanica*, *Acinos alpinus* ...).

Les *Elyno-Seslerietea* représentés aux Pyrénées par deux alliances, *Oxytropo-Elynion* et *Primulion intricatae*, y forment des pelouses très étendues et assez variées du point de vue floristique. Mais ces dernières ont de nombreux points communs; elles apprécient les ombrées ou les dépressions humides mais aussi les crêtes ventées des plus hautes altitudes des massifs calcaires. En outre, ces pelouses constituent un sol assez différencié et bien souvent stratifié (humique carbonaté) et subissent souvent un enneigement considérable et durable; les phénomènes périglaciaires ne jouent donc qu'assez peu à leur niveau ce qui les sépare considérablement, du point de vue écologique, des pelouses écorchées xérophiles des *Festuco-Seslerietea*.

RÉFÉRENCES BIBLIOGRAPHIQUES

- Barbero M., (1972).— Etudes phytosociologiques et écologiques comparées des végétations orophiles alpine, subalpine et mésogéenne des Alpes maritimes et ligures. *Thèse*, Marseille, 1 et 2, 1-418.
- Barbero M. et Bonin G., (1969).— Signification biogéographique et phytosociologique des pelouses écorchées des massifs méditerranéens nord-occidentaux, des Apennins et des Balkans septentrionaux. *Bull. Soc. Bot. Fr.*, 116, 227-246.
- Braun-Blanquet J., (1948).— La végétation alpine des Pyrénées orientales. *Comm. S.I.G.M.A.*, 98, 1-306.
- Chouard P., (1949).— Coup d'œil sur les groupements végétaux des Pyrénées centrales. *Bull. Soc. Bot. Fr.*, 76ème session extr., 96, 145-149.
- Claustres G., (1966).— Les glumales des Pyrénées ariégeoises centrales; recherches d'écologie descriptive et d'écologie causale. *Botanica Rhedonica*, A(1), 1-493.
- Dendaletche Cl., (1971).— Pic d'Anie (2.504 m) et Pic rouge (2.177 m) : Phytocoenoses subalpines et alpines. *Bull. Soc. Hist. Nat. Toulouse*, 107 (3-4), 492-497.
- Dendaletche Cl., (1972).— Le peuplement végétal des montagnes entre les Pics d'Anie et d'Orhy (Pyr. occidentales : Notes écologiques, floristiques et phytocénologiques). *Pirineos*, 105, 11-26.
- Gaussen H., (1924).— Note sur l'importance de la vallée de la Garonne comme limite. *Bull. Soc. Bot. Fr.*, 71, 47-63.
- Gruber M., (1975 a).— Les groupements des combes à neige des Pyrénées ariégeoises et catalanes. *Bull. Soc. Hist. Nat. Toulouse*, 111 (1-2), 49-63.
- Gruber M., (1975 b).— Contribution à la flore des Pyrénées ariégeoises et catalanes (1). *Bull. Soc. Hist. Nat. Toulouse*, 111 (1-2), 64-79.
- Gruber M., (1975 c).— Les associations du *Nardion* Br.-Bl. 1926 en Pyrénées ariégeoises et catalanes. *Bull. Soc. Bot. Fr.*, 122, 401-416.
- Gruber M., (1976).— Les groupements végétaux rupicoles calcicoles des Pyrénées ariégeoises et catalanes. *Bull. Soc. Bot. Fr.*, 123, (1-2), 61-78.
- Gruber M., (1977).— Contribution à la flore des Pyrénées ariégeoises et catalanes : 2ème note. *Bull. Soc. Bot. Fr.*, 124, 93-104.
- Guinochet M., (1938).— Etudes sur la végétation alpine de l'étage alpin du bassin supérieur de la Tinée (Alpes-Maritimes). *Thèse*, Lyon, 1-458.

- Horvat I.**, (1930).— Vegetacije studije O Hrvatskim planinama. *Bull. Int. Acad. Youg. Sc. Arts*, 24, 11-26.
- Horvat I.**, (1949).— Planinska vegetacija makedonije. Die Hochgebirgs - Vegetation Makedoniens. *Manuscrit.*
- Küpfer Ph.**, (1974).— Recherches sur les liens de parenté entre la flore orophile des Alpes et celle des Pyrénées. *Boissiera*, 23, 1-322.
- Lacoste A.**, (1965).— Etude phytosociologique des forêts de Mélèzes dans les Alpes maritimes; leurs relations avec les pelouses mésophiles subalpines. *Rev. Gén. Bot.*, 72, 603-614.
- Lacoste A.**, (1972).— La végétation de l'étage subalpin du bassin supérieur de la Tinée (Alpes-Maritimes). *Thèse*, Orsay, 1-293, 18 tabl., 16 fig.
- Losa M. et Montserrat P.**, (1947).— Aportaciones para el conocimiento de la Flora del valle de Ordesa. *Collect. Bot.*, I (2), n° 11, 127-188.
- Montserrat P.**, (1953).— El Turbon y su flora. *Pirineos*, 28-29-30, 169-228.
- Montserrat P. et Villar L.**, (1975).— Les communautés à *F. scoparia* dans la moitié occidentale des Pyrénées (Notes préliminaires). *Doc. Phytosociol.*, 9-14, 207-222.
- Nègre R.**, (1969).— La végétation du bassin de l'One (Pyr. centrales). 2ème note : les pelouses. *Portugaliae Acta Biologica* (B), IX (3-4), 196-290.
- Nordhagen R.**, (1936).— Versuch einer neuen Einteilung der subalpinen-alpinen Vegetation Norwegens. *Bergens Mus. Arbok.*
- Quézel P.**, (1957).— Peuplement végétal des hautes montagnes de l'Afrique du Nord. *Encycl. Biogéogr. et écol.* 10, 1-463.
- Rivas-Martinez S.**, (1969).— La vegetacion de la alta montaña española. V simposio de Flora Europaea. *Publ. Univ. Sevilla*, 53-80.
- Vigo J.**, (1972).— Sur les pelouses subalpines des Prépyrénées orientales. *Pirineos*, 105, 47-59.
- Vives J.**, (1964).— Vegetacion de la alta cuenca del Cardener. *Acta Geobot. Barcinonensia*, 1, 1-218.

ELYNO MYOSUROI DEI – OXYTROPIDETUM HALLERI

Numéro du relevé :	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	Présence
Altitude (m) :	2610	2600	2620	2660	2629	2500	2460	2350	2835	2500	2520	2400	
Recouvrement (%) :	60	65	80	80	80	60	65	70	50	70	60	50	
Pente (%) :	10	15	10	20	10	10	5	15	10	20	15	10	
Exposition :	S	S	W	NE	E	N	NE	S	S	N	NW	NW	
Substrat :	calc.	calc.	calc.	calc.	calc.	calc.	sch.	calc.	calc.	sch.	calc.	calc.	
Caractéristiques de l'association :													
Carex rosae Gilomen	1.3	2.2	2.3	1.2	1.2	1.1	.	2.3	1.2	+	1.1	1.2	V
Oxytropis halleri Bunge	.	.	.	.	1.2	+	1.2	.	.	+	.	.	III
Antennaria carpatica (Wahlenb.) Bluff & Finger	.	.	+	.	.	+	.	1.2	.	+	.	.	III
Caractéristiques de l'Oxytropo-Elynion :													
Elyna myosuroides (Vill.) Frisch	1.2	+	1.1	1.1	1.2	2.3	+	+	1.1	1.1	+	1.1	V
Potentilla latestipula Br.-Bl.	+	+	1.2	+	+	+	1.1	1.2	+	1.2	+	+	V
Oxytropis pyrenaica Godron & Gren.	+	.	1.2	1.2	+	.	.	1.1	.	.	1.1	.	III
Seseli nanum Dufour	+	1.2	+	1.1	+	+	+	.	.	.	.	.	III
Cerastium alpinum L. ssp. lanatum (Lam.) Asch. & Graeb.	+	.	.	.	.	.	.	.	1.2	.	.	.	II
Carex capillaris L.	+	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	II
Draba siligiosa Bieb.	+	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	II
Gentianella tenella (Rottb.) Bärner	+	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	II
Thalictrum alpinum L.	+	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	II
Saussurea alpina (L.) DC.	.	.	.	.	.	1.3	.	+	.	.	.	.	I
Caractéristiques des Seslerietalia variae :													
Arenaria multicaulis L.	.	.	.	.	.	+	.	1.2	+	1.2	+	+	III
Agrostis alpina Scop.	.	+	.	1.1	.	1.1	.	.	1.1	.	.	1.2	III
Sedum atratum L.	.	.	.	.	.	.	.	.	1.1	.	.	.	II
Trifolium thalii Vill.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	I
Geranium cinereum Cav.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	I
Primula intricata Gren. & Godron	.	.	.	.	.	.	.	+	.	.	.	.	I
Alchemilla plicatula Gand.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	+	I
Caractéristiques des Elyno-Seslerietea :													
Silene acaulis (L.) Jacq.	.	.	+	1.2	1.3	.	1.2	+	+	1.2	.	+	IV
Draba aizoides L.	.	.	.	.	.	.	1.2	.	+	.	.	+	III
Oxytropis campestris (L.) DC.	.	.	1.2	1.2	+	1.1	.	.	1.1	.	.	1.1	III
Dryas octopetala L.	.	.	.	.	.	1.2	.	.	.	1.2	.	+	III
Helianthemum nummularium (L.) Miller ssp. tomentosum (Scop.) Sch. & Th.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	1.2	II
Carex rupestris All.	.	.	.	.	.	.	.	1.1	.	.	1.1	1.1	II
Astragalus alpinus L.	.	.	.	1.2	.	.	.	.	.	1.2	.	.	I
Gentiana nivalis L.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	I
Leontopodium alpinum Cass.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	+	I
Transgressives des Festuco-Seslerietea :													
Helictotrichon montanum (Vill.) Pilger	+	+	+	1.1	1.1	+	1.1	+	.	.	1.1	+	IV
Galium pyrenaicum Gouan	+	1.2	1.1	1.2	1.1	+	1.2	+	1.2	.	.	1.1	IV
Gentiana verna L.	+	.	.	1.1	.	+	.	1.1	1.1	.	1.2	.	IV
Thymus nervosus Gay	+	1.1	+	1.2	1.1	+	1.1	.	.	.	.	.	III
Plantago monosperma Pourret	+	.	.	1.1	+	1.1	1.1	.	.	.	.	1.1	III
Minuartia verna (L.) Hiern	+	.	.	1.2	+	.	.	.	.	1.1	.	.	III
Anthyllis vulneraria L. ssp. pyrenaica (G. Beck) Cullen	+	.	.	.	1.2	.	.	1.2	.	.	+	1.2	III
Helianthemum alpestre (Jacq.) DC.	+	1.1	.	.	1.1	+	.	1.2	.	.	.	+	III
Aster alpinus L.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	III
Polygala alpina (Poir.) Steudel	.	.	1.1	.	1.1	1.2	.	1.1	.	.	.	.	II
Daphne cneorum L.	.	.	.	.	.	1.1	.	.	.	.	1.2	+	II
Globularia repens Lam.	.	.	.	.	.	.	2.3	.	.	.	.	.	II
Arenaria grandiflora L.	+	1.2	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	II
Paronychia serpyllifolia DC.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	I
Koeleria valesiana (Honck.) Bertol. ssp. humilis Br.-Bl.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	I
Erigeron pyrenaicus Rouy	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	I
Anthyllis vulneraria L. ssp. vulnerarioides (All.) Arcangelii	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	I
Gypsophila repens L.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	1.2	I
Viola rupestris F.W. Schmidt	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	I
Ononis cristata Miller	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	I
Eupatorium ranunculoides L.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	I
Carex sempervirens Vill.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	I
Euphrasia salisburgensis Funck	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	I
Sesleria albicans Kit.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	I
Iberis saxatilis L.	+	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	I
Acinos alpinus (L.) Moench	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	+	I
Compagnes :													
Saxifraga moschata Wulfen	1.2	+	1.2	+	+	.	+	.	+	1.2	.	+	IV
Saxifraga oppositifolia L. ssp. murithiana (Tiss.) Br.-Bl.	+	1.1	.	.	.	+	.	1.2	+	+	.	+	IV
Lotus alpinus (DC.) Scheicher	.	.	1.2	.	.	.	1.1	1.1	.	.	.	.	III
Poa alpina L.	.	.	1.1	+	.	.	1.1	.	.	.	1.1	.	III
Petrocallis pyrenaica (L.) R. Br.	+	+	.	.	.	.	.	.	.	.	1.2	.	III
Festuca glacialis Miég.	.	.	1.1	+	.	1.2	.	.	.	1.1	.	+	III
Pedicularis pyrenaica Gay	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	III
Linaria alpina (L.) Miller	.	.	.	.	.	.	.	.	1.2	.	.	.	III
Valeriana globulariifolia Ram.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	II
Erigeron aragonensis Vierhapper	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	II
Thymus polytrichus A. Kerner	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	II
Myosotis alpestris F.W. Schmidt	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	II
Potentilla nivalis Lapeyr.	1.1	+	.	.	.	.	1.2	.	.	.	.	.	II
Veronica nummularia Gouan	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	+	II
Artemisia eriantha Ten.	.	.	1.3	+	.	.	.	.	1.1	.	.	.	II
Hutchinsia alpina (L.) R. Br.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	II
Polygonum viviparum L.	.	.	.	.	1.1	.	.	.	.	.	.	.	II
Bartsia alpina L.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	1.2	.	.	II
Sempervivum arachnoideum L.	.	.	.	.	.	.	+	.	.	.	2.3	.	II

Tableau 1

CARICI BREVICOLLIS – OXYTROPIDETUM FOUCAUDII

Numéro du relevé :	.....	1	2	3	4
Altitude (m) :	.....	2400	2350	2290	2350
Recouvrement (%) :	.....	40	35	40	60
Pente (%) :	.....	20	10	15	10
Exposition :	.....	SE	W	SE	W
Substrat :	.....	calc.	calc.	calc.	calc.

Caractéristiques de l'association :

Oxytropis foucaudii Gillot	.....	+	1.1	1.2	1.2
Carex brevicollis DC.	.....	1.1	+	1.1	+

Différentielles de l'association :

Jurinea humilis DC.	.....	1.2	+	+	+
Arenaria tetraquetra L.	.....	+	1.2	1.3	.
Festuca pyrenaica Reuter	.....	+	1.1	.	.

Caractéristiques de l'Oxytropo-Elynion :

Elyna myosuroides (Vill.) Fritsch	.....	+	+	1.2	+
Potentilla latestipula Br.-Bl.	.....	+	1.2	+	+
Seseli nanum Dufour	.....	1.1	1.1	1.1	1.2
Carex capillaris L.	.....	+	1.2	.	.
Oxytropis pyrenaica Godron & Gren.	.....	.	+	+	.
Cerastium alpinum L. ssp. lanatum (Lam.) Asch. & Graeb.	.....	.	.	1.1	.
Saussurea alpina (L.) DC.	.....	.	.	.	1.2
Thalictrum alpinum L.	.....	.	+	.	.

Caractéristiques des Seslerietalia variae :

Trifolium thalii Vill.	.....	.	+	+	.
Agrostis alpina Scop.	.....	1.1	+	.	.
Alchemilla colorata Buser	.....	.	.	.	+
Sedum atratum L.	.....	+	.	.	.

Caractéristiques des Elyno-Seslerietea :

Silene acaulis (L.) Jacq.	.....	.	1.2	.	+
Carex rupestris All.	.....	.	1.1	.	.

Transgressives des Festuco-Seslerietea :

Helianthemum alpestre (Jacq.) DC.	.....	+	+	1.1	1.1
Plantago monosperma Pourret	.....	+	1.2	+	1.1
Daphne cneorum L.	.....	1.1	+	+	1.1
Thymus nervosus Gay	.....	1.1	+	1.2	.
Galium pyrenaicum Gouan	.....	1.3	.	+	1.2
Koeleria vallesiana (Honck.) Bertol. ssp. humilis Br.-Bl.	.....	1.2	+	+	.
Androsace villosa L.	.....	.	+	+	+
Helictotrichon montanum (Vill.) Pilger	.....	.	1.1	1.1	.
Paronychia serpyllifolia DC.	.....	.	+	1.2	.
Viola rupestris F. W. Schmidt	.....	+	.	+	.
Gentiana verna L.	.....	.	1.1	.	+
Sesleria albicans Kit.	.....	.	1.1	+	.
Festuca gautieri (Hackel) K. Richter	.....	.	1.1	1.2	.
Minuartia verna (L.) Hiern	.....	1.2	.	.	.
Anthyllis vulneraria L. ssp. pyrenaica (G. Beck) Cullen	.....	.	+	.	.
Globularia repens Lam.	.....	.	.	+	.
Aster alpinus L.	.....	+	.	.	.
Ononis cristata Miller	.....	+	.	.	.
Erigeron pyrenaicus Rouy	.....	.	+	.	.
Anthyllis vulneraria L. ssp. vulnerarioides (All.) Arcangeli	.....	.	.	+	.
Gypsophila repens L.	.....	.	+	.	.
Euphrasia salisburgensis Funck	.....	+	.	.	.
Scutellaria alpina L.	.....	1.2	.	.	.
Sideritis hyssopifolia L. var. angustifolia Willk.	.....	+	.	.	.
Pulsatilla alpina (L.) Delarbre	.....	.	+	.	.

Compagnes :

Lotus alpinus (DC.) Schleicher	.....	1.1	+	+	.
Saxifraga oppositifolia L. ssp. murithiana (Tiss.) Br.-Bl.	.....	.	+	1.2	.
Antennaria dioica (L.) Gärtner	.....	.	+	.	1.1
Taraxacum pyrenaicum Reuter	.....	+	.	+	.
Poa alpina L.	.....	.	.	.	+
Saxifraga moschata Wulfen	.....	.	.	.	+
Carduus carlinoides Gouan	.....	.	+	.	.
Linaria alpina (L.) Miller	.....	.	+	.	.
Veronica aragonensis Stroh	.....	+	.	.	.
Borderea pyrenaica (Bub.) Miég.	.....	+	.	.	.
Jasione crispa (Pourret) Samp.	.....	.	+	.	.
Brassica repanda (Willd.) DC. ssp. turbonis (Monts.) Gruber	.....	.	.	+	.
Campanula jaubertiana Timb.-Lagr.	.....	.	.	+	.
Carex caryophyllaea La Tourette	.....	.	.	.	+
Trifolium alpinum L.	.....	.	.	.	+

Tableau 2

GERANIO CINEREI – RANUNCULETUM GOUANII

Numéro du relevé :	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	Présence
Altitude (m) :	2300	2200	2250	2050	2090	2300	2000	2320	2300	2100	
Recouvrement (%) :	90	80	70	60	90	80	60	70	60	50	
Pente (%) :	30	30	25	20	50	10	15	10	20	20	
Exposition :	W	SE	NW	S	W	SE	W	SW	NE	N	
Substrat :	calc.	calc.	calc.	calc.	calc.	calc.	calc.	calc.	calc.	calc.	
Caractéristiques de l'association :											
Geranium cinereum Cav.	2.3	2.2	+	+	+	+	1.2	1.1	+	1.2	V
Ranunculus gouanii Willd.	+	1.2	+	1.1	+	1.1	+	+	+	1.2	III
Trifolium badii Schreber	+	+	+	+	+	+	+	+	1.2	+	III
Caractéristiques du Primulion intricatae :											
Primula intricata Gren. & Godron	1.2	+	1.1	1.4	1.1	1.2	+	1.2	1.2	+	V
Trifolium thalii Vill.	1.1	+	2.3	1.1	1.2	1.1	+	1.1	1.1	+	V
Helianthemum nummularium (L.) Miller ssp. tomentosum (Scop.) Schinz & Thell.	1.2	1.2	+	2.3	+	+	1.1	+	+	+	IV
Alchemilla plicatula Gand.	+	+	+	+	1.1	+	1.2	+	+	+	III
Salix pyrenaica Gouan	+	+	+	+	1.1	+	1.2	1.1	2.2	2.1	III
Gentianella campestris (L.) Börner	+	+	+	+	+	+	1.1	1.2	+	+	III
Arabis corymbiflora Vest	+	+	+	+	+	+	1.1	1.2	+	+	III
Sideritis kyssopifolia L. var. pyrenaica Briq.	+	+	+	1.2	+	+	+	+	+	+	II
Ranunculus thora L.	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	I
Anemone narcissiflora L.	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	I
Caractéristiques des Seslerietalia variae :											
Potentilla latestipula Br.-Bl.	+	+	+	1.1	+	+	+	+	1.2	+	IV
Arenaria multicaulis L.	+	+	+	+	1.1	+	+	+	1.2	1.2	IV
Sedum atratum L.	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	III
Agrostis alpina Scop.	+	+	+	+	+	+	+	1.1	+	+	II
Oxytropis pyrenaica Godron & Gren.	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	I
Thalictrum alpinum L.	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	I
Carex rupestris All.	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	I
Oxytropis halleri Bunge	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	I
Leontopodium alpinum Cass.	+	+	+	1.2	+	+	+	+	+	+	I
Carex capillaris L.	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	I
Caractéristiques des Elyno-Seslerietea :											
Dryas octopetala L.	+	1.2	+	+	1.2	+	2.3	1.1	1.2	1.1	IV
Oxytropis campestris (L.) DC.	+	1.2	+	+	+	+	+	+	+	+	II
Silene acaulis (L.) Jacq.	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	II
Draba aizoides L.	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	I
Gentiana nivalis L.	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	I
Transgressives des Festuco-Seslerietea :											
Acinos alpinus (L.) Moench	+	+	+	+	+	1.2	+	+	1.1	+	IV
Helictotrichon montanum (Vill.) Pilger	+	+	+	+	+	+	+	1.1	1.1	+	III
Erigeron pyrenaicus Rouy	+	+	+	+	+	+	+	+	+	1.1	III
Anthyllis vulneraria L. ssp. pyrenaica (G. Beck) Cullen	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	II
Helianthemum alpestre (Jacq.) DC.	1.1	+	+	1.1	+	+	+	+	+	+	II
Sesleria albicans Kit.	+	+	+	1.1	+	+	+	+	+	1.1	II
Arenaria grandiflora L.	+	+	+	+	+	+	+	+	+	1.3	II
Polygala alpina (Poiret) Steudel	+	+	1.1	+	+	+	+	+	+	+	II
Helianthemum canum (L.) Baumg.	+	+	+	+	+	1.2	+	+	+	1.1	II
Medicago suffruticosa Ram.	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	II
Euphrasia salisburgensis Funck	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	II
Plantago monosperma Pourret	1.1	+	+	+	+	+	+	+	+	+	I
Daphne cneorum L.	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	I
Festuca gautieri (Hackel) K. Richter	+	1.1	+	+	+	+	+	+	+	+	I
Globularia repens Lam.	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	I
Teucrium pyrenaicum L.	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	I
Gypsophila repens L.	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	I
Ruprechtium ranunculoides L.	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	I
Vicia pyrenaica Pourret	+	+	+	+	+	+	+	+	+	1.1	I
Minuartia verna (L.) Hiern	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	I
Carex sempervirens Vill.	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	I
Vitaliana primuliflora Bertol. ssp. canescens O. Schwarz	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	I
Thymus nervosus Gay	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	I
Ranunculus rusinonensis Landolt	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	I
Eryngium bourgatii Gouan	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	I
Senecio doronicum (L.) L.	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	I
Aster alpinus L.	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	I
Compagnes :											
Lotus alpinus (DC.) Schleicher	1.1	+	+	+	1.1	+	+	1.1	+	+	V
Poa alpina L.	+	+	1.1	1.2	+	+	+	+	+	+	IV
Thymus polytrichus A. Kerner	+	+	+	+	+	+	+	1.1	+	+	IV
Festuca rubra L. var. commutata Gaud.	+	+	+	+	+	+	+	+	+	1.1	IV
Saxifraga moschata Wulfen	1.2	+	1.2	+	+	+	1.1	+	+	+	III
Polygonum viviparum L.	+	+	+	+	+	+	1.1	1.1	+	+	II
Soldanella alpina L.	+	+	1.1	+	+	+	+	+	+	+	II
Saxifraga oppositifolia L. ssp. murithiana (Tiss.) Br.-Bl.	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	II
Myosotis alpina Lapeyr.	+	1.2	1.1	+	+	+	+	+	+	+	II
Plantago alpina L.	+	+	1.1	+	+	+	+	+	+	+	II
Sempervivum arachnoideum L.	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	II
Carduus carlinoides Gouan	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	II
Iberis sempervirens L.	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	II
Cerastium arvense L. ssp. strictum (Haeckel) Gaud.	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	II
Botrychium lunaria (L.) Swartz	+	+	1.1	+	+	+	+	+	+	+	II
Luzula nutans Vill.	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	II
Euphrasia alpina Lam.	+	+	+	+	+	1.2	+	+	+	+	II
Bartsia alpina L.	+	+	+	+	+	+	+	+	+	1.1	II
Leontodon hispidus L.	+	+	1.1	+	+	+	+	+	+	+	I
Carex ornithopoda Willd.	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	I
Hieracium lactucella Wallr. ssp. nanum (Scheele) P.D. Sell	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	I
Hutchinsia alpina (L.) R. Br.	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	I
Linaria alpina (L.) Miller	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	I
Erysimum decumbens (Schleicher) Dennst.	+	+	+	1.2	+	+	+	+	+	+	I
Myosotis alpestris F.W. Schmidt	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	I
Rhamnus pumilus Turra	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	I
Trifolium repens L.	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	I
Salix reticulata L.	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	I
Gentiana kochiana Perr. & Song	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	I
Arctostaphylos uva-ursi (L.) Sprengel	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	I
Agrostis tenuis Sibth.	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	I
Vaccinium uliginosum L.	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	I
Carex sempervirens Vill. var. schukhrana Bonnet & Richter	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	I
Juniperus nana Willd.	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	I

Tableau 3

FESTUCO COMMUTATAE – TRIFOLIETUM THALII

Numéro du relevé :	.....	1	2
Altitude (m) :	.....	2110	2250
Recouvrement (%) :	.....	90	100
Pente (%) :	.....	15	20
Exposition :	.....	NE	N
Substrat :	.....	calc.	calc.

Espèce dominante :

<i>Festuca rubra</i> L. var. <i>commutata</i> Gaud.	2.1	2.2
--	-----	-----

Caractéristiques du Primulion intricatae :

<i>Trifolium thalii</i> Vill.	1.1	1.2
<i>Primula intricata</i> Gren. & Godron	1.1	+
<i>Ranunculus thora</i> L.	+	.
<i>Salix pyrenaica</i> Gouan	1.2	.
<i>Alchemilla plicatula</i> Gand.	.	+

Caractéristiques des Seslerietalia variaie et des Elyno-Seslerietea :

<i>Potentilla latestipula</i> Br.-Bl.	+	1.2
<i>Silene acaulis</i> (L.) Jacq.	+	+
<i>Sedum atratum</i> L.	+	.
<i>Dryas octopetala</i> L.	1.3	.
<i>Cerastium alpinum</i> L. ssp. <i>lanatum</i> (Lam.) Asch. & Graeb.	+	.
<i>Gentianella tenella</i> (Röthb.) Börner	1.1	.
<i>Thalictrum alpinum</i> L.	.	+

Transgressives des Festuco-Seslerietea :

<i>Helianthemum alpestre</i> (Jacq.) DC.	+	+
<i>Galium pyrenaicum</i> Gouan	+	.
<i>Helictotrichon montanum</i> (Vill.) Pilger	+	.
<i>Sesleria albicans</i> Kit.	+	.
<i>Carex sempervirens</i> Vill.	+	.
<i>Arenaria grandiflora</i> L.	+	.
<i>Anthyllis vulneraria</i> L. ssp. <i>pyrenaica</i> (G. Beck) Cullen	+	.
<i>Plantago monosperma</i> Pourret	+	.
<i>Phyteuma orbiculare</i> L.	+	.
<i>Daphne cneorum</i> L.	+	.
<i>Ononis cristata</i> Miller	+	.
<i>Gentiana verna</i> L.	+	.

Compagnes :

<i>Thymus polytrichus</i> A. Kerner	+	+
<i>Plantago media</i> L.	+	+
<i>Carex caryophylla</i> La Tourette	+	+
<i>Polygonum viviparum</i> L.	+	1.1
<i>Alchemilla lapeyrousii</i> Buser	+	+
<i>Soldanella alpina</i> L.	+	+
<i>Antennaria dioica</i> (L.) Gaertner	+	+
<i>Hieracium lactucella</i> Wallr. ssp. <i>nanum</i> (Scheele) P.D. Sell	+	1.2
<i>Poa alpina</i> L.	+	1.1
<i>Veronica aphylla</i> L.	+	+
<i>Selaginella selaginoides</i> (L.) Link	+	+
<i>Anthyllis montana</i> L. ssp. <i>hispanica</i> (Degen & Hervier) Cullen	+	.
<i>Leontodon hispidus</i> L.	+	.
<i>Lotus alpinus</i> (DC.) Schleicher	+	.
<i>Carex ornithopoda</i> Willd.	+	.
<i>Gentiana kochiana</i> Perr. & Song.	+	.
<i>Polygala calcarea</i> F.W. Schultz	+	.
<i>Carlina acaulis</i> L.	+	.
<i>Iberis sempervirens</i> L.	+	.
<i>Ranunculus bulbosus</i> L. ssp. <i>aleae</i> (Willk.) Rouy & Fouc.	+	.
<i>Saxifraga oppositifolia</i> L. ssp. <i>murithiana</i> (Tiss.) Br.-Bl.	+	.
<i>Cerastium arvense</i> L. ssp. <i>strictum</i> (Haenke) Gaud.	.	+
<i>Trifolium pratense</i> L. ssp. <i>nivale</i> Sieb.	.	+
<i>Primula integrifolia</i> L.	.	+
<i>Hutchinsia alpina</i> (L.) R. Br.	.	+
<i>Achillea millefolium</i> L.	.	+

Tableau 4

ALCHEMILLO PLICATULAE – ADONISETUM PYRENAICAE

Numéro du relevé :	.....	1	2	3	4	5	Présence
Altitude (m) :	.....	2100	2050	2200	2200	2320	
Recouvrement (%) :	.....	90	90	80	80	100	
Pente (%) :	.....	20	15	10	10	15	
Exposition :	.....	E	NE	N	N	N	
Substrat :	.....	calc.	calc.	calc.	calc.	calc.	
Caractéristiques du groupement et du <i>Primulion intricatae</i> :							
Adonis pyrenaica DC.	.....	2.1	1.2	2.2	2.2	1.1	V
Alchemilla plicatula Gand.	.....	1.1	1.2	1.1	+	1.1	V
Trifolium thalii Vill.	.....	1.1	.	.	.	+	II
Primula intricata Gren. & Godron	.....	.	.	.	.	+	I
Caractéristiques des <i>Elyno-Seslerietea</i> et des <i>Festuco-Seslerietea</i> :							
Eryngium bourgatii Gouan	.....	.	1.1	.	.	+	II
Carduus carlinifolius Lam. ssp. timbalii Franco	.....	.	+	+	.	.	II
Sedum atratum L.	.....	.	.	+	.	+	II
Festuca gautieri (Hackel) K. Richter	.....	.	.	+	.	+	II
Vicia pyrenaica Pourret	.....	.	.	+	.	+	II
Silene acaulis (L.) Jacq.	.....	.	.	+	.	+	II
Potentilla latestipula Br.-El.	.....	+	.	.	+	.	II
Helictotrichon montanum (Vill.) Pilger	.....	.	+	.	.	.	I
Viola rupestris F.W. Schmidt	.....	.	.	.	.	+	I
Scutellaria alpina L.	.....	.	.	.	.	+	I
Compagnes :							
Aconitum lamarckii Reichenb.	.....	+	1.1	1.1	1.1	.	IV
Alchemilla pyrenaica Dufour	.....	+	+	.	1.1	.	III
Myosotis alpestris F.W. Schmidt	.....	+	.	1.1	+	.	III
Chenopodium bonus-henricus L.	.....	+	.	.	+	.	III
Urtica dioica L.	.....	.	1.1	+	+	.	III
Cystopteris fragilis (L.) Bernh.	.....	1.1	+	.	.	.	II
Polystichum lonchitis (L.) Roth	.....	+	.	+	.	.	II
Minuartia villarii (Balbis) Chenevard	.....	.	+	1.2	.	.	II
Juniperus nana Willd.	.....	.	+	+	.	.	II
Festuca rubra L. var. commutata Gaud.	.....	.	+	2.2	.	.	II
Taraxacum pyrenaicum Reuter	.....	.	.	1.1	.	+	II
Poa alpina L.	.....	.	.	1.1	.	1.1	II
Aconitum anthora L.	.....	.	.	1.1	.	+	II
Ranunculus nemorosus DC.	.....	+	.	.	.	.	I
Ajuga pyramidalis L.	.....	+	.	.	.	.	I
Aconitum napellus L.	.....	.	1.1	.	.	.	I
Nepeta nepetella L.	.....	.	+	.	.	.	I
Trifolium pratense L. ssp. nivale Sieb.	.....	.	+	.	.	.	I
Campanula recta Dulac	.....	.	+	.	.	.	I
Lotus alpinus (DC.) Schleicher	.....	.	+	.	.	.	I
Cerastium arvense L.	.....	.	+	.	.	.	I
Lilium martagon L.	.....	.	+	.	.	.	I
Actaea spicata L.	.....	.	.	+	.	.	I
Valeriana globulariifolia Ram.	.....	.	.	+	.	.	I
Soldanella alpina L.	.....	.	.	1.3	.	.	I
Lamium album L.	.....	.	.	.	+	.	I
Cirsium acaule (L.) Scop.	.....	.	.	.	+	.	I
Helleborus viridis L. ssp. occidentalis (Reut.) Schiffner	.....	.	.	.	.	+	I
Carlina acaulis L.	.....	.	+	.	.	.	I

Tableau 5

GROUPEMENT A HORMINUM PYRENAICUM ET GEUM PYRENAICUM

Numéro du relevé :	.....	1	2
Altitude (m) :	.....	1800	1810
Recouvrement (%) :	.....	80	70
Pente (%) :	.....	20	25
Exposition :	.....	N	N
Substrat :	.....	calc.	calc.

Espèces caractéristiques du groupement et du Primulion intricatae :

Horminum pyrenaicum L.	2.2	2.3
Geum pyrenaicum Miller	1.2	1.1
Salix pyrenaica Gouan	2.3	2.2
Alchemilla plicatula Gand.	+	1.2
Helianthemum nummularium (L.) Miller ssp. tomentosum (Scop.) Sch. & Th.	2.3	+
Primula intricata Gren. & Godron	.	+
Ranunculus gouanii Willd.	+	.

Caractéristiques des Seslerietalia variaie et des Elyno-Seslerietea :

Dryas octopetala L.	1.3	+
Oxytropis campestris (L.) DC.	+	.

Caractéristiques des Festuco-Seslerietea :

Carex sempervirens Vill.	+	+
Gentiana verna L.	.	+
Scutellaria alpina L.	+	.

Compagnes :

Polygonum viviparum L.	1.1	1.1
Luzula nutans Vill.	+	+
Helleborus viridis L. ssp. occidentalis (Reut.) Schiffner	1.2	+
Saxifraga umbrosa L.	+	+
Leontodon hispidus L.	+	.
Lotus alpinus (DC.) Schleicher	+	.
Poa alpina L.	+	.
Trifolium pratense L. ssp. nivale Sieb.	1.2	.
Bartsia alpina L.	+	.
Phleum alpinum L.	.	+
Rhododendron ferrugineum L.	+	.
Trisetum flavescens (L.) Beauv.	+	.
Stachys alopecuroides (L.) Benth.	+	.
Campanula precatoria Timb.-Lagr.	+	.
Vaccinium myrtillus L.	+	.
Viola reichenbachiana Jord.	+	.
Daphne laureola L.	+	.
Geranium sylvaticum L.	.	+
Polystichum lonchitis (L.) Roth	.	+
Myosotis decumbens Host ssp. teresiana (Sennen) Grau	.	+
Ajuga reptans L.	.	+

Tableau 6

Les pelouses culminales du Gran Sasso d'Italia Analyse dynamique et relations avec les facteurs du milieu

G. BONIN *
G. VEDRENNE *

Résumé — A l'aide de l'analyse factorielle des correspondances les auteurs mettent en évidence l'enchaînement des groupements végétaux de la série dynamique du *Festuca violacea* et du *Luzula bulgarica*. Ils présentent les corrélations entre ces groupements et quelques facteurs du milieu édaphique.

Abstract — Using the factorial analysis of correspondances the authors present the proof of the dynamic correlation existing between plant communities of *Festuca violacea* and *Luzula bulgarica*. They expose the correlations between the communities and some soil factors.

Les pelouses alticoles du massif du Gran Sasso d'Italia dans l'Apennin central, ont fait l'objet au cours des deux dernières décennies de plusieurs études tant du point de vue phytogéographique que phytosociologique et phytoécologique.

L'utilisation de l'analyse multidimensionnelle sur les données floristiques et phytoécologiques déjà publiées (1) permet de compléter ces divers travaux en précisant les étapes de la série dynamique du *Festuca violacea* et *Luzula bulgarica*, et en reliant celles-ci aux caractères édaphiques locaux.

I — L'ANALYSE NUMERIQUE SUR LES DONNEES FLORISTIQUES

Effectuées sur les données floristiques des pelouses et éboulis des zones culminales du Gran Sasso d'Italia, tout d'abord sur un nombre limité de relevés en 1973 (**Perichaud, Bonin**) puis sur un échantillonnage beaucoup plus large (**Bonin, 1978**), trois analyses numériques ont confirmé l'existence des groupements de pelouses mis en évidence par **Furrer** et **Furnari** en 1960 et décrits phytosociologiquement depuis, par plusieurs auteurs.

Les éboulis à éléments fins du *Drypeto-Festucetum dimorphae* (**Bonin, 1978**) apparaissent nettement discriminés des groupements à *Brachypodium pinnatum* et des pelouses ouvertes du *Seslerietum apenninae*. Ces formations sont bien différenciées des pelouses fermées du *Luzulo-Festucetum violaceae* qui le sont elles-mêmes des groupements acidophiles à *Nardus stricta*.

L'individualité de chacun des groupements observés ne fait donc aucun doute. Ainsi, seule leur position phytosociologique prête-t-elle encore à discussion si l'on tient compte des propositions faites par différents auteurs pour décrire et caractériser les principaux syntaxons correspondant à ces formations.

A partir du moment où l'individualité de ces groupements a été reconnue depuis très longtemps par **Furrer** et **Furnari**, on peut s'étonner que leur caractérisation précise n'ait pas été réalisée plus tôt. Le débat a surtout porté sur les unités supérieures auxquelles ils devaient se rattacher. Ce problème phytosociologique a été précisé par l'un de nous (**Bonin, 1978**). Il paraît pourtant nécessaire de rappeler les idées principales qui ont été émises.

* Laboratoire de Botanique et Ecologie Méditerranéenne,
Faculté des Sciences de Saint-Jérôme — 13397 MARSEILLE / CEDEX 4

(1) Les données traitées lors de ce travail ont été publiées par **Bruno, Furnari** et **Sibilio** (1966).

Bruno et Furnari (1966) proposèrent l'ordre des *Seslerietalia apenninae* et l'alliance du *Seslerion apenninae* sans préciser les associations appartenant à ces unités supérieures.

Ultérieurement les travaux de **Migliaccio** (1970) sur la végétation du massif de la Maiella, amenaient cet auteur à proposer d'autres unités phytosociologiques. Il décrivait le *Seslerietum apenninae* et reconnaissait le *Festuco-Trifolietum thalii apenninicum* encartant respectivement ces deux associations dans le *Seslerion tenuifoliae* et le *Caricion kitaibelianae* alliances qui jouent ainsi le même rôle que le *Seslerion coeruleae* et le *Primulion intricatae* des Alpes du Sud et entrent dans les *Seslerietalia tenuifoliae* **Horvat** (1931).

La proposition d'**Avena et Bruno** (1975) ne fait que reprendre sous d'autres formes les propositions précédentes et ne mérite pas, de ce fait qu'on s'y attarde.

Toutes ces unités phytosociologiques étaient rassemblées dans le cadre des *Elyno-Seslerietea*. La création des *Festuco-Seslerietea*, vicariantes de la classe précédente pour les «pelouses écorchées» des Alpes maritimes aux Balkans par **Barbero, Bonin** (1969), avait pour objet de souligner les homologues existant au sein de ces groupements sur l'ensemble des montagnes du pourtour méditerranéen septentrional. Encarté dans cette classe, l'ordre des *Seslerietalia tenuifoliae* subsiste avec une hiérarchie phytosociologique interne pour les groupements de l'Apennin où l'on retrouve, à quelques détails près, les propositions faites par **Migliaccio**.

Toutefois, l'absence de plusieurs associations dans chaque alliance a incité l'un de nous (**Bonin**, 1978) à regrouper les quelques associations existantes au sein d'une seule alliance : le *Seslerion apenninae* (**Bruno et Furnari**).

Ainsi, l'on retrouve un schéma analogue à celui proposé en 1954 par **Braun-Blanquet** pour les Alpes avec l'alliance du *Seslerion coeruleae* contenant le *Seslerieto-Avenatum montanae* et l'association à *Festuca violacea* et *Trifolium thalii*.

Enfin l'étude numérique publiée par **Feoli - Chiapella et Feoli** en 1977 concerne des groupements d'éboulis plus alticoles du massif de la Maiella. L'association décrite par ces auteurs : le *Leontopodio-Elynetum* diffère peu du *Seslerietum apenninae* et se trouve rattachée par ces auteurs à l'*Oxytropo-Elynion*.

Cette homologie entre les groupements des Alpes et ceux de l'Apennin central et la comparaison entre les unités phytosociologiques auxquelles ils appartiennent, s'étend aux problèmes d'évolution de ces formations.

Dans les Alpes du Sud, l'association à *Festuca violacea* et *Trifolium thalii* prend le plus souvent naissance (**Guinochet**, 1938) à partir de l'association à *Sesleria coerulea* et *Avena montana*. Une fois installée, cette association évolue très peu et a été souvent considérée comme association climax. Dans l'Apennin central on peut donc envisager une évolution comparable de la pelouse à *Sesleria apennina* à la pelouse à *Festuca violacea* et *Luzula bulgarica*. C'est d'ailleurs ce schéma dynamique qui a été proposé par **Furnari et Giacomini** (1961) et repris par la publication de **Bruno, Furnari et Sibillo** (1967).

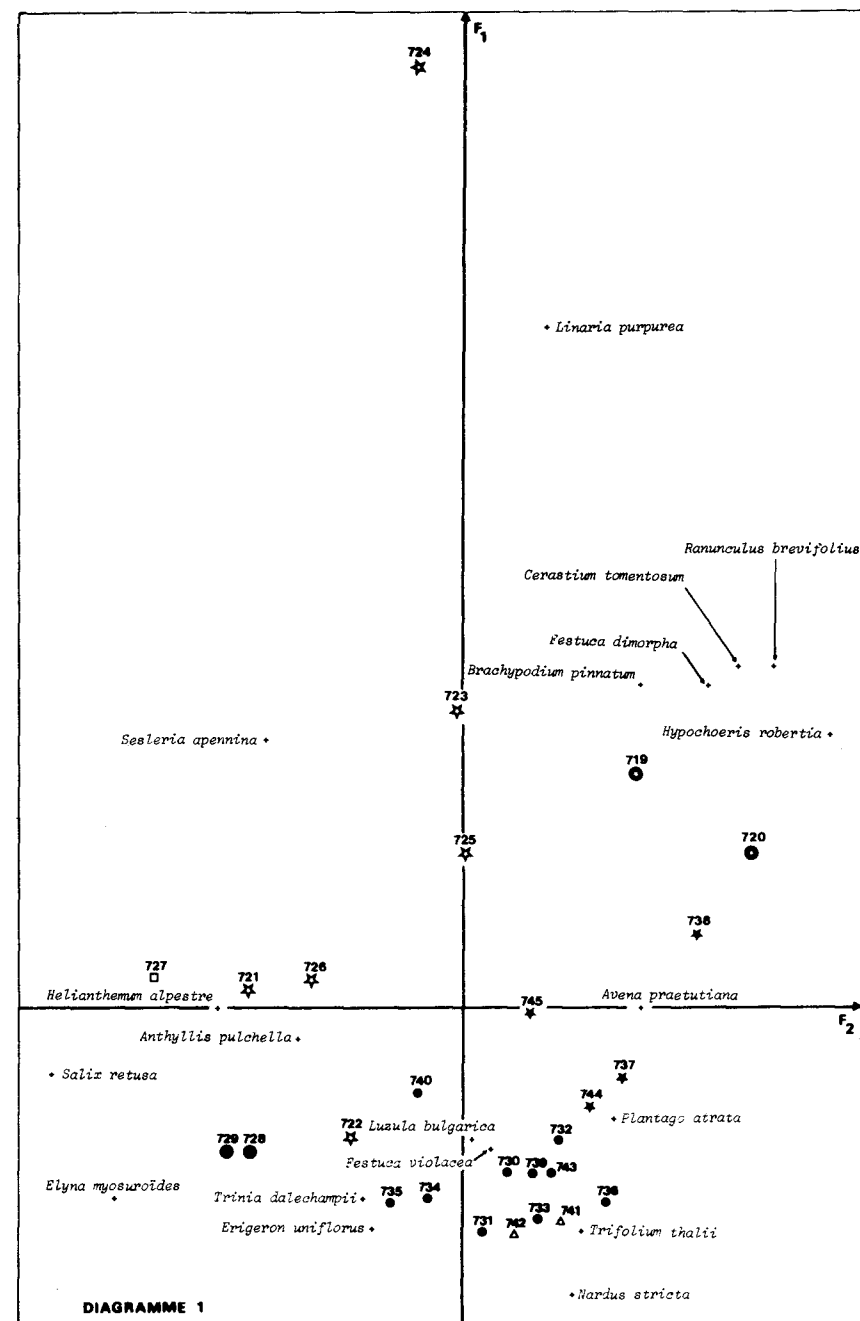
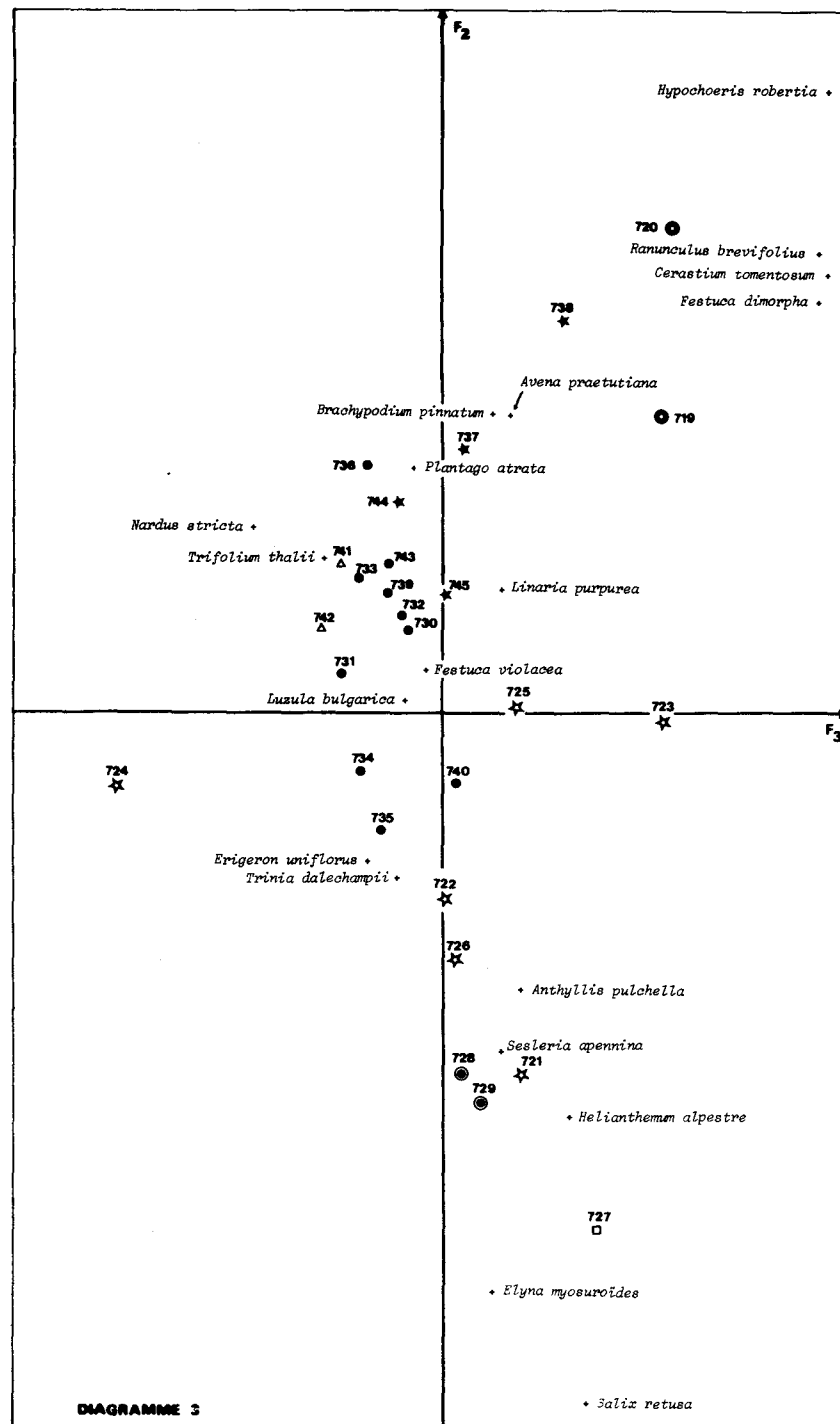
Or l'examen des diverses cartes factorielles obtenues à partir d'analyses factorielles des correspondances nous amènent à reconsidérer et à discuter ce schéma évolutif.

Analyse des différentes cartes factorielles concernant les données floristiques

Carte n° 1 — Sur cette carte factorielle, le nuage des points relatifs aux relevés et aux espèces apparaît avec une forme de croissant, disposition qui se rapporte à l'effet Guttman. Les axes 1 et 2 de cette carte, ont donc une signification complémentaire du point de vue écologique.

Ce nuage de points représente dans sa partie gauche une succession de relevés concernant les groupements à *Sesleria apennina* puis les pelouses à *Festuca violacea* et *Luzula bulgarica*. Dans sa partie droite, il figure la succession suivante : Eboulis fixés à *Festuca dimorpha* (relevés 719 - 720) — Groupement à *Brachypodium pinnatum* (relevés 737 - 738 - 744 - 745) — Pelouse à *Luzula bulgarica* et *Festuca violacea* (relevés 730 - 731 - 732 - 733 - 734 - 735 - 736 - 739 - 740) à laquelle se joint, en position marginale, le groupement de combe à neige à *Nardus stricta* (relevés 741 et 742).

Ainsi, en tenant compte de la composition floristique des groupements en présence-absence, il semble qu'il y ait deux évolutions possibles du tapis végétal qui aboutissent aux pelouses fermées à *Festuca violacea* et *Luzula bulgarica*.



Cette remarque pourrait sembler découler d'un cas particulier, dû aux relevés traités numériquement. En fait il n'en est rien puisqu'une première analyse numérique réalisée sur un lot de relevés différents effectués par l'un de nous (cf. **Perichaud, Bonin, 1973**) permet d'aboutir aux mêmes conclusions. Il ne s'agit donc pas d'un phénomène fortuit mais d'une réalité révélée par l'analyse numérique à partir de l'information que constitue la composition floristique des relevés.

Sur la carte n° 1, on note, par ailleurs, que les points-relevés relatifs aux pelouses fermées mésophiles sont peu distants les uns des autres. Ceci démontre une bonne homogénéité de leur composition floristique. On peut toutefois distinguer au sein de ce nuage de points, deux ensembles relativement séparés dont l'un, constitué par les relevés 734, 735 et 740 semble plus proche des relevés du *Seslerietum apenninae* donc plus affine de ce type de groupement, alors que l'autre, avec les relevés 730, 731, 732, 733, 736, 739, 743 est plus proche des groupements à *Brachypodium pinnatum*. Il y a donc bien, d'après ce document, deux voies d'évolution du tapis végétal herbacé permettant d'aboutir à la pelouse fermée à *Festuca violacea*.

Par contre, les points relatifs au *Seslerietum apenninae* sont plus dispersés, ce qui prouve une plus grande hétérogénéité dans la composition floristique du groupement à *Sesleria apennina*. La branche gauche du nuage des points semble liée à l'évolution du tapis végétal vers les pelouses à *Festuca violacea* et *Luzula bulgarica* par l'intermédiaire du *Seslerietum apenninae*. Cette association apparaît donc, non pas comme un groupement intermédiaire entre les éboulis et le *Luzulo-Festucetum violaceae* mais plutôt comme un stade important de passage entre les groupements installés sur substrat presque nu (affine des groupements rupicoles) et le *Luzulo-Festucetum violaceae*. C'est pourquoi le *Seslerietum apenninae* regroupe plusieurs étapes de l'évolution du tapis végétal ce qui explique son hétérogénéité floristique et qui peut se traduire du point de vue phytosociologique par plusieurs faciès ou sous-associations.

Cette hypothèse est étayée par deux observations faites par ailleurs :

- l'une concerne le premier traitement numérique présenté dans la publication de **Perichaud, Bonin, 1973**. Les cartes factorielles issues de ce traitement montrent très nettement la position charnière occupée par le *Seslerietum apenninae* entre les pelouses du *Luzulo-Festucetum violaceae* et quelques groupements rupicoles (ce traitement avait été fait sur des relevés différents de ceux utilisés ici).
- l'autre observation venant à l'appui de notre hypothèse, se rapporte aux remarques faites sur le terrain au massif du Pollino dans l'Apennin méridional. Sur cette montagne, la pelouse à *Sesleria apennina* occupe les zones de crête à sol superficiel où le substrat calcaire est souvent à nu. Elle constitue donc un élément de colonisation appréciable de ce type de sol.

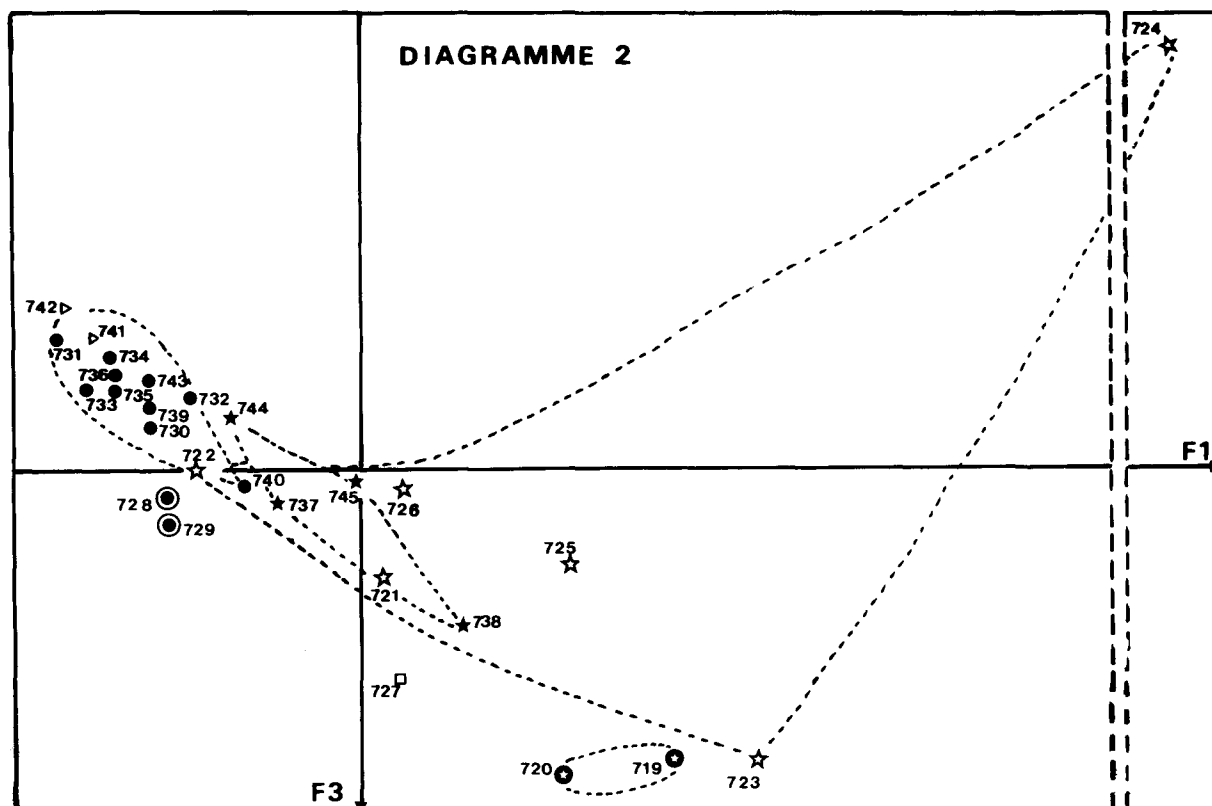
En conclusion, la branche droite du nuage, figuré sur la carte n° 1, représente l'évolution du tapis végétal de l'éboulis à *Festuca dimorpha* à la pelouse fermée à *Festuca violacea* et la branche gauche celle des groupements de colonisation du substrat presque nu à la même pelouse à *Festuca violacea*.

Nous avons vu que les axes 1 et 2 de cette carte factorielle peuvent être considérés comme complémentaires. L'axe 1 représente le facteur d'évolution des groupements les plus dégradés (dans sa partie positive) vers les groupements les plus évolués (dans sa partie négative). Ce gradient est confirmé sur les branches positives et négatives de l'axe 2 par les deux évolutions citées plus haut.

Carte n° 2 — Le nuage des points-relevés apparaît ici, non plus de face (comme sur la carte n° 1), mais de profil. Pour cette raison, ce document paraît beaucoup moins significatif que le précédent. Il permet de souligner toutefois la position très particulière du relevé 724.

Carte n° 3 — Cette carte correspond au plan des axes 2-3. Elle montre donc le nuage des points sous un angle très différent des deux cartes précédentes. Ceci permet de confirmer l'enchaînement des groupements qui constituent les stades d'évolution du tapis végétal vers la pelouse à *Festuca violacea*. Les deux types d'évolution décrits plus haut soit en partant de l'éboulis à éléments fins à *Festuca dimorpha* soit en partant des pelouses écorchées à *Sesleria apennina* sont perceptibles. On peut y remarquer également la position particulière des relevés 734, 735, 740, plus affines, semble-t-il des groupements à *Sesleria apennina* que des groupements à *Brachypodium pinnatum*.

On peut s'étonner d'aboutir aux constatations qui ont été faites à la lecture de ces cartes factorielles. Il est bon de souligner que le résultat de l'analyse factorielle des correspondances dépend de la composition floristique globale des relevés phytosociologiques traités. Or cette composition floristique est induite par les conditions écologiques du milieu correspondant à chacun de ces relevés. La disposition relative des relevés les uns par rapport aux autres sur les cartes factorielles constitue donc un élément d'information très sûr. Il reste à voir en quoi les données écologiques en notre possession peuvent-elles expliquer cette dynamique du tapis végétal.



II – L'ANALYSE NUMERIQUE SUR LES DONNEES ECOLOGIQUES ET LES DONNEES FLORISTIQUES ; SON APPORT DANS LA DISCRIMINATION DES GROUPEMENTS VEGETAUX ET DANS LA MISE EN EVIDENCE DE RELATIONS ENTRE LES DIVERSES VARIABLES

La mise en correspondance des données floristiques et des états de variables pédologiques (2) relatives aux mêmes relevés permet d'obtenir des cartes factorielles plus complexes sur lesquelles figurent tout à la fois les états de variables écologiques, les relevés et les espèces. La position des relevés résulte alors de la relation entre les états de variables et les espèces. Ainsi, leur position n'est plus simplement fonction de leur composition floristique, mais aussi des états des variables écologiques.

L'intervention coordonnée de ces deux séries de données entraîne une répartition des points-relevés sur les cartes factorielles qui diffère de celle que l'on a pu observer sur les cartes résultant de l'analyse sur les seules données numériques. Enfin, les états d'une même variable, par leur position sur les cartes permettent de suivre l'évolution de cette variable à travers les groupements végétaux.

Les valeurs propres et les taux d'inertie obtenus lors du traitement des données floristiques, des données écologiques et des relations entre ces deux séries de variables indiquent l'état de structuration du nuage de points et la part d'information recueillie, au sujet des tableaux de données, sur chaque plan.

Le tableau comparatif ci-dessus montre que les valeurs propres relatives aux trois premiers axes de l'AFC (3) sur les données floristiques correspondent à un nuage de points bien structuré. Par contre, celles concernant l'AFC sur les relations entre données floristiques et données écologiques indiquent une disproportion entre l'axe 1 et les deux autres axes. Cet axe constitue donc ici, une direction « privilégiée » autour de laquelle s'organise tout le nuage des points-espèces et des points-relevés.

(2) Chaque variable pédologique apparaît dans chaque relevé avec une valeur donnée. Ces valeurs sont réparties en classes qui représentent les divers états de la variable.

(3) AFC : Analyse factorielle des correspondances.

	AFC sur données floristiques			AFC sur données écologiques		
Axes	1	2	3	1	2	3
Valeurs propres	0,536	0,409	0,351	0,131	0,057	0,048
Taux d'inertie	13,4	10,23	8,79	31,6	13,86	11,73

Les taux d'inertie de chacun des axes permettent d'apprécier le pourcentage de l'information recueillie sur le plan déterminé par deux d'entre eux. Ainsi, l'AFC sur les données floristiques donne pour les différents plans considérés :

- Plan des Axes 1–2 : 23,63 %
- Plan des Axes 1–3 : 22,19 %
- Plan des Axes 2–3 : 19,02 %

De même l'AFC sur les données écologiques et floristiques donne :

- Plan des Axes 1–2 : 45,46 %
- Plan des Axes 1–3 : 43,33 %
- Plan des Axes 2–3 : 25,59 %

La comparaison entre les deux séries de taux d'inertie, permet de constater que les plans 1–2 ; 1–3 et 2–3 de la première AFC, apportent une part comparable de l'information, alors que les taux d'inertie de la deuxième analyse mettent en évidence que la plus grande partie de l'information est contenue dans le plan des axes 1–2. C'est donc ce dernier plan qui fera l'objet de l'essentiel de notre étude.

La Carte n° 4 met en évidence une répartition générale des points-relevés qui rappelle celle mise en valeur par les cartes factorielles précédentes.

Ainsi, la succession éboulis à *Festuca dimorpha*, pelouses à *Brachypodium pinnatum*, pelouses mésophiles à *Festuca violacea* est-elle toujours présente et la position des relevés du *Seslerietum apenninae* reste-t-elle comparable à celle qui figurait sur les précédents documents. On peut noter cependant quelques différences dues à l'intervention des données pédologiques dans cette analyse :

- les relevés relatifs aux groupements à *Brachypodium pinnatum* s'étirent davantage sur la carte n° 4 que sur les précédentes. Ceci indique que ce type de pelouse est moins homogène si l'on tient compte des variables pédologiques considérées qu'il ne l'est au plan floristique.
- les formations à *Nardus stricta* se différencient plus nettement que précédemment. Ceci prouve leur grande individualité édaphique. Les variables relatives au milieu édaphique discriminent plus efficacement ces groupements que ne le fait leur composition floristique.
- enfin, les groupements du *Seslerietum apenninae* sont tout aussi hétérogènes du point de vue pédologique qu'ils ne le sont du point de vue de leur composition floristique.

La prise en compte de la relation entre espèces et variables amène un changement dans la position des espèces sur les diagrammes. Ainsi *Phleum alpinum* et *Nardus stricta* apparaissent dans cette deuxième analyse plus caractéristiques de ce type de groupement qu'elles ne l'étaient lors de la première AFC.

Ces deux espèces sont donc les deux seuls taxons vraiment significatifs du «milieu édaphique» relatif aux pelouses à nard.

Chaque variable est figurée sur la carte n° 4 sous forme de trois états (4). La liaison entre les trois points concernant ceux-ci donne une indication de la trajectoire évolutive de la variable. Il est donc possible de suivre les évolutions simultanées de toutes les variables prises en considération dans la structure générale déterminée par les points-relevés.

(4) Ces états correspondent à trois classes d'effectif égal (cf. Tableau B)
Cette subdivision arbitraire n'a aucune signification écologique particulière.

Certains états de ces variables ont une contribution importante sur la détermination des principaux axes. Ils jouent donc un rôle prédominant dans l'organisation générale du nuage des points. L'association de certains d'entre eux peut servir de base à la définition de «milieux édaphiques» déterminés.

AI 3, CB 3, SO 3, OO 3, PH 1, CO 3 et AG 2.

Les états de variables cités se trouvent regroupés à proximité les uns des autres, constituent un noyau particulièrement dense, représentatif d'un milieu homogène du point de vue édaphique.

PH 3, AZ 1, LI 3, SA 1, CA 2, AG 3 et PE 3.

Les autres états de variables non cités se regroupent par deux ou par trois pour constituer des noyaux secondaires qui ne forment pas l'objet d'un commentaire particulier ici.

Cette répartition des états de variables sur la carte n° 4 témoigne d'une grande disparité édaphique tout au moins au niveau de l'horizon supérieur, si l'on prend comme critère les variables qui ont été retenues. Seul, le milieu relatif aux groupements que nous avons considérés comme groupements climaciques apparaît relativement homogène. Ceci confirme bien le *Luzulo-Festucetum violaceae* comme étant le stade ultime de la série. Par contre, la disparité des états de variables n'appartenant pas au noyau principal tend à prouver qu'ils ne sont pas directement liés à l'un ou l'autre des groupements végétaux envisagés ici.

Numéro relevés	SQ	OO	AG	LI	SA	PH	CA	CB	SO	AZ	CN	PE	CO	AL	NATURE
	Sque- lette %	H ₂ O hygros- copique %	Argile %	Limons %	Sables %	pH	CaCO ₃ %	C %	Subs. Organ. %	N %	C/N	Pente ±	Couver- ture %	Alti- tude (m)	
0719	65,0	3,5	5,65	18,10	76,25	7,5	52	6,44	11,11	0,50	12,8	25	40	2130	Protorendzine
0720	46,0	6,9	12,25	18,55	69,20	7,0	03	8,24	14,22	0,67	12,2	20	50	2025	Rendzine brune
0721	61,5	6,5	0,70	16,95	82,35	7,6	43	11,08	19,12	0,87	12,7	5	45	2100	Rendzine
0722	65,8	10,08	1,10	7,90	91,00	7,0	16	13,32	22,99	1,26	10,5	0	70	2130	Rendzine
0723	04,0	1,4	16,05	20,85	63,10	7,0	0,75	7,62	13,15	0,58	13,1	40	95	2350	Rendzine brune
0724	10,0	6,6	3,50	12	84,50	6,4	0,00	8,10	13,98	0,72	11,2	35	85	2250	Rendzine brune 7,5 YR 3/2
0725	18,0	6,88	1,75	7,55	90,70	6,3	0,00	12,48	21,54	1,01	12,3	45	95	2350	Sol humo-carbonaté
0726	19,0	10,00	0,65	13,95	85,40	6,2	0,00	15,44	26,64	1,54	10,02	2	95	2280	Sol humo-carbonaté
0727	31,0	7,02	0,15	22,25	77,60	7,0	0,00	10,10	17,43	0,94	10,7	15	95	2400	Sol humo-carbonaté
0728	02,0	13,20	2,91	16,96	80,13	5,5	0,00	24,80	42,80	2,12	11,9	30	100	2300	Sol humo-carbonaté
0729	02,0	10,70	2,35	13,16	84,49	5,5	0,00	16,62	28,68	1,33	12,5	30	100	2300	Sol humo-carbonaté
0730	04,0	10,02	17,40	28,85	53,75	7,0	0,00	5,26	9,07	0,45	11,6	25	100	2070	Rendzine brune
0731	00,0	2,77	0,95	18,25	80,80	5,0	0,00	10,90	18,81	1,18	9,1	5	90	2100	Sol brun calcaire
0732	22,0	3,14	1,10	14,09	84,81	6,2	0,00	6,36	10,97	0,64	9,9	35	95	2200	Sol brun acide
0733	06,0	3,2	0,2	7,70	92,1	6,3	0,00	15,19	26,21	1,5	10,1	20	90	2030	Sol humo-carbonaté
0734	10,0	11,47	0,85	31,70	67,45	6,2	0,00	11,84	20,43	1,02	11,6	5	100	2100	Rendzine
0735	62,0	9,19	1,55	10,60	87,85	6,8	1,1	13,02	22,47	1,20	10,8	2	100	2100	Rendzine - Sol humo-carbonaté
0736	10,0	8,8	1,9	10,0	88,1	5,3	0,00	7,62	13,15	0,74	10,3	0	95	2190	Sol brun acide
0737	23,0	4,9	5,65	9,84	84,51	6,2	0,00	6,28	10,83	0,59	10,6	35	95	2200	Sol brun
0738	26,0	7,5	4,75	19,90	75,35	7,0	0,50	5,92	10,21	0,53	11,1	40	100	2170	Rendzine brune
0739	24,0	8,38	1,35	10,10	88,55	6,5	0,00	8,34	14,39	0,76	10,9	40	85	2300	Rendzine
0740	41,0	8,82	0,20	9,65	90,15	7,0	2,00	11,10	19,15	0,82	13,5	35	70	2325	Rendzine
0741	00,0	13,5	3,00	7,90	89,10	5,5	0,00	6,30	10,87	0,59	10,6	2	95	2100	Sol brun acide
0742	06,0	8,72	1,25	9,45	89,30	5,2	0,00	14,70	25,37	1,51	9,7	5	100	2100	Sol humo-carbonaté
0743	21	10,6	5,5	10,35	84,15	7,3	1,00	9,40	16,22	0,75	12,5	5	100	2100	
0744	7	0,1	1,10	2,80	96,10	7,0	1,25	5,28	9,11	0,48	11,0	25	95	2070	Rendzine brune
0745	10	10,8	8,10	15,30	76,60	7,6	17,5	6,24	10,77	0,56	11,1	35	80	2180	Rendzine

TABLEAU A : VALEUR DES DIFFERENTES VARIABLES DANS CHAQUE RELEVÉ

Toutefois, parmi les variables considérées, on peut noter que certaines d'entre elles évoluent de manière concomitante. Ainsi, le PH, la substance organique (SO), le carbone (CB), l'azote (AZ) et l'eau hygroscopique (OO) évoluent-ils corrélativement. Leur profil évolutif ne paraît cependant pas lié directement à l'évolution dynamique du tapis végétal.

Par ailleurs, l'AFC effectuée sur les données pédologiques seules confirment cette impression de disparité des données édaphiques. Seuls le taux d'azote total et l'eau hygroscopique évoluent de concert. Une corrélation apparaît aussi entre le carbone, la substance organique et le PH. Les limons et les sables varient en sens inverse. Quand le taux de l'un augmente celui de l'autre diminue.

Ces caractères observés sur les cartes concernant le traitement numérique des données pédologiques seules se retrouvent donc sur la carte n° 4 concernant l'étude des relations entre données floristiques et données numériques.

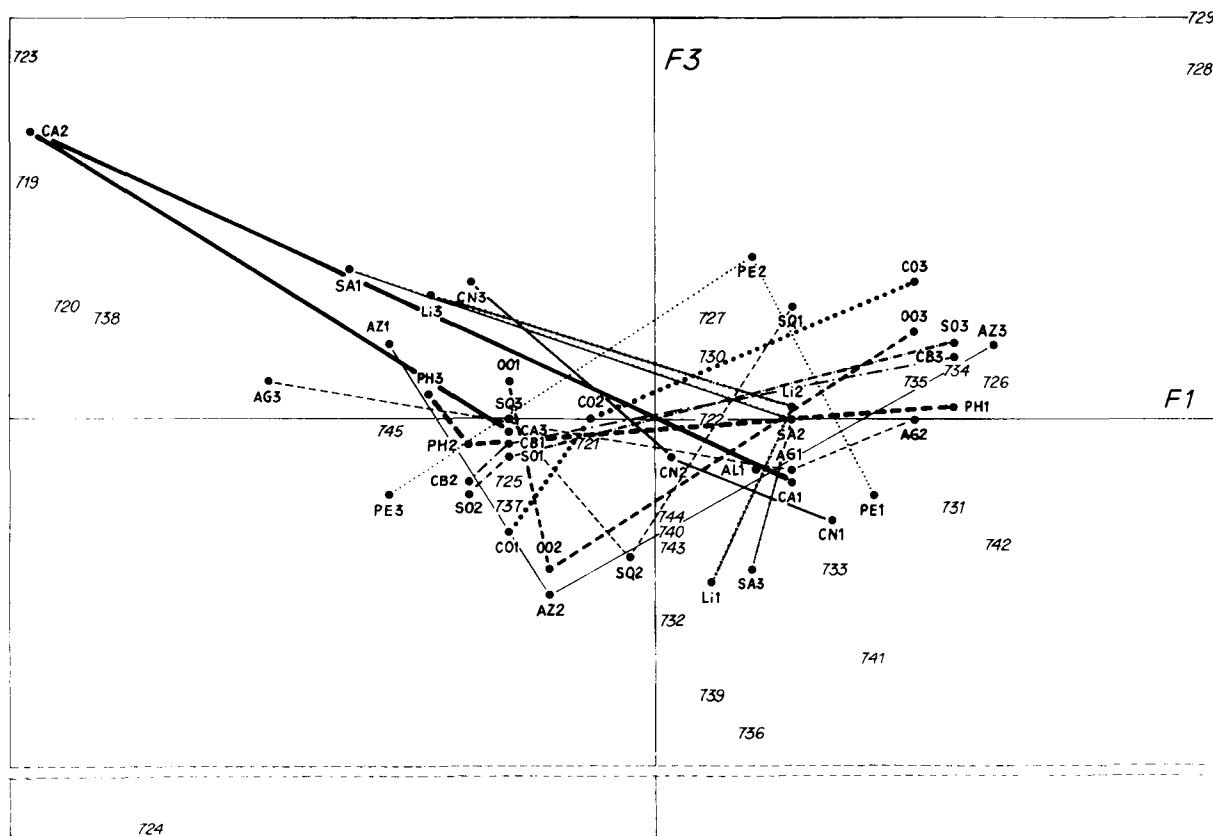
Sur cette carte factorielle, les profils évolutifs des variables : pente, squelette, azote et eau hygroscopique paraissent plus ou moins liés à l'axe 1 qui représente la direction privilégiée de l'évolution dynamique. Ceci laisse supposer que ces variables du milieu édaphique peuvent intervenir partiellement dans la succession des groupements végétaux.

Toutefois, la prise en compte d'un nombre limité de variables édaphiques ne permet pas, dans le cas présent, de savoir précisément si l'une ou plusieurs d'entre elles agissent réellement dans la dynamique du tapis végétal telle qu'elle a été mise en évidence précédemment.

Ces conclusions ne sont pas dues à l'inefficacité de la méthode. En effet, celle-ci utilisée par l'un de nous pour les groupements de pelouse de l'Apennin méridional a donné entière satisfaction. C'est pourquoi il semble plus probable que les variables édaphiques retenues pour l'analyse numérique ne sont pas suffisantes pour expliquer les phénomènes dynamiques mis en évidence.

en %	!	S Q	!	de	0	à	7	!	de	10	à	23	!	de	24	à	67	!
	!	O O	!		0,1		6,5	!		6,6		8,82	!		9,19		13,5	!
	!	A G	!		0,2		1,1	!		1,25		3	!		3,5		17,4	!
	!	L I	!		2,8		10,1	!		10,35		16,96	!		18,10		31,7	!
	!	S A	!		63,1		77,6	!		80,1		85,4	!		87,85		96,1	!
	!	P H	!		5		6,2	!		6,3		7	!		7,3		7,6	!
en %	!	C A	!		0			!		0		17,6	!		17,5		81	!
	!	C B	!		6,2		6,44	!		7,6		11,08	!		11,1		24,8	!
	!	S O	!		9,07		11,11	!		13,15		19,12	!		19,15		42,8	!
	!	A Z	!		0,45		0,59	!		0,64		0,94	!		1,01		2,12	!
en °	!	C/N	!		9,1		10,70	!		10,8		11,90	!		12,2		13,5	!
	!	P E	!		0		5	!		20		30	!		35		45	!
en %	!	C O	!		40		90	!		90		95	!		95		100	!
en m	!	A L	!		2025		2100	!		2130		2200	!		2250		2400	!

TABLEAU B : VARIABLES SOUS FORME DE CLASSES



CARTE N° 5 : EVOLUTION DES VARIABLES EDAPHIQUES
Pelouses du Gran Sasso d'Italia

III – INFORMATIONS SUR L'AUTOECOLOGIE DE QUELQUES TAXONS PRESENTS DANS LES GROUPEMENTS ETUDIES

La carte n° 6 représente l'ensemble des espèces (sur le plan des axes 1-2) en fonction de leurs relations avec les états de variables. Une étude comparée des cartes figurant soit les états des variables écologiques, soit les espèces végétales permet d'établir un lien entre certains états et certains taxons. Au sein des groupements végétaux définis précédemment, certaines espèces apparaissent plus particulièrement liées à l'un ou l'autre des états de variables. Il est donc possible de déterminer des groupes d'espèces en fonction de leurs affinités avec certains états de variables.

Le diagramme étudié ici, montre un nuage de points-espèces assez largement dispersés. Si l'on fait abstraction des espèces à fréquence inférieure à 3 pour lesquelles il est vraiment aléatoire de tirer des conclusions, on peut remarquer quatre ensembles de points, liés à quatre lots d'états de variables.

+++ Sur la droite de la carte n° 6 un premier lot est constitué par les espèces suivantes :

Phleum alpinum, *Festuca violacea*, *Minuartia verna*, *Draba aspera*, *Gnaphalium supinum*, *Potentilla crantzii*, *Astrantia pauciflora*, *Trifolium thalii*, *Gentiana lutea*, *Erigeron uniflorus*, *Gentiana nivalis*, *Galium pumilum*, *Achillea millefolium*, *Trinia dalechampii*. Il paraît plus particulièrement inféodé aux états de variables édaphiques suivants : SQ 1, AG 2, CO 3, OO 3, PH 1 qui représentent un horizon supérieur relativement riche en matière organique ou l'eau hygroscopique est abondante le PH acide et où les éléments fins dominent.

Certaines de ces espèces appartiennent aux *Seslerietalia tenuifoliae* et aux *Festuco-Seslerietea* du point de vue phytosociologique alors que d'autres relèvent d'unités phytosociologiques supérieures différentes. Ceci montre qu'indépendamment du cadre phytosociologique, certaines espèces sont plus ou moins inféodées à certaines des caractéristiques du milieu édaphique. C'est pourquoi, certaines espèces qui croissent dans les pelouses à *Sesleria apennina* se trouvent rapprochées de taxons liés à d'autres types de pelouses.

0076. *Botrychium lunaria* (L.) SW.
0148. *Juniperus communis* L. ssp. *nana* Syme
0258. *Phleum alpinum* L.
0374. *Helictotrichon practutiana* Parl.
0410. *Sesleria apennina* Ujh.
0435. *Koeleria splendens*
0475. *Poa alpina*
0485. *Poa violacea*
0519. *Festuca ovina* L. var. *crassifolia* Hack
0603. *Bromus erectus* Huds.
0651. *Brachypodium pinnatum* (L.) P.B.
0655. *Nardus stricta* L.
0813. *Kobresia bellardi* Degl. (*Elyna myosuroides*)
0865. *Carex nigra* All.
0876. *Carex caryophyllea* La Tourette
0900. *Carex macrolepis* D.C.
0908. *Carex kitaibeliana* (Kit). Deg-Bech.
1071. *Juncus trifidus* L.
1100. *Luzula multiflora* (Retz.) Lej.
1413. *Crocus albiflorus* Kit.
1645. *Salix retusa* L.
1827. *Polygonum viviparum* L.
1888. *Rumex acetosa* L.
1898. *Rumex scutatus* L.
2077. *Paronychia serpyllifolia* (Cheix) Graebner.
2078. *Herniaria glabra* L.
2115. *Sagina saginoides* (L.) Karsten.
2138. *Minuartia verna* (L.) Hiern.
2258. *Cerastium arvense* (L.)
ssp. *suffruticosum* (L.)
2265. *Cerastium tomentosum* L.
2309. *Silene acaulis* (L.) Jacq.
2312. *Silene saxifraga* L.
2324. *Silene ciliata* Pourr. var. *graefferi*
(Guss.) Fiori
2378. *Silene roemerii* Priv.
2425. *Dianthus sylvestris* Wulf.
2518. *Helianthemum alpestre* (Jacq.) DC.
2534. *Helianthemum grandiflorum* (Scop.) DC.
2599. *Viola eugeniae* Perl.
2943. *Draba aizoides* L.
2966. *Erophila verna* (L.) Bess.
3028. *Thlaspi alpestre*
3070. *Biscutella laevigata* L.
3168. *Anemone alpina* L. var. *millefoliata*
(Bert.) Fiori
3174. *Anemone narcissiflora*
3253. *Ranunculus brevifolius* Ten.
3288. *Ranunculus oreophilus* Bieb.
3416. *Saxifraga adscendens* L.
3466. *Saxifraga callosa* Sm. ssp. *callosa*
3472. *Saxifraga paniculata* Mill.
3500. *Saxifraga oppositifolia* L.
3523. *Sempervivum arachnoideum* L.
3545. *Sedum reflexum* L.
3552. *Sedum acre* L.
3572. *Sedum atratum* L.
3682. *Potentilla crantzii* (Crantz) Beck.
3755. *Alchemilla hybrida* L. ssp. *colorata*
4032. *Medicago lupulina* L.
4193. *Trifolium pratense* L.
4243. *Trifolium thalii* Vill.
4275. *Anthyllis vulneraria* L.
ssp. *pulehella* (Vis) Bornm
4278. *Anthyllis montana* L.
4300. *Lotus corniculatus* L.
4354. *Oxytropis campestris* (L.) DC.
4383. *Astragalus sempervirens* Lam.
4421. *Hippocrepis comosa* L.
4722. *Astrantia pauciflora* Bert.
4771. *Trinia dalechampi* Janch et Beck.
4782. *Bunium alpinum* W et K.
5004. *Laserpitium siculum* Spr.
5183. *Polygala alpestris* Rchb.
5279. *Linum alpinum* Jacq.
5482. *Euphorbia cyparissias* L.
5605. *Vitaliana primulifera* Bert.
5609. *Androsace villosa* L.
5620. *Soldanella alpina* L.
5702. *Armeria majellensis* Boiss.
5764. *Gentiana lutea* L.
5778. *Gentiana verna* L.
5791. *Gentiana nivalis* L.
5798. *Gentiana neapolitana* Froel.
5890. *Myosotis alpestris* F.W. Schmidt.
5945. *Cynoglossum magellense* Ten.
6156. *Linaria purpurea* Mill.
6314. *Euphrasia salisburgensis*
6363. *Pedicularis verticillata* L.
6377. *Pedicularis gyroflexa* Vill.
var. *elegans* (Ten) Fiori.
6595. *Betonica divulsa* Grande
6698. *Acinos alpina* (L. Moench)
6722. *Thymus xipylum* s.l.
6803. *Globularia meridionalis* O. Schwartz.
6821. *Plantago atrata* Hoppe.
6898. *Galium lucidum* All.
6915. *Galium austriacum* Jacq.
6919. *Galium baldense* Spreng.
6953. *Asperula neglecta* Guss.
7089. *Scabiosa columbaria* L.
7176. *Phyteuma orbiculare* L.
7268. *Campanula scheuchzeri* Vill.
7290. *Edraianthus graminifolius* (L.) A DC.
7388. *Senecio scopoli* Hoppe.
7413. *Doronicum columnae* Ten.
7428. *Bellis perennis* L.
7445. *Aster alpinus* L.
7492. *Erigeron uniflorus*
7512. *Leucanthemum vulgare*
7612. *Anthemis mucronulata* Bert.
var. *barrelieri* (Ten) Fiori
7614. *Anthemis montana* L.
7665. *Achillea millefolium* L.
7710. *Antennaria dioica* (L.) Gaertner.
7729. *Omalotheca supina* (L.) DC.
7863. *Carlina acaulis* L. var. *caulescens* DC.
7964. *Centaurea triumfetti* All.
7982. *Centaurea dissecta* Ten.
8076. *Carduus chrysacanthus* Ten.
8255. *Hypochaeris robertia* Fiori
8361. *Taraxacum officinale* Web.
8521. *Crepis aurea* (L.) Cass.
ssp. *glabrescens* (Carnel) Arc.
8524. *Hieracium pilosella* L.
8532. *Hieracium auricula* L.
8563. *Hieracium villosum* Jacq.
8575. *Hieracium murorum* L.
8602. *Luzula bulgarica* Chrtck & Krisa.

+++ Sur la partie gauche du diagramme, deux ensembles peuvent être discernés :

- Le premier est composé des espèces suivantes : *Brachypodium pinnatum*, *Carlina acaulis*, *Globularia meridionalis*, *Koeleria splendens*, *Thlaspi alpestre*, *Sagina saginoides*, *Silene ciliata*. Il est lié à des sols à PH basique, pauvre en matière organique, en Carbone et en Azote où le CaCO_3 est présent et où le squelette est important avec texture plutôt équilibrée.
- Le second est composé des espèces : *Festuca dimorpha*, *Linaria purpurea*, *Astragalus sempervirens* ; il semble plus spécialement lié aux taux faibles de CaCO_3 .

+++ Enfin, dans les deux quarts supérieurs de la carte n° 6 un très important lot d'espèces est lié respectivement à deux ensembles d'états de variables :

- CN_2 , CA_1 , AG_1 , LI_2 et SA_2
- CO_2 , SQ_2 , AZ_2 , SB_2' , SO_2 , PH_2 et PE_3 .

Il s'agit :

+ /+ d'une part, de *Botrychium lunaria*, *Polygonum viviparum*, *Pedicularis gyroflexa* var. *elegans*, *Luzula multiflora*, *Carex caryophylla*, *Silene acaulis*, *Hernaria glabra*, *Gentiana verna*, *Taraxacum officinalis*, *Sesleria apennina*, *Saxifraga adscendens*, *Anthemis montana*.

+ /+ d'autre part, de *Hippocrepis comosa*, *Saxifraga paniculata*, *Aster alpinus*, *Polygala alpestris*, *Galium lucidum*, *Acinos alpina*, *Sempervirens arachnoideum*, *Dianthus sylvestris*, *Euphrasia salisburgensis*, *Helianthemum grandiflorum*.

Le premier de ces deux lots de taxons paraît surtout inféodé à des sols à structure sableuse donc bien aérés et biologiquement actifs (CN_2). Le second lot est plutôt lié à une pente forte ($35^\circ - 45^\circ$) donc à un drainage plus important avec les conséquences écologiques qui en découlent.

La plupart des espèces citées dans les derniers paragraphes composent les groupements des pelouses à *Sesleria apennina* alors que tous les taxons énumérés plus haut s'intègrent plutôt aux groupements d'éboulis, aux pelouses à *Brachypodium pinnatum* et aux pelouses à *Festuca violacea*.

On retrouve donc, de manière imparfaite certes, à travers ces groupes d'espèces, les deux directions de la dynamique évolutive évoquée au début de ce travail.

CONCLUSION

Les analyses numériques auxquelles nous avons procédé, avaient pour objet le contrôle d'une méthodologie sur un exemple déjà bien étudié donc bien connu à travers les travaux de tous les auteurs cités précédemment. Or il faut constater que les résultats de l'analyse sur les données floristiques ont permis de voir l'évolution du tapis végétal au niveau des zones culminales du Gran Sasso sous un jour qui n'est pas habituel. En effet, contrairement au schéma communément admis, il semble que le *Luzulo-Festucetum violaceae* est l'aboutissement de deux évolutions différentes du tapis végétal herbacé et non d'une seule succession dynamique.

La pelouse à *Festuca violacea* et *Luzula bulgarica* peut être considérée comme le stade climacique parce qu'elle occupe la majeure partie des pentes à sol évolué des sommets du massif et parce que son évolution paraît alors plus ou moins bloquée sauf en quelques lieux très localisés et très limités en superficie où l'acidification du sol accrue provoque l'installation d'un groupement plus acide (pelouse à *Nardus stricta* ou dans d'autres massifs pelouse à *Festuca spadideae* comme au Monte Terminillo).

Les deux successions de groupements mises en évidence pourraient inciter à considérer deux séries et non pas, seulement, la série subalpine du *Festuca violacea* et *Luzula bulgarica*. Il paraît toutefois plus raisonnable de préciser qu'il s'agit là de deux variantes d'une même série sur sol calcaire.

De plus, il serait souhaitable de reprendre l'investigation sur un volume beaucoup plus important de données afin de vérifier si le schéma dynamique mis en évidence est confirmé ou si l'on doit lui préférer le schéma classique.

La série de végétation ainsi étudiée a été qualifiée de subalpine parce que l'on peut considérer que la majeure partie des espèces qui constituent ces groupements (surtout le *Luzulo-Festucetum violaceae*) sont répandues dans l'étage subalpin des montagnes médio-européennes. On peut considérer que l'on se trouve donc encore dans l'étage subalpin. Pourtant la présence des éboulis à *Festuca dimorpha* et des pelouses à *Sesleria*

apennina donne, du point de vue biogéographique à la série une teinte oroméditerranéenne. Les groupements végétaux de cette région de montagnes se trouvent donc en limite méridionale de la répartition géographique de l'étage subalpin et en limite septentrionale de l'étage oroméditerranéen.

Enfin, dans le cadre de cette série dynamique les rapports entre le sol et la végétation ont été plus difficiles à préciser. Il est possible, comme l'ont fait Bruno, Furnari et Sibilio de lier les caractères généraux et le type de sol aux groupements végétaux. L'analyse numérique a montré qu'il était plus difficile de lier les diverses variables du sol au processus dynamique c'est-à-dire d'apprécier le degré d'intervention de ces variables dans l'évolution. Les diverses analyses factorielles utilisées n'ont pas permis de retenir, parmi ces variables édaphiques, un élément d'explication.

De plus, le nombre limité de relevés floristiques et de données pédologiques doit être considéré comme un élément restrictif qui ne permet pas d'aboutir à des conclusions définitives. Il n'en reste pas moins vrai que notre investigation a mis en évidence une interprétation particulière de la dynamique évolutive des pelouses du Gran Sasso d'Italia.

REFERENCES BIBLIOGRAPHIQUES

- Avena G. & Bruno F.**, (1975) — Lineamenti della vegetazione del massiccio del Pollino.
Not. Fitosoc., 10 : 131-158.
- Benzecri J.P.**, (1973) — L'analyse des données. Tome 2 :
«L'analyse des correspondances».
Dunod Ed., 619 p.
- Bonin G.**, (1978) — Contribution à la connaissance de la végétation des montagnes de l'Apennin centro-méridional.
Thèse doc. d'état, Marseille, 318 p.
- Bonin G. & Roux M.**, (1978) — Utilisation de l'analyse factorielle des correspondances dans l'étude phyto-écologique de quelques pelouses de l'Apennin Lucano-Calabrais.
Oecol. Plant., 13 (2) : 121-138.
- Braun-Blanquet J.**, (1954) — La végétation alpine et nivale des Alpes françaises.
Com. S I G M A, 125, 72 p.
- Bruno F. & Furnari F.**, (1966) — Excursion de la société internationale de phytosociologie dans les Abruzzes (Apennins centraux). Not. Fitosoc., 3 : 1-50.
- Bruno F. Furnari F. & Sibilio E.**, (1967) — Saggio comparativo tra vegetazione e suolo del versante Sud-Est di M. Portella (Gran Sasso d'Italia).
Ann. di Bot., 28 (1) : 391-462.
- Duchauffour Ph.**, (1970) — Précis de pédologie.
Masson., Paris, 481 p.
- Feoli-Chiapella L. & Feoli E.**, (1977) — A numerical phyto-sociological study of the summits of the Majella massive (Italy). Vegetatio, vol. 34, 1 : 21-39.
- Giacomini V. & Furnari F.**, (1961) — Prima linee del dinamismo della vegetazione di altitudine del Gran Sasso d'Italia.
Nuov. Giorn. Bot., Ital., n.s., 68 (3-4) : 356-363.
- Guinochet M.**, (1938) — Etudes sur la végétation de l'étage alpin du bassin supérieur de la Tinée (Alpes-maritimes).
Thèse doct. d'état, Lyon, 1-458 p.
- Lacoste A. & Roux M.**, (1972) — L'analyse multidimensionnelle en phytosociologie et en écologie. Application à des données de l'étage subalpin des Alpes-maritimes. II, l'analyse des données écologiques et l'analyse globale.
Oecol. Plant., 7 : 125-146.
- Migliaccio F.**, (1970) — Notizie fitosociologiche preliminari sulla vegetazione altitudinale della Maiella.
Atti Ist. Bot. Lab. critt. Univ. Pavia (Italie), ser. 6 vol. 6, 243-260.
- Romane F.**, (1972) — Application à la phytoécologie de quelques méthodes d'analyse multivariable.
Thèse doct. ingénieur, Montpellier. 124 p.
- Roux M.**, (1975) — L'analyse des données en biologie végétale et quelques domaines circonvoisins.
Thèse d'état, Paris, Art. ppal. 16 p.

Les remontées méditerranéennes sur le versant italien des Alpes

Marcel BARBERO *

Résumé — *Les espèces méditerranéennes jouent un rôle important sur le versant italien des Alpes. L'auteur étudie la répartition des principales essences forestières et arbustives méditerranéennes au sein des séries et des étages de végétation. Deux territoires où ces espèces sont fréquentes sont mis en évidence. L'un se situe au sud-ouest des Alpes entre la vallée du Tanaro et la vallée de la Maira, l'autre occupe la zone des lacs entre le Lac Majeur, où les influences méditerranéennes sont cependant atténuées, et le Lac de Garde. Entre ces deux ensembles les colonies méditerranéennes sont situées sur des territoires vraiment restreints : avant-postes préalpins au débouché des vallées, ou ensembles plus xériques des vallées internes. Les groupements rencontrés là rappellent alors ceux des formations méditerranéennes steppiques.*

Abstract — *Mediterranean species play an important role on the Italian slopes of the Alps. The author studies the geographical distribution of the principal forest and shrub mediterranean species within the vegetation levels. Two localities are defined being more frequently occupied by these species. The first lies between the Valley of Tanaro and that of Maira, the other in the zone between Lac Majeur where the mediterranean influence is attenuated and Lac Garde. Between the two sets the mediterranean species colonies are really very localized in outposts, pre-alpine and on the valley's outlets where the groupments are more xeric than those at the interior. The groupments encountered recall those of mediterranean steppe formations.*

Riassunto — *Le specie mediterranee giocano un ruolo molto importante sul versante italiano delle Alpi. L'autore studia la repartizione delle principali essenze forestali e formazioni arbustive mediterranee nelle serie e piani di vegetazione. Due territori dove queste specie sono frequenti sono stati distinti. Il primo è situato a sud-ovest delle Alpi tra la Valle Tanaro et la Valle Maira, il secondo occupa la zona dei laghi tra il Lago Maggiore, dove le penetrazioni mediterranee sono deboli, e il Lago di Garda. Tra i due insiemi le colonie di specie mediterranee sono situati in territori di promontori collinari prealpini sulla pianura padana oppure in oasi endoalpina delle vallate xeriche entroalpine ; tuttavia questi ultimi raggruppamenti possono essere confrontati con quelli delle formazioni mediterraneo-steppiche.*

Les études cartographiques actuellement très avancées sur le versant italien des Alpes nous permettent de poser un certain nombre de questions d'ordre biogéographique dont la réponse est fondamentale pour comprendre les difficiles problèmes de la mise en place de la végétation de ces régions.

En particulier, l'une d'entre elles est de savoir comment se répartissent et s'agencent les enclaves de végétation méditerranéenne sur l'arc alpin italien. Si à ce sujet toutes les espèces méditerranéennes ont sur les Alpes italiennes un grand intérêt qui n'échappa point aux auteurs qui les ont étudiées (Nègre (1905-1906); Béguinot (1931); Charrier (1950-1954); Montacchini et Caramiello (1969) etc...) le problème de leur organisation et de leur participation aux associations végétales de la région n'a pas encore été abordé. C'est précisément cela que nous avons essayé de résoudre dans ce travail en insistant surtout sur les essences phytogéographiques majeures - arbres et arbustes - et sur la façon dont elles s'associent en groupements originaux ou au sein d'autres groupements.

Précisons également que nous donnons au concept de « méditerranéen » une signification assez large puisque nous nous référons pour établir cette notion aux origines génétiques et biogéographiques des taxons participant aux groupements. Compte tenu de ce qui vient d'être dit, au complexe méditerranéen appartiennent les espèces sclérophylles mais aussi certaines espèces caducifoliées et de conifères qui apparaissent notamment en altitude.

* Université d'Aix-Marseille III, Centre Saint-Jérôme, Laboratoire de Botanique et Ecologie Méditerranéenne.
13397 MARSEILLE / CEDEX 4.

Nous discuterons des pénétrations méditerranéennes étage par étage et nous ne resterons donc pas cantonnés au seul étage méditerranéen qui au demeurant ne semble pas devoir être représenté, en tant que tel, sur les Alpes italiennes.

La région prospectée ici s'étend du Col de Cadibone au Sud-Ouest des Alpes occidentales jusqu'aux Préalpes de Vicenza et de Vérone au Nord-Est. Sont inclus également dans la zone d'étude les Monts Berici et Euganei qui se situent entre Vérone et Padoue. Les indications que nous fournissons quelquefois sur les Préalpes Venitiennes et l'Istrie sont en règle générale très fragmentaires.

Le territoire prospecté (carte n° 1) correspond donc respectivement :

- aux Alpes maritimes et ligures entre la Stura et le Col de Cadibone,
- aux Alpes cottiennes entre la Stura et la Doire Ripaire,
- aux Alpes graïes entre la Doire Ripaire et la Doire Baltée,
- aux Alpes pennines entre la Doire Baltée et le Lac Majeur,
- aux Alpes leptomontines entre le Lac Majeur et le Lac de Côme,
- aux Alpes bergamasques entre le Lac de Côme et le Lac de Garde,
- aux Alpes vicentines entre le Lac de Garde et la Brenta.

A l'est de la Brenta et jusqu'au Tagliamento se développent les Alpes venitiennes que nous n'avons pas étudiées.

I LES ESSENCES SCLÉROPHYLLLES MÉDITERRANÉENNES

1. 1. Le Chêne vert

Parmi les sclérophylles le Chêne vert est certainement le plus remarquable. Nous avons trouvé cette essence à l'état spontané au moins en deux localités géographiquement éloignées de l'arc alpin italien : l'Orrido di Chiano en Valle Susa, où cette espèce a été signalée par **Charrier** (1954) et **Mondino** (1966) et les colonies bien connues des rives du Lac de Garde où elle est fréquente.

Entre ces deux ensembles plusieurs stations de Chêne vert subspontanées ont été observées pratiquement au niveau de tous les lacs italiens où de beaux exemplaires introduits par l'homme sont observables dans les parcs et jardins.

A l'est du Lac de Garde le Chêne vert se rencontre hors de l'arc alpin, au Sud-ouest de Padoue sur les Monts Euganei où nous avons pu l'observer mais alors nettement moins abondant qu'en zone gardesane. Il faudra rejoindre le littoral de l'Istrie pour rencontrer une frange continue et dense de *Quercus ilex*.

Ce qui frappe le plus dans l'étude attentive des relevés provenant des préalpes c'est la richesse des peuplements gardesans et la nette pauvreté de ceux des Alpes cottiennes en caractéristiques des *Quercetea ilicis*.

La comparaison des trois relevés ci-dessous est à cet égard hautement significative.

- A — Lac de Garde entre Malcesine et Porto di Brenzone, exp. Sud, Rec. 80 %, pente 45 %, calc. 145 m d'Alt.
- B — Entre Garda et Caprino Veronese, Sud, Rec. 60 %, pente 30 %, calc. 150 m d'Alt.
- C — Orrido di Chianoc près de Bussoleno, Valle Susa, exp. Sud-Est, Rec. 70 %, pente 50 %, calc. trias. 800 m d'Alt.

Caractéristiques des <i>Quercetea ilicis</i> :	A	B	C
<i>Quercus ilex</i>	4.3	3.2	4.4
<i>Cercis silignastrum</i>	1.1	1.1	.
<i>Pistacia terebinthus</i>	+	1.1	.
<i>Asparagus acutifolius</i>	+	1.1	.
<i>Ruscus aculeatus</i>	1.1	2.2	.
<i>Lonicera etrusca</i>	.	+	2.1
<i>Phillyrea latifolia</i>	+	.	.
<i>Rhamnus alaternus</i>	+	.	.
<i>Rubia peregrina</i>	.	+	.

Caractéristiques des *Quercetea pubescentis* :

<i>Quercus pubescens</i>	2.2	2.2	2.1
<i>Hedera helix</i>	.	1.1	+
<i>Coronilla emerus</i>	.	2.1	1.2
<i>Ligustrum</i>	.	1.1	+
<i>Clematis vitalba</i>	.	2.1	+
<i>Crataegus monogyna</i>	.	1.1	+
<i>Celtis australis</i>	.	+1	+
<i>Fraxinus ornus</i>	1.1	2.1	.
<i>Cytisus sessilifolius</i>	+	+	.
<i>Melittis melissophyllum</i>	+	1.1	.
<i>Rhus cotinus</i>	1.1	1.1	.
<i>Amelanchier ovalis</i>	.	.	1.1
<i>Cornus sanguinea</i>	.	.	+
<i>Clematis recta</i>	+	.	.
<i>Campanula bononiensis</i>	+	.	.
<i>Cytisus laburnum</i>	+	.	.
<i>Lithospermum purpureo-coeruleum</i>	+	.	.
<i>Sorbus aria</i>	+	.	.

Compagnes :

<i>Cephalanthera ensifolia</i>	+	+	.
<i>Stachys recta</i>	.	+1	+
<i>Festuca ovina</i>	.	2.1	2.1
<i>Euphorbia nicaeensis</i>	1.1	.	.
<i>Allium sphaerocephalum</i>	+	.	.
<i>Fumana ericoides</i>	+	.	.
<i>Convolvulus cantabrica</i>	+	.	.
<i>Heteropogon contortus</i>	+	.	.
<i>Sedum dasyphyllum</i>	.	.	1.1
<i>Brachypodium pinnatum</i>	.	.	+
<i>Lotus delorti</i>	.	1.1	+
<i>Astragalus monspessulanus</i>	.	.	+
<i>Dactylis glomerata</i>	.	2.1	.
<i>Chrysanthemum leucanthemum</i>	.	+	.

Parmi les caractéristiques des *Quercetea ilicis* présentes dans ces deux relevés, certaines ont un développement remarquable. C'est ainsi que *Ruscus aculeatus* est extrêmement fréquent entre les Alpes du Biellese et le Lac de Garde, mais aussi en Valle di Susa (Montacchini, 1972). Nous l'avons observé dans le niveau inférieur des Chênaies pubescentes, des Ostryaies et même dans les Chênaies de *Quercus petraea* (carte n° 1). Cette espèce remonte assez profondément dans les vallées ; dans la Sesia elle atteint Varallo et dans celle du Toce, Domodossola.

Par contre si *Pistacia terebinthus* montre une aire plus réduite que *Ruscus aculeatus* il n'en est pas moins représenté en plusieurs stations des Alpes italiennes. Nous l'avons trouvé en divers points des Préalpes calcaires, de Trieste à Bergamo, et il remonte la vallée de l'Adige jusqu'à Bolzano. Le Terebinthe se rencontre encore sur les Monts Berici au Sud de Vicenza et Euganei au Sud-Ouest de Padoue.

D'autres espèces méditerranéennes présentes au Lac de Garde existent en plusieurs stations à l'est de ce lac.

Ainsi *Rubia perigrina* et *Osyris alba* apparaissent aux Monts Euganei, au littoral de Venise et sur les contreforts montagneux dominant Trieste où ils sont associés à *Viburnum tinus*.

Phillyrea latifolia outre ses localités du littoral venitien existe dans le Trentin à Vezzano et au Lac di Tobbino et remonte la vallée de la Sarca au Nord du Lac de Garda.

Enfin des espèces caractéristiques des Chênaies vertes, faisant défaut dans les groupements gardesans, existent en stations disjointes le plus souvent au sein de faciès rupicoles des Chênaies pubescentes. C'est le cas de *Rhus coriaria* à Verona, de *Jasminum fruticans* (1) près de Vittorio Veneto, de *Rosa sempervirens* sur les plaines littorales du Frioul, de *Smilax aspera* à Udine et au Lac d'Iseo, de *Clematis flammula* au Lac de Come à Galbiate et à Lecco.

(1) Aussi naturalisé dans la zone des lacs.

D'un point de vue dynamique il est évident qu'il est très difficile d'intégrer les peuplements étudiés ici à la série du Chêne vert et du Genévrier de Phénicie (**Barbero, Bono, Ozenda, 1973**) qui se situe dans une ambiance climatique très différente et dont les groupements sont floristiquement plus riches en espèces méditerranéennes.

Les premières Chênaies vertes de la série du Chêne vert et du Genévrier de Phénicie n'apparaîtront, en effet, qu'en Istrie où nous avons pu relever de très nombreuses caractéristiques des *Quercetea ilicis* dans leurs peuplements : *Jasminum fruticans*, *Rosa sempervirens*, *Euphorbia characias*, *Quercus coccifera*, *Osyris alba*, *Smilax aspera*, *Clematis flammula*, *Pistacia terebinthus*, *Asparagus acutifolius*, *Rubia perigrina*, *Phillyrea latifolia*, *Rhamnus alaternus*, *Viburnum tinus*, *Ruscus aculeatus*, *Cercis siliquastrum*, *Juniperus oxycedrus* et *Rhus coriaria*. Il faut noter que le groupement climacique des yeuseraies triestines correspond à l'*Orno-Quercetum ilicis cotinetosum* (**Lausi et Poldini, 1962**). Au sein de ces formations apparaissent aussi des faciès subrupicoles à *Juniperus phoenicea*.

Compte tenu de la richesse floristique des Chênaies méditerranéennes de l'Istrie et de la pauvreté relative de celles des Préalpes gardesanes, il semble plus raisonnable d'intégrer ces dernières à l'étage supra-méditerranéen et plus particulièrement à la série orientale du Chêne pubescent dont elles constitueraient une sous-série thermophile (**Barbero, Bono, Ozenda, 1971**) (carte n° 2).

A cette sous-série appartiennent également les groupements arbustifs acidophiles que nous avons pu étudier entre Verone et Padoue sur les Mts Berici et Euganei. En effet la végétation très dégradée rencontrée là sur substrats volcaniques en position souvent subrupicole, présente plusieurs espèces méditerranéennes dont *Arbutus unedo*, *Quercus ilex*, *Osyris alba*, *Cistus salviaefolius*, *Ruscus aculeatus*, *Erica arborea*, *Pistacia terebinthus*.

Deux relevés effectués sur les Mts Euganei permettent d'avoir une idée de la composition floristique de ces peuplements :

- 1) Vers Arqua-Petrarca : basaltes, pente 25 %, alt. 320 m, rec. 80 %.
- 2) Au Sud-Ouest de Padoue, route des Monts Euganei, sud, rec. 80 %, pente 30 %, alt. 400 m.

Espèces des *Quercetea ilicis* :

<i>Cistus salviaefolius</i>	2.1	1.2
<i>Quercus ilex</i>	+	1.1
<i>Arbutus unedo</i>	1.1	.
<i>Osyris alba</i>	+	.
<i>Pistacia terebinthus</i>	.	+
<i>Erica arborea</i>	.	1.1
<i>Ruscus aculeatus</i>	.	+

Autres espèces :

<i>Rhus cotinus</i>	+	+
<i>Calluna vulgaris</i>	3.2	.
<i>Genista tinctoria</i>	1.1	.
<i>Festuca ovina</i>	2.3	.
<i>Thymus serpyllum</i>	1.1	.
<i>Plantago serpentina</i>	1.1	.
<i>Solidago virga aurea</i>	+	.
<i>Sedum maximum</i>	+	.
<i>Quercus petraea</i>	+	.
<i>Viburnum lantana</i>	.	+
<i>Fraxinus ormus</i>	.	+
<i>Andropogon ischaemum</i>	.	1.1
<i>Dactylis glomerata</i>	.	2.1
<i>Juniperus communis</i>	.	1.1
<i>Sempervivum arachnoideum</i>	.	+
<i>Castanea sativa</i>	.	+

C'est aussi au sein de cette sous-série que se cantonnent la plupart des autres taxa méditerranéens arbustifs les plus significatifs. Notons encore qu'*Arbutus unedo* a été observé entre San Ambrogio et Verona ainsi qu'au Nord du Lac d'Idro près de Storo.

1. 2. *Juniperus phoenicea*

Cette espèce a été découverte dans les Alpes ligures par **Mondino** (1960). Elle forme des peuplements très remarquables autour de Valdieri et de Borgo San Dalmazzo où là encore nous l'avons considérée comme indicatrice d'un niveau thermophile de la série supraméditerranéenne orientale du Chêne pubescent.

Un relevé provenant de Valdieri montre les espèces suivantes : exp. sud, calcaires compacts, pente 80%:

Caractéristiques des *Quercetea ilicis* :

<i>Juniperus phoenicea</i>	4.4
--------------------------------------	-----

Caractéristiques des *Quercetea pubescentis* :

<i>Fraxinus ormus</i>	+
<i>Ostrya carpinifolia</i>	+
<i>Quercus pubescens</i>	1.1
<i>Juniperus communis</i>	+
<i>Ligustrum vulgare</i>	+
<i>Cystisus sessilifolius</i>	+1
<i>Hedera helix</i>	+
<i>Crataegus monogyna</i>	+

Espèces compagnes :

<i>Potentilla caulescens</i>	1.1
<i>Hypericum coris</i>	2.1
<i>Micromeria piperella</i>	1.1
<i>Saxifraga lingulata</i>	1.2
<i>Biscutella loevigata</i>	+
<i>Festuca ovina</i>	1.1

Juniperus phoenicea a été également observé dans la Vallée de Susa entre Chianocco et Monpantero (**Montacchini**, 1972).

C'est d'ailleurs dans cette portion de vallée que se cantonnent aussi *Juniperus oxycedrus*, *Cistus salvieifolius*, et *Erica arborea* dont les stations les plus proches se situent sur les Langhe et le Montferrat.

Nous devons indiquer que dans les Alpes orientales, *Juniperus phoenicea* existe en Istrie, *Cistus salvieifolius* sur les Monts Euganei (cf. relevé supra), *Erica arborea* aux Monts Berici et Euganei et en Istrie. Ces deux dernières espèces existent encore dans la zone des lacs. Nous les avons observées ensemble au Lac de Come vers Bellano, Varenna et Carenno Plinio. La bruyère, par contre, semble plus répandue : Lac de Come, Lac d'Iseo (Riva di Solto, Predore), Valcamonica, (Darfo, Corna), Lac d'Idro (plusieurs localités) et Caprino veronese. On la retrouve ensuite en Alexandrie entre Pedosa et Ovada, puis dans les Langhe.

1. 3. *Spartium junceum*

Élément caractéristique majeur des groupements de dégradation de la série méditerranéenne du Chêne pubescent (**Ozenda**, 1966) *Spartium junceum* est fréquent dans les Langhe méridionales où il colonise les clairières des Ostryaies et les Chênaies pubescentes supraméditerranéennes inférieures.

Ce genêt est déjà plus rare dans le Montferrat (**Mondino**, 1967) et exceptionnel dans les vallées alpines. Nous l'avons cependant trouvé dans la partie inférieure de la Vallée d'Aoste entre Hone et Pont Bozet, puis entre Verres et Bard.

Le relevé effectué près de Hone offre la composition floristique suivante : exp. Sud-Est, rec. 80 %, pente 15 %, colluvions morainiques.

<i>Spartium junceum</i>	3.3
<i>Cornus sanguinea</i>	1.1

<i>Prunus spinosa</i>	1.2
<i>Ligustrum vulgare</i>	+1
<i>Amelanchier ovalis</i>	+
<i>Brachypodium pinnatum</i>	1.1
<i>Festuca vallesiaca</i>	2.1
<i>Carex halleriana</i>	+
<i>Sedum rupestre</i>	+
<i>Vincetoxicum officinale</i>	+
<i>Lotus corniculatus</i>	+

Spartium junceum se retrouve ensuite dans la zone du Lac de Garde à Ponale, M. Brione et Arco.

1. 4. *Thymus vulgaris*

Le thym apparaît dans l'extrême Sud-Est des Alpes ligures à Garessio et dans les Langhe méridionales toujours dans les Chênaies pubescentes supraméditerranéennes inférieures.

On le rencontre ensuite assez abondant en Valle d'Aosta (Valtournanche à Torgnon, Montjovet, St Marcel, Chambave, Nus, St Vincent) où il constitue (associé à *Kocchia prostrata*) des fruticées basses de dégradation des Chênaies pubescentes internes (série intra-alpine du Chêne pubescent, Ozenda 1966). Dans cette vallée *Thymus vulgaris* représenterait selon Braun-Blanquet (1961) une variété spéciale (var. *angustanum*).

Dans les Alpes orientales cette espèce existe en Istrie.

1. 5. *Rosmarinus officinalis* et *Cistus albidus*

Ces deux espèces existent au Lac de Garde dans les groupements de dégradation des Chênaies vertes.

Un relevé effectué au Lac de Garde entre Marciaga et Albisano donne une idée de la composition floristique des groupements auxquels cette espèce participe.

Sud, rec. 60 %, pente 30 %, calc.

<i>Rosmarinus officinalis</i>	1.1	<i>Rhus cotinus</i>	1.1
<i>Cistus albidus</i>	+	<i>Quercus pubescens</i>	+
<i>Ruta graveolens</i> *	1.2	<i>Dactylis glomerata</i>	2.2
<i>Phillyrea media</i>	+1	<i>Lotus corniculatus</i>	1.2
<i>Euphorbia nicaensis</i>	+	<i>Ostrya carpinifolia</i>	+
<i>Centhranthus ruber</i>	+	<i>Quercus pubescens</i>	+
		<i>Stipa pennata</i>	1.1
		<i>Bromus erectus</i>	+1

Il faut noter que sur calcaire dans la région de Brescia des groupements assez voisins mais enrichis en *Aphyllanthus monspeliensis* apparaissent ; cependant *Rosmarinus officinalis* et *Cistus albidus* font défaut. Il en est de même dans la région de Bergamo où se rencontre *Stachelina dubia*.

1. 6. Conclusions

Si l'on considère la répartition des essences arborescentes et arbustives méditerranéennes les plus significatives on peut conclure en premier lieu à l'individualisation dans les Alpes italiennes de trois unités :

— une unité gardesane qui montre plusieurs espèces méditerranéennes associées au Chêne vert. A cette unité doivent être rattachés les peuplements des Monts Berici et Euganei.

— une unité des Alpes piémontaises où les espèces méditerranéennes apparaissent de manière diffuse souvent en amont des vallées sur des promontoires rocheux sans que l'on retrouve comme précédemment, une concentration en caractéristiques des *Quercetea ilicis*.

— une unité méditerranéenne bien caractérisée et observable à partir de Trieste et sur tout le littoral de l'Istrie.

* Cette espèce existe en Valcamonica et aussi tout autour du Lac d'Iseo.

Il faut en outre, indiquer que tous les taxons signalés ci-dessus ne sont pas, loin s'en faut, les seuls éléments méditerranéens des Alpes italiennes. De nombreuses espèces herbacées s'y rencontrent, soit au débouché des vallées – oasis préalpines – soit à l'intérieur des vallées – oasis endoalpines – (Montacchini et Caramiello, 1969)

— Au premier type de stations (oasis préalpines) il faut rapporter : les Alpes ligures piémontaises, le Mont Bracco de Saluzzo, le cadre montagneux de Pinerolo, le Mont Musiné, le Val delle Torre, les régions de Lanzo, d'Ivrea, les basses vallées du Biellese et de la Sesia, du Bergamasque, etc...

— Au deuxième type (oasis endoalpines) on peut intégrer notamment la Valle Susa entre Chianocco et Susa, la Valle d'Aosta entre Chatillon et Aosta, et d'autres vallées internes plus orientales (Adda, etc...).

La deuxième constatation qui s'impose est que toutes les espèces arborescentes et arbustives méditerranéennes qui ont été mentionnées appartiennent, dans les Alpes italiennes, à la série supraméditerranéenne orientale du Chêne pubescent. Cependant on peut trouver plusieurs espèces méditerranéennes dans la série acidophile des Chênes (Barbero, Bono, Ozenda, 1973) qui permettent entre la Vallée du Lanzo et le Lac de Varese, de caractériser ici encore une sous-série inférieure thermophile.

II — L'ÉTAGE SUPRAMÉDITERRANÉEN

2. 1. Organisation

Moins étendu que l'étage collinéen de type médioeuropéen, l'étage supraméditerranéen n'en est pas moins très bien individualisé sur les Alpes italiennes.

Nous lui rapportons deux alliances phytosociologiques d'importance d'ailleurs très inégale : le *Buxo-Quercion* et l'*Ostryo-Carpinion* qui nous l'avons vu, abritent la majeure partie des essences arborescentes et arbustives méditerranéennes.

Cet étage se présente en une frange presque continue dans les Alpes maritimes, et ligures italiennes où on le trouve au débouché et à l'intérieur de presque toutes les vallées : Tanaro, Corsaglia, Gesso, Stura di Demonte, Grana, Maira.

Puis les groupements forestiers supraméditerranéens en aire disjointe, prospèrent encore sur les collines bordant le Val Ghisola, le Dora Riparia où ils pénètrent cependant largement jusqu'au delà de Susa où ils ne comptent pas moins de 52 espèces méditerranéennes, pour la plupart herbacées, dans leur niveau altitudinal inférieur entre Susa et Chianocco. On les retrouve enfin dans le Val d'Aosta entre Pont St Martin et Montjovet puis très localisés dans le Biellese et la Val Sesia (Varallo et Borgosesia) — (carte n° 3).

Une ceinture supraméditerranéenne pratiquement continue apparaît de nouveau dès le Lac de Lugano et se poursuit jusque dans les Alpes vénitiennes. Nous avons pu étudier dans le détail les groupements de l'étage entre le Lac de Garde et celui de Lugano.

La coupure observée de part et d'autre de ce dernier lac, avec à l'est, prédominance du supraméditerranéen et à l'ouest du collinéen, semble être imposée à la fois par des facteurs climatiques – augmentation des précipitations dans la partie occidentale – mais aussi édaphiques – dominance des substrats primitifs dans cette même partie.

Tableau n° 1 : *Orno-Quercetum pubescentis*

- 1) Moyenne Vallée de l'Oglio : Sud, calc. dolomitique, etc. 70 %, pente 20 %, Alt. 380 m.
- 2) Piémont calcaire de Rivoli (près du Lac de Garde) : Sud, calc. dolomitique, rec. 80 %, pente 30 %.

Caractéristiques de l'*Ostryo-Carpinion* :

	1	2
<i>Quercus pubescens</i>	4.4	3.4
<i>Fraxinus ornus</i>	1.1	2.2
<i>Mercurialis perennis</i> var. <i>ovatifolia</i>	+	+
<i>Ostrya carpinifolia</i>	+	+
<i>Clematis recta</i>	.	+
<i>Coronilla emeroides</i>	.	+

Caractéristiques des *Quercus pubescentis* :

<i>Rhus cotinus</i>	1.1	+1
<i>Melittis melissophyllum</i>	+	1.1
<i>Hypericum montanum</i>	+	+
<i>Chrysanthemum corymbosum</i>	+	+
<i>Viburnum lantana</i>	+	+
<i>Ligustrum vulgare</i>	+	+
<i>Sorbus aria</i>	+	+
<i>Sorbus torminalis</i>	.	+
<i>Polygonatum officinale</i>	.	+

Transgressives des *Quercetea ilicis* :

<i>Ruscus aculeatus</i>	1.1	2.1
-----------------------------------	-----	-----

Autres espèces :

<i>Geranium sanguineum</i>	+	+
<i>Viola hirta</i>	+	+
<i>Carex humilis</i>	1.1	1.1
<i>Galium verum</i>	+	1.1
<i>Solidago virga aurea</i>	+	.
<i>Primula officinalis</i>	.	+
<i>Hieracium vulgatum</i>	.	+
<i>Polypodium vulgare</i>	.	+

Tableau n° 2 : *Orno-Ostryetum*

- 1) Bordure orientale du Lac d'Iseo : Exp. NW, rec. 80 %, pente 20 %, calc. 200 m.
- 2) Bordure septentrionale du Lac de Lugano, à Cima 270 m, Exp. W, rec. 90 %, pente 30 %, calc.

Caractéristiques de l'*Ostryo-Carpinion* :

	1	2
<i>Ostrya carpinifolia</i>	4.4	4.3
<i>Fraxinus ornus</i>	1.1	2.2
<i>Clematis recta</i>	1.1	2.1
<i>Mercurialis perennis</i> var. <i>ovatifolium</i>	.	+

Caractéristiques des *Quercetea pubescentis* :

<i>Quercus pubescens</i>	+	1.1
<i>Cytisus laburnum</i>	+	1.1
<i>Chrysanthemum corymbosum</i>	+	+
<i>Viburnum lantana</i>	+	+
<i>Cornus mas</i>	+	+
<i>Rhus cotinus</i>	+	1.1
<i>Sorbus aria</i>	+	+
<i>Sorbus torminalis</i>	+	.
<i>Acer campestre</i>	+	.
<i>Polygonatum officinale</i>	.	+
<i>Ligustrum vulgare</i>	1.1	.

Transgressives des *Quercetea ilicis* :

<i>Ruscus aculeatus</i>	1.1	+
-----------------------------------	-----	---

Autres espèces :

<i>Ulmus campestris</i>	1.1	+
<i>Juniperus communis</i>	+	+
<i>Polygonum vulgare</i>	+	+
<i>Aquilegia vulgaris</i>	.	+
<i>Platanthera bifolia</i>	+	.
<i>Phalangium liliago</i>	.	+

Tableau n° 3 : *Physospermo-Quercetum cerris*

- 1) Près de Lesegno (région de Vicoforte Mondovi) 500 m, rec. 100 %, pente 10 %, sud, colluvions.
 2) Priero près de Ceva (390 m, rec. 80 %, pente 20 %, sud-est, colluvions).

Caractéristiques de l' <i>Ostryo-Carpinion</i> :	1	2
<i>Quercus cerris</i>	4.4	3.4
<i>Physospermum cornubiense</i>	2.1	1.1
<i>Cytisus hirsutus</i> var. <i>genuinus</i>	1.2	1.1
<i>Fraxinus ornus</i>	1.1	+
<i>Anemone trifolia</i> ssp. <i>albida</i>	.	+
<i>Linum viscosum</i>	1.1	.

Caractéristiques des <i>Quercetea pubescentis</i> :		
<i>Quercus pubescens</i>	1.1	2.1
<i>Viburnum lantana</i>	1.1	+
<i>Cytisus sessilifolius</i>	1.1	1.1
<i>Melittis melissophyllum</i>	+	+
<i>Helleborus foeticus</i>	1.1	+
<i>Acer campestre</i>	+	+
<i>Brachypodium silvaticum</i>	+	1.1
<i>Coronilla emerus</i>	+	.
<i>Mercurialis perennis</i>	1.1	.
<i>Lonicera xylosteum</i>	.	1.1
<i>Viola silvatica</i>	.	+

Caractéristiques des <i>Querco-Fagetea</i> :		
<i>Euphorbia dulcis</i>	1.1	+
<i>Melica uniflora</i>	1.1	1.1
<i>Carex sylvatica</i>	+	.
<i>Geranium nodosum</i>	.	1.1
<i>Paris quadrifolia</i>	.	+
<i>Poa nemoralis</i>	.	1.1

Autres espèces :		
<i>Lathyrus montanus</i>	+	+
<i>Quercus petraea</i>	1.1	.
<i>Calluna vulgaris</i>	+1	.
<i>Hieracium boreale</i>	.	+

Compagnes :		
<i>Brachypodium pinnatum</i>	1.1	1.1
<i>Potentilla erecta</i>	1.1	+
<i>Polypodium vulgare</i>	+	+
<i>Anthoxanthum odoratum</i>	1.1	.
<i>Ajuga reptans</i>	+	.

2. 2. Principaux groupements

2.2.1. Alliance *Ostryo-Carpinion*

L'association la plus répandue des Alpes maritimes et ligures piémontaises aux zones illyriques est de très loin la Chênaie pubescente à *Fraxinus ornus* – *Orno-Quercetum pubescentis* Klika, 1938, (tableau 1) –, qui représente le climax forestier de la série supraméditerranéenne orientale du Chêne pubescent. Sa frange altitudinale inférieure largement infiltrée des éléments méditerranéens signalés ci-dessus constitue une sous-série inférieure particulière à laquelle on peut rapporter le climax mixte de l'*Orno-Quercetum ilicetosum*, Oberdorfer 1964.

La deuxième association de l'alliance (carte n° 4) est l'*Orno-Ostryetum* (Aichinger, 1933, tableau 2) qui correspond comme nous l'avons signalé à diverses reprises (Barbero, 1972; (Barbero, Loisel, Gruber, 1970) aux associations les plus appauvries des Ostryaies qui apparaissent en ambiance plus fraîche. Les groupements de l'*Ostryo-Carpinion* les plus riches (*Ostryo-Seslerietum autumnalis*) ne se développent en effet que dans l'extrême sud des Alpes occidentales (Haute Vallée du Tanaro) et orientales (Alpes de Trieste).

Il faut également indiquer que les formations à Ostrya font défaut entre le Lac Majeur et la Valle Stura di Demonte où se rencontrent les premières Ostryaies des Alpes maritimes et ligures italiennes.

Une autre série supraméditerranéenne d'affinités orientales dont le groupement climax (*Physo-spermo-Quercetum cerris*, tableau n° 3) offre toutes les caractéristiques de l'*Ostryo-Carpinion* mérite d'être signalée : la série du *Quercus cerris* (Barbero, Bono, Ozenda, 1973).

Dans les Alpes italiennes cette série n'a été observée que dans la région de Ceva et dans les Langhe méridionales où elle représente la terminaison occidentale d'un vaste complexe bien développé sur l'Apennin.

Le Chêne chevelu apparaît cependant en divers points des Alpes italiennes où il individualise des faciès au sein de la sous-série thermophile de la série de *Quercus petraea* (Valle Stura di Demonte; Maira; Susa (Montacchini, 1972), Ivrea (Braun-Blanquet, 1961), Biellese (Tiraboschi, 1954), Tessin (Locarno, Tesserete, Biasco); Porlezza au Lac de Lugano et Lecco sur le Lac de Côme et plus à l'est encore (Margone près de Trente, Val Daone, Val Camonica).

2. 2. 2. Alliance *Buxo-Quercion*

La Chênaie pubescente à buis qui constitue le paysage dominant des régions de moyenne altitude des Préalpes sud-occidentales françaises et dont les groupements climax s'encartent dans le *Buxo-Quercion*, apparaît en flots cependant très localisés dans les vallées des Alpes maritimes et ligures piémontaises (Vallée du Tanaro, à Bagnasco, Valle Grana, Valle Maira). Bien qu'appauvris les peuplements rencontrés là peuvent être facilement rattachés au *Buxo-Quercetum pubescentis*.

Le relevé suivant provenant de la Valle Grana donne un bon aperçu de la composition floristique de cette association dans les Alpes italiennes :

Valle Grana au-dessus de Monterossa. Exp. sud, rec. 100 %, calc. pente 15 %.

<i>Quercus pubescens</i>	4.4
------------------------------------	-----

Caractéristiques du *Buxo-Quercion* :

<i>Helleborus foetidus</i>	2.2
<i>Primula officinalis</i> ssp. <i>columnae</i>	1.1
<i>Acer opalus</i> ssp. <i>italum</i>	1.1
<i>Buxus sempervirens</i>	2.2
<i>Coronilla emerus</i>	1.1

Caractéristiques des *Quercetea pubescentis* :

<i>Daphne laureola</i>	+1
<i>Sorbus aria</i>	1.1
<i>Acer campestre</i>	+
<i>Teucrium chamaedrys</i>	+
<i>Cornus sanguinea</i>	+
<i>Polygonatum officinale</i>	+
<i>Campanula persicaefolia</i>	+
<i>Rhus cotinus</i>	+
<i>Cytisus sessilifolius</i>	1.1
<i>Arabis brassicoeformis</i>	+
<i>Ligustrum vulgare</i>	+
<i>Cornus sanguinea</i>	+
<i>Clematis vitalba</i>	+
<i>Crataegus monogyna</i>	+
<i>Mercurialis perennis</i>	+
<i>Anemone hepatica</i>	+

<i>Geranium robertianum</i>	+
<i>Viburnum lantana</i>	1.1
<i>Hypericum montanum</i>	+

Autres espèces :

<i>Calamagrostis varia</i>	
<i>Amelanchier ovalis</i>	+
<i>Cephalaria leucantha</i>	+
<i>Sesleria coerulea</i>	+
<i>Genista cinerea</i>	+
<i>Satureia montana</i>	
<i>Lavandula vera</i>	

2. 2. 3. Conclusions

Les pénétrations méditerranéennes s'affirment surtout dans les sous-séries inférieures thermophiles de la série orientale du Chêne pubescent mais aussi de la série acidophile de *Quercus petraea*.

La première est caractérisée en particulier à partir du Lac de Garde par une ceinture à Chêne vert (*Orno-Quercetum ilicetosum*).

La seconde dont les différentielles majeures sont *Celtis australis* et *Ruscus aculeatus* est prospère entre le Lac de Varese et la Vallée du Lanzo (*Castaneo-Quercetum sessiliflorae celtidetosum*) – carte n° 1.

Comme l'a montré Oberdorfer (1964) la végétation introduite des parcs et jardins de la zone des Lacs est très différente dans les deux séries :

– Au *Castaneo-Quercetum celtidetosum* il faut rapporter les peuplements à *Camellia*, *Rhododendron*, *Fatsia*, *Cinnamomum* et *Araucaria araucana*.

– A l'*Orno-Quercetum pubescentis ilicetosum* il faut rattacher les peuplements à *Cupressus*, *Pinus*. On doit également mentionner dans cette ambiance les remarquables olivettes de lacs – entre Côme et Garde pour l'essentiel –.

2.2.4. Végétation relicte d'affinités méditerranéennes

Dans les parties humides et chaudes des vallées bien protégées qui convergent vers les lacs se retrouvent aussi des groupements relictés d'affinités méditerranéennes que nous avons pu observer notamment entre le Lac Majeur et le Lac de Garde.

Deux relevés effectués l'un sur le Lac Majeur et l'autre sur le Lac de Côme permettent d'avoir une idée de leur composition floristique.

- 1) Lac Majeur à Intra, alt. 250 m, nord-est, rec. 90 %, pente 5 %, sil.
- 2) Lac de Côme vers Menaggio, 160 m, est, rec. 90 %, pente 10 %, calc.

	1	2
<i>Taxus baccata</i>	2.2	1.2
<i>Laurus nobilis</i>	1.1	+
<i>Ilex aquifolium</i>	2.2	2.3
<i>Ruscus aculeatus</i>	2.3	2.2
<i>Buxus sempervirens</i>	+	+1
<i>Daphne laureola</i>	1.2	.
<i>Quercus pubescens</i>	.	1.2
<i>Ostrya carpinifolia</i>	.	+
<i>Fraxinus ornus</i>	.	+
<i>Mercurialis perennis</i>	.	+
<i>Pteris cretica</i>	.	+
 <i>Castanea sativa</i>	 3.2	 .
<i>Quercus robur</i>	.	1.1
<i>Acer campestre</i>	+	1.1

<i>Carpinus betulus</i>	1.1	+
<i>Cerasus avium</i>	+	+
<i>Fraxinus exelsior</i>	1.2	+
<i>Corylus avelana</i>	1.1	2.1
<i>Tilia cordata</i>	.	+
<i>Salvia glutinosa</i>	.	2.1
<i>Campanula trachelium</i>	1.1	+
<i>Luzula nivea</i>	+	.
<i>Anemone nemorosa</i>	1.1	.
<i>Euphorbia dulcis</i>	+	+
<i>Galium aristatum</i>	1.1	.
<i>Hedera helix</i>	.	1.1
<i>Deschampsia flexuosa</i>	+1	.
<i>Vinca minor</i>	1.1	+
<i>Helleborus foetidus</i>	+	.

Au Lac de Garde, au-dessus de Maderno de tels peuplements se rencontrent encore. Maderno, 320 m, exp. sud-est, rec. 80 %, pente 20 %, calc.

<i>Taxus baccata</i>	2.3
<i>Laurus nobilis</i>	1.2
<i>Ostrya carpinifolia</i>	1.1
<i>Quercus pubescens</i>	1.2
<i>Buxus sempervirens</i>	2.2
<i>Ligustrum vulgare</i>	1.2
<i>Viburnum tinus</i>	1.2
<i>Anemone hepatica</i>	1.1
<i>Helleborus niger</i>	+
<i>Ruscus aculeatus</i>	1.2
<i>Vinca media</i>	+
<i>Hieracium murorum</i>	1.2
<i>Primula acaulis</i>	1.1
<i>Polypodium vulgare</i>	+
<i>Sesleria coerulea</i>	+
<i>Hedera helix</i>	+
<i>Coronilla emerus</i>	+

Ces formations rappellent, au moins par leur physionomie, certains peuplements que nous avons pu observer dans la région pontique.

Il faut en outre indiquer que des espèces d'affinités pontiques telles que *Oplimenus undulatifolius* se retrouvent dans les bois mixtes à *Carpinus betulus*, *Taxus baccata*, *Ilex aquifolium*. C'est le cas en particulier à Locarno, Gorduno, Lugano (Monte Bre) et Côme.

2. 3. Les espèces arbustives significatives

Parmi les arbustes liés à la dégradation des séries supraméditerranéennes il convient de signaler le Buis et le Genêt cendré.

— *Buxus sempervirens* : Ses stations les plus importantes se situent dans la zone occidentale méridionale des Alpes italiennes (Valle Tanaro, Vermentagna, Grana et Maira). Au delà de ces vallées le Buis a été presque partout planté (Valle Susa, Vallée d'Aoste à Saint-Oyen). La seule localité septentrionale où peut se poser le problème de l'indigénat du Buis, dans les Alpes nord-piémontaises, est celle de Varallo-Sesia. Le buis existe dans la zone des lacs en particulier au Lac de Garde et dans celle des Colle Bresciani.

— *Genista cinerea* : C'est encore dans les vallées piémontaises méridionales que cette espèce a été observée : Tanaro, Corsaglia, Vermentagna, Gesso, Stura jusqu'à Vinadio et Maira jusqu'à Ussolo.

— En dehors des Alpes maritimes et ligures piémontaises sauf dans la zone du Lac de Garde, les groupements supraméditerranéens de dégradation n'offrent que très peu d'espèces méditerranéennes originales et ce sont les fruticées du *Pruno-Rubion* qui constituent alors le fond arbustif dominant des séries de l'Ostrya et orientale du Chêne pubescent. Certaines espèces des fruticées supra-méditerranéennes doivent être cependant mentionnées. C'est le cas de *Lavandula vera* et de *Satureia montana* à Garde et à Trente.

2. 4. Le problème posé par les Chênaies pubescentes internes (carte n° 2)

Aux groupements de souche méditerranéenne nous sommes enclins de rattacher en raison de leur affinité génétique les peuplements de la série interne du Chêne pubescent qui rappellent d'avantage au moins par leur physionomie et l'origine de certains de leurs éléments floristiques, les Chênaies méditerranéennes steppiques d'Anatolie notamment (Akman, Barbero, Quezel, 1977).

Il faut noter d'ailleurs que la plupart des espèces participant à leurs groupements de dégradation et caractérisant le *Stipo-Poion-carniolicae* et les *Festucetalia vallesiaca* s'encartent toujours dans la classe méditerranéenne des *Brachypodio-Brometea* (Barbero et Loisel, 1971). Là encore se rencontrent des éléments méditerranéo-steppiques très intéressants (*Kocchia prostrata*, *Astragalus excapsus*, *Androsace septentrionalis*, etc...) en Val d'Aosta, *Astragalus austriacus*, en Valle di Susa, *Poa carniolica*, *Ephedra distachya* ssp. *helvetica* et *Erysimum canescens* à Susa et à Aosta.

2. 5. Conclusions

Les espèces subméditerranéennes de l'étage supraméditerranéen parviennent à constituer dans les Alpes italiennes des groupements bien organisés dans leur structure phytosociologique alors que les espèces méditerranéennes sont généralement de simples transgressives sauf peut-être au niveau du Lac de Garde où un groupement avec plusieurs différentielles est identifiable : l'*Orno-Quercetum ilicetosum* à *Quercus ilex*, *Pistacia terebinthus*, *Asparagus acutifolius*, *Rhamnus alaternus*, *Ruscus aculeatus*, *Phillyrea latifolia*.

Sur le versant italien des Alpes deux noyaux d'affinités méditerranéennes se détachent très nettement et montrent une continuité géographique, l'un à l'est du Lac Lugano, l'autre au Sud de la Valle Maira. Entre ces deux limites se développent des groupements méditerranéens d'inégale importance dans les vallées des Doire Ripaire et Baltée et des îlots préalpins qui servent généralement d'abri à des espèces herbacées méditerranéennes apparaissant au débouché des vallées.

III — L'ÉTAGE MONTAGNARD D'AFFINITÉS MÉDITERRANÉENNES

Si les pénétrations méditerranéennes sont nettement moins marquées qu'à l'étage supraméditerranéen elles n'en sont pas moins remarquables.

Ici encore deux complexes peuvent être distingués :

- l'un méridional entre la Valle Maira et la Vallée du Tanaro est axé autour du Pin sylvestre, du Pin de montagne (*Pinus uncinata*, *Pinus mughus*, carte n° 5) et du Hêtre,
- l'autre septentrional constitué pour l'essentiel autour du Pin sylvestre et présent dans les Vallées Ghisone, Susa et d'Aosta.

3. 1. Le complexe méridional (carte n° 6)

Les Pineraies montagnardes mixtes de Pin sylvestre et de Pin à crochets des Alpes maritimes et ligures italiennes (Haute vallée du Tanaro, Valle Maira, Valle Stura) sont riches en éléments d'origine mésogéenne.

A la lumière de nos travaux et de ceux réalisés dans d'autres régions, en Espagne notamment (Martinez, 1968) nous avons été conduits à ranger ces formations dans la classe des *Pino-Juniperetea* et dans l'ordre des *Pino-Juniperetalia*. Une alliance nouvelle a même été définie pour les réunir : le *Pino-Junipero-Cytision* (Barbero et Quezel, 1976) qui s'étend sur les Préalpes françaises sud-occidentales et les Alpes ligures.

Dans les Alpes ligures et maritimes piémontaises les espèces de souche méditerranéenne les plus fréquentes rencontrées dans ces Pineraies sont (tableau n° 4) : *Cytisus sessilifolius* var. *prostratus*, *Cytisus polytrichus*, *Rosa pimpinellifolia*, *Lavandula vera*, *Juniperus communis*, var. *hemisphaerica*, *Rosa pouzini*, *Arctostaphylos uva-ursi* var. *crassifolia*.

Tableau n° 4 : Pinèdes supérieures de Pin sylvestre :

- n° 1) Valle Stura di Demonte au-dessus de Berzegio, sud, rec. 60 %, pente 20 %, calc.
 n° 2) Valle Stura di Demonte au-dessus de Berzegio, sud, rec. 70 %, pente 25 %, calc.
 n° 3) Valle Stura au-dessus d'Argentera, sud, rec. 40 %, pente 30 %, calc.

	1	2	3
<i>Pinus sylvestris</i>	4.4	+	1.1
<i>Pinus uncinata</i>	.	4.4	2.1

Caractéristiques du Pino-Junipero-Cytision :

<i>Cytisus sessilifolius</i> var. <i>prostratus</i>	2.2	1.1	1.1
<i>Cytisus polytrichus</i>	1.1	+	+
<i>Lavandula vera</i>	+	2.2	+
<i>Juniperus hemisphaerica</i>	2.1	1.1	1.2
<i>Rosa pimpinellifolia</i>	1.1	.	+
<i>Daphne alpina</i> var. <i>villosissima</i>	+1	.	+
<i>Rosa pouzini</i>	.	.	1.1

Caractéristiques des Pino-Juniperetea :

<i>Juniperus nana</i>	1.2	2.2	2.2
<i>Epipactis atropurpurea</i>	2.2	1.1	+
<i>Arctostaphylos uva ursi</i> var. <i>crassifolia</i> . . .	2.1	2.1	.
<i>Juniperus sabina</i>	.	+	3.2
<i>Calamagrostis varia</i>	.	1.1	.
<i>Cotoneaster integerrima</i>	.	.	1.1
<i>Berberis vulgaris</i> var.	.	.	+

Transgressives des Vaccinio-Piceetea :

<i>Rosa alpina</i>	+	+	+1
<i>Ribes alpinum</i>	.	.	+
<i>Pirola chlorantha</i>	.	.	+
<i>Daphne mezereum</i>	.	.	1.2
<i>Hieracium vulgatum</i>	.	1.1	.

Autres espèces :

<i>Sesleria coerulea</i>	2.2	+	1.1
<i>Onobrychis montana</i>	1.2	+	.
<i>Ononis cenisia</i>	2.2	2.1	.
<i>Hieracium murorum</i>	1.1	.	1.1
<i>Avena sempervirens</i>	1.1	+	.
<i>Genista pilosa</i>	1.1	2.1	.
<i>Alsine liniflora</i>	+	.	.
<i>Anthyllis montana</i>	2.3	.	.
<i>Hieracium lanatum</i>	2.2	.	.
<i>Eryngium spina-alba</i>	+	.	.
<i>Senecio doronicum</i>	1.1	.	.
<i>Allium sphaerocephalum</i>	1.1	.	.
<i>Vincetoxicum officinale</i>	1.1	.	.
<i>Amelanchier ovalis</i>	2.2	.	.
<i>Phalangium liliago</i>	+	.	.
<i>Rhamnus alpina</i>	1.1	.	.
<i>Laserpitium gallicum</i>	.	+	.
<i>Euphorbia cyparissia</i>	.	+	.
<i>Globularia nana</i>	.	+	.
<i>Astragalus onobrychis</i>	.	1.1	.
<i>Brachypodium pinnatum</i>	.	1.1	.
<i>Avena montana</i>	.	1.1	.
<i>Astragalus sempervirens</i>	.	2.1	.
<i>Hieracium pamphili</i>	.	.	1.1

Tableau n° 5 :

- Type *Ononido-Pinetum* :
 - 1) Vallée Doire-Ripaire, pente du Mt Jafferau, Sud, rec. 60 %, pente 20 %, calc. 1500 m.
 - 2) Vallée d'Aosta au-dessus de Morgex, sud, rec. 70 %, pente 15 %, calcoschiste, 1450 m.
- Type *Odontido-Pinetum* :
 - 3) Vallée Doire-Ripaire-Oulx, sud, rec. 70 %, pente 25 %, calc. 1400 m.
- Type *Sabino-Pinetum* :
 - 4) Vallée de Cogne (Aosta), sud, rec. 70 %, pente 20 %, silice, 1600 m.

	1	2	3	4
<i>Pinus sylvestris</i>	5.4	4.2	4.4	3.2

Caractéristiques de l'*Ononido-Pinion* :

<i>Saponaria ocimoides</i>	1.1	1.1	1.1	1.1
<i>Astragalus monspessulanus</i>	2.1	2.1	1.1	+
<i>Ononis rotundifolia</i>	3.2	1.1	+	.
<i>Astragalus onobrychis</i>	2.1	1.1	1.1	.
<i>Ononis spinosa</i>	2.1	.	+	.
<i>Ononis natrix</i>	.	.	.	+
<i>Ononis pusilla</i>	.	1.1	.	.
<i>Odontites viscosa</i>	.	.	2.2	.
<i>Astragalus austriacus</i>	.	.	1.1	.
<i>Onobrychis viciaefolia</i>	+1	.	.	.

Caractéristiques des *Pino-Juniperetea* :

<i>Epipactis atropurpurea</i>	+	+1	1.1	+
<i>Berberis vulgaris</i>	1.1	+	+	.
<i>Arctostaphylos uva ursi</i> var. <i>crassifolia</i>	+	.	+	.
<i>Calamagrostis varia</i>	+	.	.	.
<i>Centaurea scabiosa</i> ssp. <i>calcarea</i>	.	+	.	.
<i>Juniperus nana</i>	.	.	.	+
<i>Amelanchier ovalis</i> var.	.	.	.	+
<i>Cotoneaster integerrima</i>	.	.	.	1.1

Caractéristiques transgressives des *Vaccinio-Piceetea* :

<i>Hieracium vulgatum</i>	+	.	+	.
<i>Viscum album</i>	+	+	.	.
<i>Monotropa hypogitys</i>	+	.	.	.

Autres espèces :

<i>Juniperus communis</i>	1.1	1.1	1.1	.
<i>Carlina acaulis</i>	+	+	+	.
<i>Festuca vallesiaca</i>	1.1	+	.	1.1
<i>Carex humilis</i>	2.2	.	2.2	.
<i>Stipa pennata</i>	.	1.1	.	+
<i>Sorbus aria</i>	1.1	.	.	.
<i>Sesleria coerulea</i>	+	.	.	.
<i>Pirola secunda</i>	+	.	.	.
<i>Hieracium lanatum</i>	1.1	.	.	.
<i>Viola silvatica</i>	+	.	.	.
<i>Hippocrepis comosa</i>	1.1	.	.	.
<i>Brachypodium pinnatum</i>	1.1	.	.	.
<i>Teucrium montanum</i>	.	1.1	.	.
<i>Thalictrum minus</i>	.	1.1	.	.
<i>Carex halleriana</i>	.	+	.	.

<i>Onosma cinerascens</i>	.	+	.	.
<i>Globularia cordifolia</i>	.	+	.	.
<i>Oxytropis halleri</i>	.	+	.	.
<i>Coronilla minima</i>	.	.	1.1	.
<i>Pimpinella saxifraga</i>	.	.	1.1	.
<i>Hieracium pictum</i>	.	.	+1	.
<i>Vicia cracca</i>	.	.	1.1	.
<i>Lonicera xylosteum</i>	.	.	+	.
<i>Rosa canina</i>	.	.	.	+
<i>Ribes uva crista</i>	.	.	.	1.1
<i>Prunus mahaleb</i>	.	.	.	1.2
<i>Poa alpina</i>	.	.	.	+
<i>Teucrium chamaedrys</i>	.	.	.	+1
<i>Campanula spicata</i>	.	.	.	1.1

Il faut signaler également que l'aire de ces Pineraies méditerranéennes correspond assez sensiblement à celles des Hêtraies mésophiles thermophiles qui individualisent l'alliance du *Buxo-Abieto-Fagion* décrite des Préalpes françaises du sud (Barbero et Quezel, 1975); il s'agit des Hêtraies à buis des Valle Tanaro, Vermentagna, Grana et Maira.

Ailleurs dans les Alpes italiennes de telles Hêtraies ne se retrouvent pas, et dans la zone des lacs les plus thermophiles que l'on rencontre appartiennent au *Cephalanthero-Fagion*.

3. 2. Le complexe septentrional

Les influences méditerranéennes se manifestent encore dans les Vallées internes (tableau 5). Certaines Pineraies de Pin sylvestre intra-alpines ne peuvent en effet en aucun cas, si l'on considère leur cortège floristique dominant, être rangées dans la classe des *Vaccinio-Piceetea*.

Du point de vue dynamique elles individualisent une série particulière décrite par Ozenda (1966) : la série interne du Pin sylvestre (carte 5) dont les groupements climax s'encartent dans l'*Ononido-Pinion* que nous intégrons dans l'ordre des *Pino-Juniperetalia* et dans la classe des *Pino-Juniperetea*.

A cette alliance se rapportent la plupart des Pinèdes internes des Valle Ghisone, Valle Susa et Valle d'Aosta, correspondant successivement aux quatre associations décrites par Braun-Blanquet (1961) : *Ononido-Pinetum*, *Astragalo-Pinetum*, *Onobrychideto-Pinetum*, *Odontido-Pinetum*. A celles-ci il faut encore associer pour le Val d'Aoste le *Sabino-Pinetum sylvestris* à *Pinus sylvestris*, *Juniperus sabina* et *Astragalus centralpinus*.

3. 3. Les espèces arbustives significatives

Parmi les espèces les plus remarquables il convient de citer *Juniperus hemisphaerica*, *Juniperus sabina*, *Lavandula vera* et *Cytisanthus radiatus*.

Juniperus hemisphaerica espèce circumméditerranéenne a été rencontrée uniquement dans la partie méridionale des Alpes piémontaises au sein des groupements de la série supérieure du Pin sylvestre – soit en Valle Stura et en Valle Tanaro.

Juniperus sabina est par contre beaucoup plus fréquent sur les Alpes italiennes. Cette espèce a été observée dans la haute vallée de la Stura di Demonte dans les groupements de la série supérieure du Pin sylvestre, puis en amont des Vallées Sesia, Toce, Ticino, Adda, Adige etc... Mais c'est certainement dans la Vallée d'Aosta que ce genévrier joue le rôle physionomique majeur dans les groupements internes des *Pino-Juniperetea*.

Lavandula vera semble caractériser plus particulièrement les Alpes italiennes méridionales occidentales. Entre la Valle Maira et celle du Tanaro La lavande participe en abondance aux stades de la dégradation des Chênaies pubescentes collinéennes, des Ostryaies, des Hêtraies thermophiles et des Pinèdes supérieures de Pin sylvestre. Ailleurs, la lavande est beaucoup plus rare.

Cytisanthus radiatus : espèce apennino-balkanique apparaît dans les groupements dégradés de certaines thermophiles des Vallées Sesia et Toce, mais c'est dans le secteur des lacs à l'est de Lugano que *Cytisanthus radiatus* présente son optimum de développement. On le trouve dans l'ambiance de Hêtraies très ouvertes associé à *Erica carnea*.

3. 4. Conclusions

Il ressort clairement de nos investigations que les pénétrations méditerranéennes à l'étage montagnard se calquent en partie seulement sur celles observées pour l'étage supraméditerranéen.

Deux zones se détachent nettement :

* la première où les influences méditerranéennes sont de loin les plus fortes se situe entre le Tanaro et la Valle Maira,

* la seconde correspond pour des raisons climatiques évidentes aux vallées internes - Aosta - Susa - Ghisone. Les groupements méditerranéens de l'étage montagnard y succèdent aux peuplements de l'étage collinéen interne, sauf dans le Ghisone où ces peuplements collinéens sont d'origine médioeuropéenne.

Dans le secteur des lacs les pénétrations méditerranéennes sont moins spectaculaires bien que plusieurs éléments floristiques mésogéens y constituent encore, comme nous le verrons plus loin, des unités phytosociologiques spéciales.

IV — ETAGE SUBALPIN

A l'étage subalpin, les pénétrations méditerranéennes se manifestent d'une manière très discrète. C'est seulement dans les Alpes ligures pour certains relevés de la série du Pin mugho (**Ozenda**, 1966) situés aux adrets sur substrat calcaire et généralement sur fortes pentes que l'on peut parler de groupements d'affinités méditerranéennes.

En effet, associées au Pin rampant (tableau n° 6) — carte n° 4 — se rencontrent la plupart des espèces caractéristiques du *Pino-Junipero-Cytision* : *Cytisus sessilifolius* var. *prostratus*, *Cytisus polytrichus*, *Daphne alpina* var. *villosissima*, *Juniperus hemisphaerica*, etc...

Dans la région des lacs sur calcaire, et jusqu'à l'extrémité des Alpes orientales italiennes le Pin mugho est également très abondant mais l'association qu'il constitue (*Mugho-Ericetum*) riche en éléments alpins tertiaires s'encarte dans l'alliance *Pino-Ericion* des *Vaccinio-Piceetea* dont les caractéristiques majeures sont, dans la zone étudiée et à l'ouest de la Piave : *Erica carnea*, *Polygala chamaebuxus*, *Rhododendron hirsutum*, *Arctostaphylos alpina*, etc...

V — CONCLUSIONS GÉNÉRALES

De nos investigations conduites sur la majeure partie des Alpes italiennes il ressort très clairement que trois ensembles géographiques marqués par les influences méditerranéennes se détachent nettement :

— l'ensemble sud-occidental entre la Valle Maira et le Tanaro où l'on rencontre des groupements méditerranéens depuis l'étage collinéen jusqu'à l'étage subalpin. C'est le plus méridional et de loin celui qui a été le mieux pénétré par la flore méditerranéenne.

— l'ensemble préalpin septentrional correspond aux Préalpes situées entre les Monts Berici et Euganei, le Lac de Garde et le Lac de Lugano. Il est remarquable par le caractère méditerranéen de la majeure partie des groupements sylvatiques de l'étage collinéen supraméditerranéen, puisque, entre autre, des chênaies vertes bien constituées peuvent apparaître tout autour du Lac de Garde. Dès l'étage montagnard le caractère méditerranéen s'atténue bien que certaines espèces de souche mésogéenne confèrent aux paysages végétaux leur caractère original.

Tableau n° 6 :

n° 1 Cima Bartivolera (Alpes ligures) sud, rec. 80 %, pente 20 %, calc.

n° 2 Colle del Duca (Alpes ligures, Val Peno) sud, rec. 90 %, pente 40 %, calc.

	1	2
<i>Pinus mughus</i>	5.5	4.4
Caractéristiques du Pino-Junipero-Cytision :		
<i>Cytisus semilifolius</i> var. <i>prostratus</i>	1.1	2.1
<i>Cytisus polytrichus</i>	1.1	1.1
<i>Daphne alpina</i> var. <i>villosissima</i>	2.2	+
Caractéristiques des Pino-Juniperetea :		
<i>Epipactis atropurpurea</i>	2.2	1.1
<i>Cotoneaster integerrima</i>	1.1	2.1
<i>Juniperus nana</i>	2.2	2.1
<i>Erica carnea</i>	4.4	.
<i>Arctostaphylos uva ursi</i> var. <i>crassifolia</i>	.	3.3
<i>Juniperus hemisphaerica</i>	.	+
Transgressives des Vaccinio-Piceetea :		
<i>Sorbus chamaenas pilus</i>	2.2	+1
<i>Hieracium vulgatum</i>	+	+
<i>Pirola rohemdifolia</i>	+	.
<i>Luzula sieheri</i>	+1	.
<i>Vaccinium uliginosum</i>	+	.
<i>Geodyera repens</i>	+	.
<i>Daphne mezereum</i>	.	+1
Autres espèces :		
<i>Helianthemum grandiflorum</i>	2.1	+
<i>Carlina acaulis</i>	1.1	.
<i>Iberis sempervirens</i>	1.1	.
<i>Pirola secunda</i>	+	.
<i>Hieracium pamphili</i>	1.1	.
<i>Carex humilis</i>	1.1	.
<i>Festuca dimorpha</i>	1.1	.
<i>Hieracium lanatum</i>	.	1.2
<i>Senecio doronicum</i>	.	2.2
<i>Asperula cynanchica</i>	.	1.1
<i>Rhamnus primula</i>	.	1.1
<i>Teucrium montanum</i>	.	1.1
<i>Carex tendae</i>	.	1.1

— l'ensemble intraalpin développé dans les vallées internes à l'abri des grands massifs, peut être assimilé à du méditerranéen steppique au moins par l'origine génétique de certains de ses constituants. Il apparaît aux étages collinéen et montagnard.

— l'élément mésogéen joue également un rôle déterminant dans l'individualisation des groupements végétaux de certains secteurs des Alpes italiennes.

A ce sujet, il faut souligner la grande similitude de situation existant entre les Préalpes maritimes et ligures d'une part, et les Préalpes lepontines et du Bergamasque d'autre part.

Ainsi les pelouses calcicoles thermophiles des Alpes italiennes sud occidentales aux étages montagnard supérieur et subalpin s'encartent dans le complexe des pelouses écorchées nord-méditerranéennes (Barbero, 1972) et plus particulièrement dans la classe des *Festuco-Seslerietea*, l'ordre des *Astragalealia sempervirentis* et les alliances *Avenion montanae*, *Avenion sempervirentis* et *Ononidion cenisiae*.

Par contre dans les Préalpes de Bergame l'originalité phytosociologique des pelouses écorchées n'apparaît ni au niveau de la classe, ni au niveau de l'ordre mais au niveau de l'alliance. Le *Caricion austroalpinae* (Sutter 1962) des *Seslerietalia coerulae* calcicoles présente des espèces alpines tertiaires et méditerranéennes, telles que *Cytisus emeriflorus*, *Viola dubyana*, *Primula glaucescens*, *Carex austroalpina*, *Laserpitium nitidum*, *Carex baldense*, *Allium insubricum*, *Knautia baldensis*, *Melandryum elisabethae*, etc ...

Les groupements rupicoles de ces deux régions tout en appartenant aux *Potentilletalia caulescentis* individualisent aussi deux alliances remarquables :

— l'une décrite par Quezel (1950) correspond au *Saxifragion lingulatae* dont les endémiques présents dans les Alpes italiennes sont : *Moehringia sedifolia*, *Moehringia lebruni*, *Silene campanula*, *Helianthemum lumulatum*, *Primula allionei*, *Micromeria piperella*, *Phyteuma balbisi*.

— l'autre que nous avons pu observer sur l'ensemble des Alpes orientales italiennes jusqu'au Trentin représente une alliance nouvelle que nous décrirons prochainement le *Phyteumion comosae* All. Nov. Au sein de cette dernière une sous-unité caractérise le secteur des lacs entre Lugano et Garde le *Saxifragenion arachnoidae* dont les caractéristiques principales sont *Saxifraga arachnoidea*, *Moehringia griseensis*, *Moehringia bavarica*, *Daphne petraea*, *Galium baldense* et *Campanula elatinoidea*.

Ainsi l'étude des groupements rupicoles et de pelouses xérophiles, orophiles, confirme hautement les conclusions établies à partir des seules associations arborescentes et arbustives.

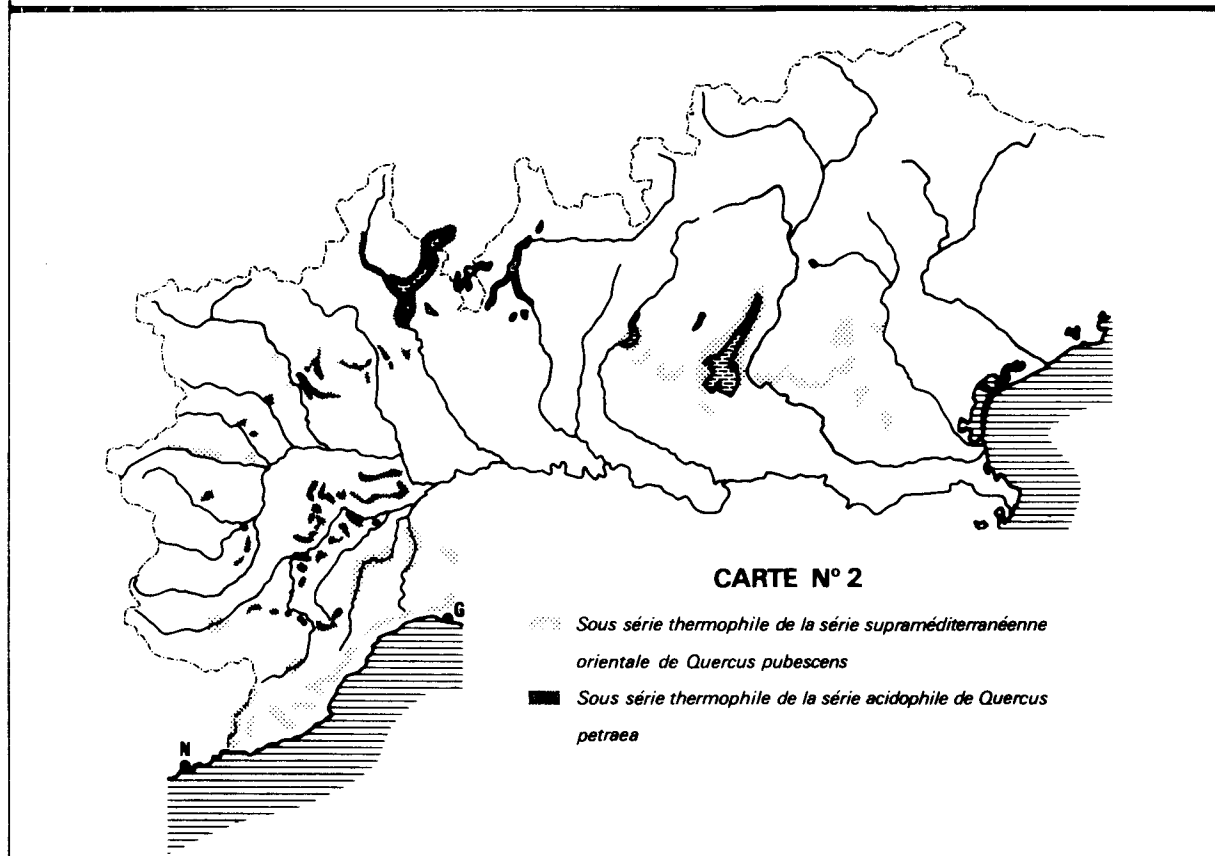
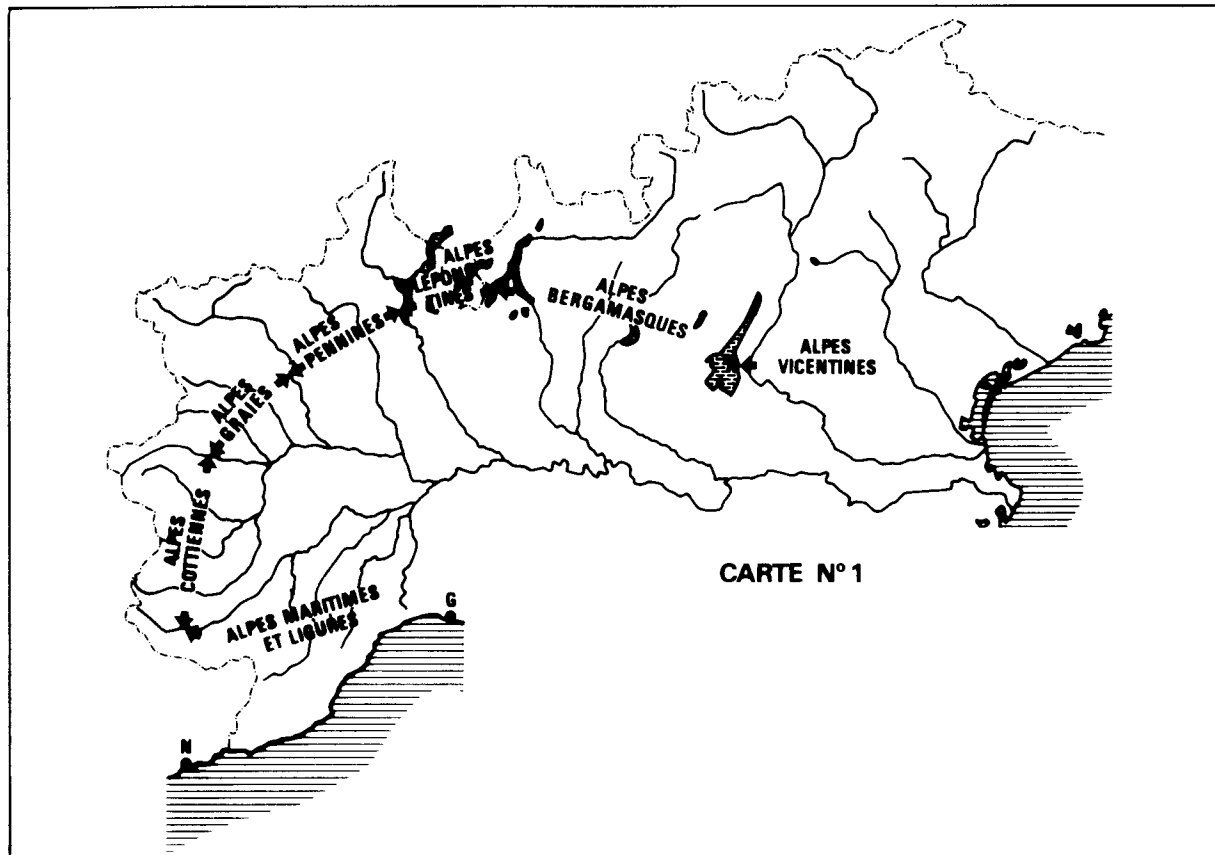
Deux grands secteurs méditerranéens existent bien sur les Alpes italiennes entre les Préalpes vicentines et le Col de Cadibone. Entre ces deux secteurs, sauf peut-être dans les Vallées internes - oasis endoalpines - les colonies méditerranéennes qui ont pu représenter autrefois une part importante du tapis végétal sont aujourd'hui assez réduites. Elles occupent généralement des promontoires au débouché des vallées sur la plaine Padane.

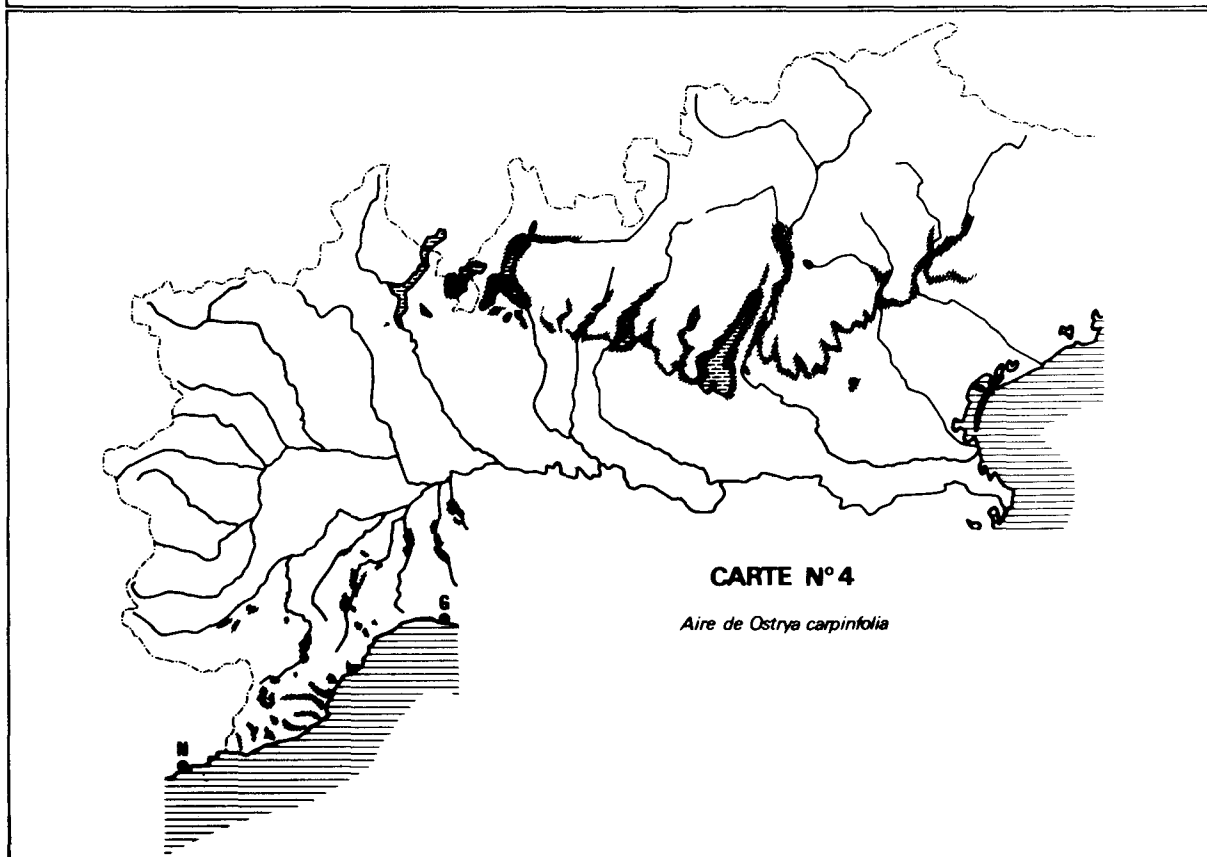
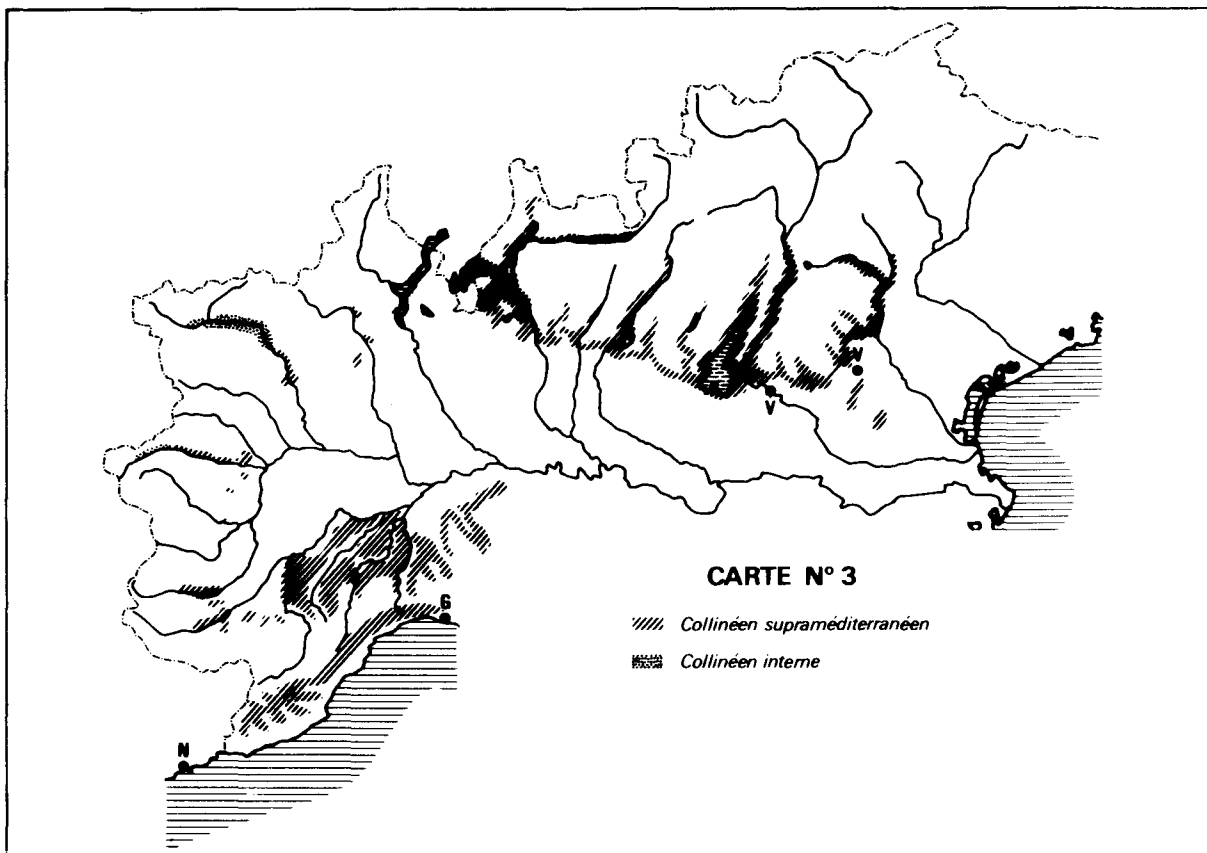
BIBLIOGRAPHIE

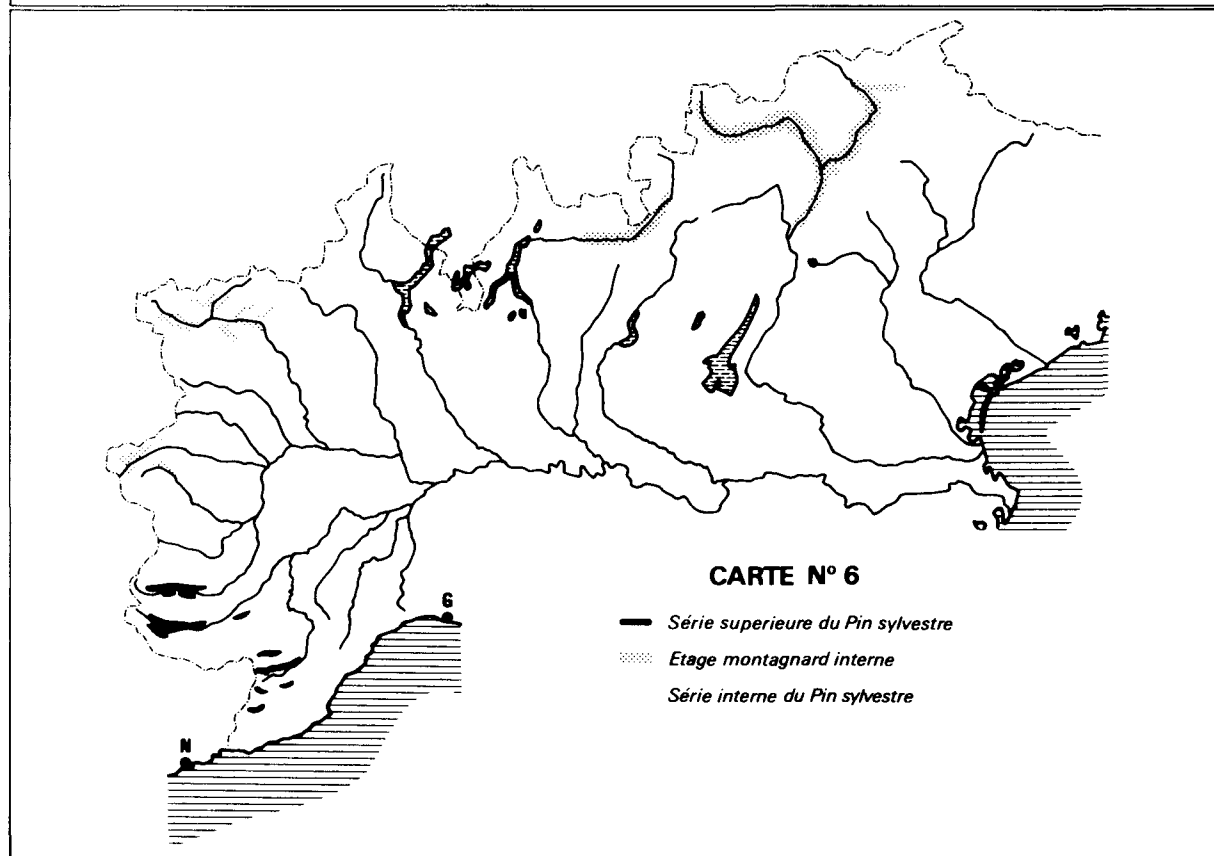
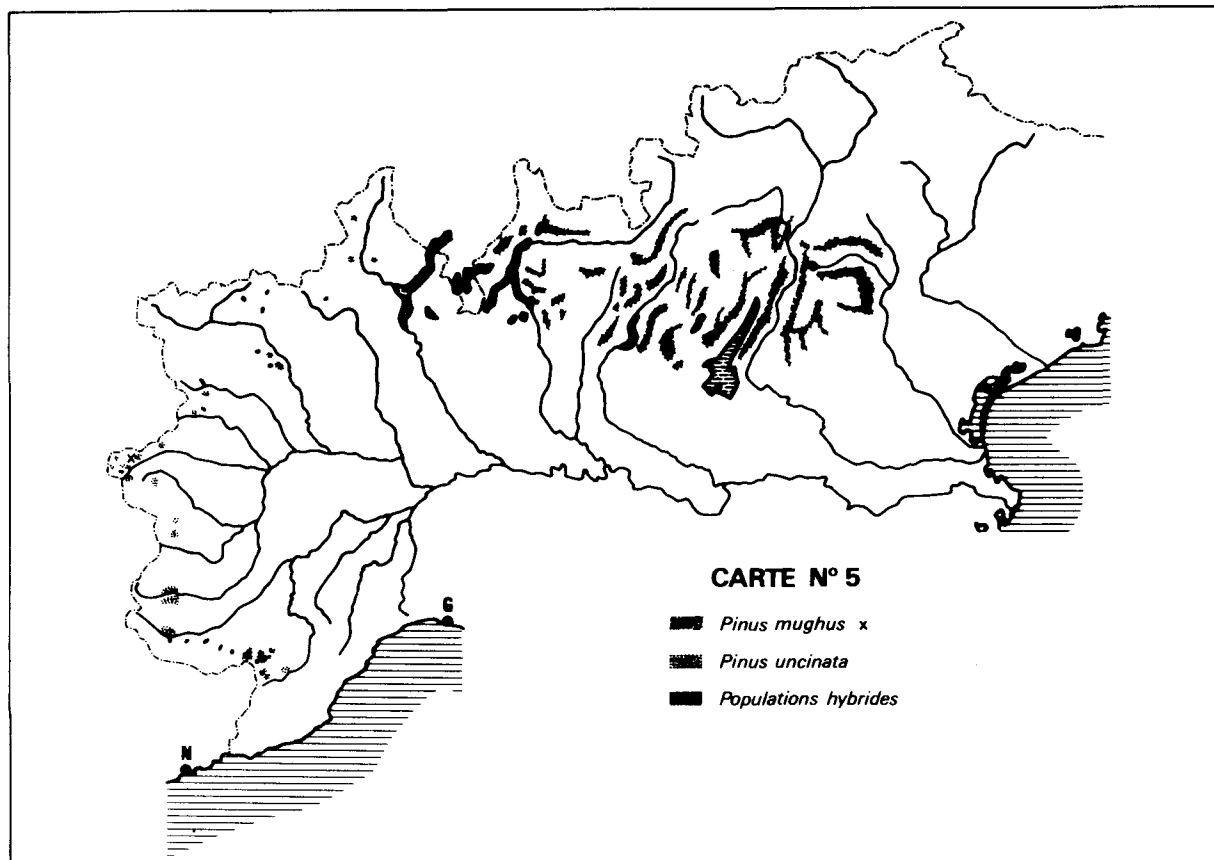
- Barbero M., (1972).— Etudes phytosociologiques et écologiques comparées des végétations orophiles alpine, subalpine et mésogéenne, des Alpes maritimes et ligures. Marseille, Thèse Univ. Prov., 1-418.
- Barbero M. et Quezel P., (1975).— Végétation culminante du Mont Ventoux : sa signification dans une interprétation phytogéographique des Préalpes méridionales. *Ecologia mediterranea*, Marseille, 1, 1-33.
- Barbero M. et Quezel P., (1975).— Les forêts de Sapin sur le pourtour méditerranéen. *Inst. Bot. Antonio José Cavanilles XXXII*, II, 1245-1289.
- Barbero M., Bono G., Ozenda P., (1971).— Sur les groupements végétaux en limite d'aire dans les Alpes maritimes et ligures. *Bull. Soc. Bot. Fr.*, 117, 593-608.
- Barbero M., Bono G., Ozenda P., (1973).— Carte écologique des Alpes au 1/1000000ème Nice-Menton (R.21) et Vieve-Cuneo (R.20). *Doc. Cart. Ecol. Vol. XII*, 49-76.
- Barbero M. et Loisel R., (1971).— Contribution à l'étude des pelouses à Brome méditerranéennes et méditerranéo-montagnardes. *Ann. Inst. Bot. Cavanilles*, Madrid, 28, 91-166.
- Barbero M., Grüber M. et Loisel R., (1971).— Les forêts caducifoliées de l'étage collinéen de Provence, des Alpes maritimes et de ligurie occidentale. *Ann. Univ. Prov. XLV*, 197-202.
- Beguinet A., (1931).— Sulla costituzione di alcune colonie steppiche della vegetazione dell'alta e media valle d'Aosta. *N. Giorn. Bot. Ital.*, 39, 683-686.
- Bertolani-Marchetti O., (1954).— Ricerche sulla vegetazione della Valsesia. — I : L'opera e le raccolte dell'Abate Carestia in Valsesia. *N. Giorn. Bot. Ital.*, 61, 4, 515-578.
- Bertolani-Marchetti O., (1955).— Ricerche sulla vegetazione della Valsesia. — II : la vegetazione della Val Sabbia. *N. Giorn. Bot. Ital.* 62, 1-2, 283-334.
- Bertolani-Marchetti O., (1960).— Ricerche sulla vegetazione della Valsesia. — IV : *Genista radiata* (L.) Scop. var «sericopetala» Buch in Valsesia e sua distribuzione geografica. *Webbia*, 15, 2, 425-432.
- Bono G., (1967).— *Ostrya carpinifolia* e *Fraxinus ornus* in Val Gesso (Alpi marittime). *Allionia*, 13, 81-87.

- Bono G., Barbero M. et Poirion L.**, (1967).— Groupements de *Pinus mugo* Turra (*Pinus mughus* Scop.) dans les Alpes maritimes et ligüres. *Allionia*, 13, 55-80.
- Braun-Blanquet J.**, (1961).— Die inneralpine Trockenvegetation. *Geobotanica Selecta* I, 1-273.
- Charrier G.**, (1950).— I relitti della zona di vegetazione submediterranea nell'arco alpino occidentale. *Atti XV Congr. Geogr. Ital.*, Torino, 1-4.
- Charrier G.**, (1954).— Significato geobotanico delle stazione piemontesi di *Quercus ilex* L. *Atti XVI, Congresso Geogr. Ital.*, Padova, Venezia.
- Chiesura F.R. et Lorenzoni G.G.**, (1964).— Nota sulla vegetazione del bacino del Lago di Fimon (Vicenza). *Giorn. Bot. It.*, 71, 6, 594-596.
- Dalla Fior G.**, (1956).— Il Leccio nel Trentino. *Natura Alpina*, 7, 3, 39.
- Fenaroli L.**, (1955).— Flora del Alpi (Vegetazione e Flore delle Alpi e degli alti monti d'Italia). Milano.
- Fornaciore G.**, (1952).— Flora e vegetazione delle valli val Mera e dell'Adda. *Ann. Smola Frinlana*, 1, 173-244.
- Fornaciore G.**, (1958).— Flora e vegetazione delle valli del Mera e dell'Adda II. *Boll. Soc. Adrichiea Sc. Nat.*, 49, 59-108.
- Giacomini V.**, (1960).— Il paesaggio vegetale della Provincia di Sondrio. *Flora e vegetatio Italica*, 3, 1-132, Gianasso edit.
- Giacomini V. et Arietti N.**, (1943).— Studi sulla flora e vegetazione delle Prealpi lombarde I-III. *Atti. Ist. Bot. e Lab. Critt. Univ. Pavia*, 5, 2, 1-120.
- Lausi D. et Poldini L.**, (1962).— Il paesaggio vegetale della costiera triestina. *Boll. Soc. Adriatica Saenze*, 52, 2, 1-62.
- Martinez-Rivas S.**, (1968).— Estudio fitocenológico de los bosques y matorrales del piso subalpino pirenaico. *Inst. Biol. Appl. XLIV, Barcelone*, 120-150.
- Mondino G.P.**, (1960).— Su tre entità nuova per il Piemonte : *Juniperus phoenicea* L., *Linum narbonense* L. et *Veronica jacquini*. *Baumg. Nuov. Giorn. Bot. Ital.*, LXVII, 1-2, 252-253.
- Mondino G.P.**, (1966).— Note ecologiche sulla stazione relitta di «*Quercus ilex*» a Chianoc (Valle di Susa - Piemonte). *Allionia*, 12, 93-101.
- Mondino G.P.**, (1967).— Specie interessanti o eterotropiche della flora pendemontana. *Allionia*, 13, 39-53.
- Mondino G.P.**, (1968).— Carta della vegetazione della valle Grana (Alpi Cozie). *Allionia*, 10, 115-170.
- Mondino G.P. et Giordano A.**, (1962).— Una stazione xerofila della Collina di Torino, *Vegetazione e suoli*. *Allionia*, 8, 159-177.
- Montacchini F.**, (1968).— Il *Pinus mugo* Turra e il *Pinus uncinata* Miller in Piemonte. *La Vegetazione*. *Allionia*, 14, 123-151.
- Montacchini F.**, (1972).— Lineamenti della vegetazione dei boschi naturali in Valle Susa. *Allionia*, 18, 195-252.
- Montacchini F. et Caramiello R.**, (1969).— La componente mediterranea della flora del Piemonte. *Archiv. Bot. e Biogeogr. Ital.*, XIV, 4, 259-283.
- Negri G.**, (1905).— La vegetazione della Collina di Torino. *Mem. Acc. Sc. Torino*, 2, 55, 113-188.
- Negri G.**, (1906).— La vegetazione della Collina di Crea. *Mem. R. Acad. Sci. Torino*, 56, 387-437.
- Negri G.**, (1920).— La vegetazione del Monte Bracco (Saluzzo). *Mem. R. Acad. Sci. Torino*, 21, 97-197.
- Oberdorfer E.**, (1964).— Die insubriche vegetations-Komplex, Seine Struktur und Abgrenzung gegen die sub-mediterrane vegetation in Oberitalien und in Der Sudschweiz. *Beitr. Naturk. Forsch. S.W. Deutsch.* XXIII, 2, 141-187.
- Ozenda P.**, (1966).— Perspectives nouvelles pour l'étude phytogéographique des Alpes du Sud. *Doc. Cart. Veget. Alp.* IV, 198.
- Ozenda P.**, (1971).— Sur une extension de la notion de zone et d'étage subméditerranéens. *C.R. Soc. Biog.* 415, 92-103.

- Ozenda P.**, (1975).— Sur les étages de végétation dans les montagnes du Bassin Méditerranéen. Doc. Cart. Ecol., XVI, 1-32.
- Ozenda P. et Wagner H.**, (1975).— Les séries de végétation de la chaîne alpine et leurs équivalences avec d'autres systèmes phytogéographiques. Doc. Cart. Veget. Alp. XVI, 49-64.
- Pignatti S.**, (1964).— Sulle faggete delle Alpi Venete. Not. Soc. It. Fitosociologia, 1, 1-3.
- Pitschmann M., Reisigl M. et Schiechtl H.**, (1959).— Biederflora der Sudalpen von Gardesee zum Comersee. Stuttgart, 1-278.
- Poldini L.**, (1966).— Nuova stazioni di leccio nell'Alto friuli occidentale. Atti Museo Civ. Sc. Nat. Trieste, 25 (2), 33-38.
- Poldini L.**, (1969).— Le pinete di Pino austriaco nelle Alpe Carniche. Boll. Soc. Adr. Sc. Trieste, LVII, 3-65.
- Quezel p.**, (1950).— Les groupements rupicoles calcicoles dans les Alpes maritimes. Leur signification biogéographique. Bull. Soc. Bot. Fr. 97, 10, 181-187.
- Sappa F.**, (1952).— La vegetazione delle Langhe (Subappennino Piemontese). Allionia, 1, 1-144.
- Sappa F. et Charrier G.**, (1949).— Saggio sulla vegetazione della Val Sangone (Alpi Cozie). N. Giorn. Bot. Ital., 56, 106-187.
- Schroter C.**, (1956).— Flora des Sudens. Die Pflanzenwelt insubriens. Berard. Schmid. Zurich u Stuttgart, 1-144.
- Sutter R.**, (1962).— Das Caricion austriolpinae lin. neuer insubrisch. südalpiner Seslerietalia. Verband. Mitt. Ostalpin Dinarische. Pflanzensoziol. Arbeitgem 2.
- Tiraboschi G.**, (1954).— Le ultime conifere spontanee delle Alpi Biellesi. Camera di Commercio industria ed agricoltura Vercelli, 1-46.
- Tiraboschi G.**, (1964).— La presenza di formazioni Spontanee di Pino cembro e Pino uncinato nelle vallate alpine novaresi con particolare riferimento alla zona dell'Ossola. Not. Econ. Cam. Comm. Ind. Agr., Novara, 3-28.
- Tomaselli R.**, (1961).— Notizie sui relitti delle Faggete scalvine (Prealpi bergamasche). Boll. Ist. Bot. Univ. Catania, 3, 2, 1-21.
- Touring Club Italiano**, (1958).— Conosci l'Italia - vollume II : La Flora. Office Grafiche Legatorie, Milano, 1-275.
- Vaccari L. et Wilczek G.**, (1909).— La vegetazione del versante meridionale delle Alpi Graie Orientali. I : Contrib. in Valchiussella e Val Campiglia. N. Giorn. Bot. It., 16, 179-231.
- Zenari S.**, (1956).— «Taxus baccata L.» nelle Prealpi Carniche. Atti dell' Convegno Friulano di Scienze Naturali, Udine, 491-513.







Notes phytosociologiques nord-africaines

A. EL HAMROUNI *
R. LOISEL **CONTRIBUTION A L'ETUDE DE LA TETRACLINAIE TUNISIENNE :
LES GROUPEMENTS DES DJEBELS BOU KORNINE ET RESSAS

Résumé — Les auteurs décrivent une association à *Tetraclinis articulata* et *Cyclamen persicum* (*Tetraclino-Cyclaminetum persici* El Hamrouni et Loisel 1978) et en précisent la composition floristique, la position synsystématique, la structure, les affinités et la syndynamique.

Abstract — The authors describe *Tetraclinis articulata* - *Cyclamen persicum* association (*Tetraclino-Cyclaminetum persici* El Hamrouni et Loisel 1978). References are made to the floristic composition, syntaxonomy, synmorphology, affinities and syndynamic.

Tetraclinis articulata est une espèce essentiellement méditerranéo-sud-occidentale ; mises à part quelques rares stations (sud-est de l'Espagne, Malte), cette Cupressacée montre en effet une aire de répartition limitée à la bordure septentrionale du continent africain (Maroc, Algérie, Tunisie). En Tunisie, l'essence s'observe dans la partie nord-orientale du pays, au nord-est d'une ligne allant approximativement d'Enfida à l'est de Medjez el Bab.

Bien que les peuplements de *Tetraclinis* soient soumis à une forte pression humaine (cueillette du bois et surpâturage), certains conservent cependant encore un caractère sylvatique indéniable et ce notamment sur les Djebels Bou Kornine (576 m) et Ressas (795 m), situés au sud d'Hammam Lif.

Quelques relevés phytosociologiques effectués au mois de mai 1978 sur ces deux Djebels, permettent de préciser la composition floristique, la position synsystématique, la structure et syndynamique du *Tetraclino-Cyclaminetum persici* El Hamrouni et Loisel 1978 (association à *Tetraclinis articulata* et *Cyclamen persicum*).

I — COMPOSITION FLORISTIQUE, POSITION SYNSYSTEMATIQUE

Le tableau phytosociologique n° 1 réunit six relevés précisant la composition floristique de l'association.

Quelques remarques s'imposent au sujet des espèces élevées au rang de caractéristiques et différentielles du groupement.

Cyclamen persicum occupe ici ses stations les plus occidentales, si l'on fait abstraction de la mention faite de cette espèce à la frontière algéro-tunisienne (Quezel et Santal, 1963). Il paraît exclusif de la tétraclinaie.

Brachypodium ramosum, espèce des pelouses xériques ou des garrigues claires en France méditerranéenne, présente souvent en Afrique du Nord un comportement de végétal sylvatique. Dans la région parcourue, il n'est vraiment bien représenté qu'au niveau des tétraclinaies relativement denses (recouvrement compris entre 60 et 80 %).

* I.N.R.F. Ariana - Tunisie

** Laboratoire de Botanique et Ecologie Méditerranéenne, Faculté des Sciences et Techniques de Saint-Jérôme - Marseille.

Trois autres espèces servent à singulariser l'association parmi les autres groupements locaux et notamment les garrigues issues de la dégradation de la tétraclinaie. Ce sont *Ruscus hypophyllum*, *Cynosurus elegans* et *Tamus communis*. Il convient de préciser qu'en Tunisie, comme dans l'ensemble de l'Afrique du Nord, ces trois espèces ne peuvent caractériser une association particulière mais, humicoles, elles individualisent les groupements forestiers (suberaies, chênaies vertes, chênaies de Chênes kermès, pinèdes de Pin d'Alep, etc.).

Rattacher le *Tetraclino-Cyclaminetum persici* à l'alliance *Oleo-Ceratonion* est aisé ; la présence du *Tetraclinis* lui-même — l'essence en Tunisie se trouve strictement liée aux variantes à hiver doux (m compris entre 3,5 °C et 7 °C) des étages subhumide et semi-aride (Bortoli, Gounot et Jacquinet, 1969) (Le Houerou, 1969) — celles de *Pistacia lentiscus*, *Chamaerops humilis*, *Quercus coccifera*, *Olea europaea* var. *oleaster*, *Clematis cirrhosa*, *Prasium majus*, témoignent du développement de l'association au sein de l'étage thermoméditerranéen.

Revenir sur les caractéristiques d'ordre (*Pistacio-Rhamnetalia*) et de classe (*Quercetea ilicis*) paraît superflu.

Les transgressives de la classe des *Ononido-Rosmarinetea* et de la surclasse des *Cisto-Rosmarinea* sont relativement abondantes et ce d'autant plus que la pression humaine est plus forte et la dégradation plus marquée (relevé n° 6 par exemple). Parmi ces espèces, la présence d'*Erica multiflora*, *Avena bromoides*, *Coronilla juncea* (caractéristiques de l'alliance *Rosmarino-Ericion*) souligne également la thermophilie de cette tétraclinaie comme le fait d'ailleurs, parmi les compagnes, *Sideritis romana*.

REMARQUE : Le Houerou (1969) et Schoenenberger, Gounot et al (1966) proposent d'autres caractéristiques de la Tétraclinaie ; parmi celles-ci *Ophrys speculum*, *Ophrys fusca* et *Ophrys subfusca* doivent probablement se rapporter au *Tetraclino-Cyclaminetum persici*. Ces espèces ne figurent pas dans nos relevés qui ont été dressés à une époque trop tardive pour pouvoir déterminer les quelques rosettes d'Orchidées que nous avons pu observer.

II — STRUCTURE

Sur le plan synmorphologique, l'association se présente le plus souvent sous l'aspect d'un matorral arboré dense.

Les arbres sont exceptionnellement grands ; dans le relevé n° 2, ils atteignent 8-9 m et montrent un recouvrement de 100 %.

En général on peut distinguer :

- une première strate monospécifique constituée de *Tetraclinis* hauts de 4-5 m et assez dense (recouvrement 60 - 80 %),
- une strate haute de 1 à 3 m, réunissant la plus grande variété d'espèces et que l'on peut subdiviser en :
 - + un niveau supérieur (2-3 m), relativement dense (60 - 90 %), riche en *Tetraclinis*, *Phillyrea*, *Pistacia*, *Rhamnus*, *Jasminum*, *Olea* et diverses lianes sclérophylles (*Clematis*, *Lonicera*, *Smilax*, etc.)
 - + un niveau inférieur (50 cm - 1m), plus ouvert (recouvrement 10 - 40 %) auquel participent le Thuya de Berbérie, divers Cistes, le Romarin, la Globulaire, etc.
- une strate herbacée également à deux niveaux :
 - + un supérieur haut de 30-50 cm avec essentiellement *Brachypodium ramosum*,
 - + un inférieur réunissant *Cyclamen*, *Cynosurus* notamment.

Tetraclinis articulata est le plus souvent encore bien représenté dans la strate herbacée, par de fréquentes et nombreuses régénérations.

III — AFFINITES

Les formations à *Tetraclinis articulata* ont fait l'objet de différents travaux en Espagne, Algérie, Maroc et Tunisie.

En Espagne, divers auteurs ont précisé la composition floristique et la signification phytosociologique des groupements à *Tetraclinis*. Citons notamment **Rivas-Goday** (1964), **Esteve** (1972), **Rivas-Goday** et **Rivas-Martinez** (1974), **Rivas-Martinez** (1974). Ce dernier décrit en particulier un *Arisaro-Tetraclinidetum* caractérisé par *Tetraclinis articulata*, *Arisarum vulgare* et *Periplaca angustifolia*. Cette association est rangée dans l'alliance *Periplocion angustifoliae* et l'ordre des *Pistacio-Rhamnetalia*. C'est un groupement lié à l'étage semi-aride. Pour **Rivas-Martinez**, des liens étroits unissent le *Periplocion angustifoliae* et d'une part l'*Arganion littorale* du sud-ouest marocain et d'autre part l'ordre *Tetraclinido-Arganetalia*. Cependant **Ben Abid** (1976) considère que cet ordre, outre le fait qu'il n'a pas été valablement décrit, semble «bien difficile à retenir en raison de la non-concordance évidente entre les exigences écologiques des deux espèces majeures (Thuya et arganier)». Quoi qu'il en soit, nous soulignerons le peu d'affinités existant entre notre groupement et celui décrit par **Rivas-Martinez** si ce n'est leur appartenance au même ordre.

Au Maroc, **Ben Abid** (1976) décrit divers groupements à *Tetraclinis* et l'on peut remarquer dans certains d'entre eux la signification particulière de *Brachypodium ramosum*.

En Algérie **Baumgartner** (1965) et **Nègre** (1964), dans la région de Tipasa, **Alcaraz** (1969) dans le Tell oranais mentionnent des Tétracлинаies. Le Thuya de Berbérie y montre une importance remarquable, mais une signification phytosociologique très variable. Sur le sahel de Tipasa, par exemple, il individualise avec d'autres espèces et notamment des caractéristiques des *Ononido-Rosmarinetea*, diverses sous-associations au sein de l'association à *Quercus ilex* et *Ruscus hypophyllum* (admettant entre autres caractéristiques, *Tamus communis*), de l'association à *Quercus coccifera* et *Lonicera implexa* (encore caractérisée par *Carex halleriana*) et du *Simetho-Ericetum arboreae*. **Nègre** individualise aussi un *Callitreto-Rosmarinetum tournefortii* qui paraît trouver tout naturellement sa place dans la classe des *Ononido-Rosmarinetea* et vraisemblablement dans l'alliance *Rosmarino-Ericion* ou une unité très voisine.

En Oranie, **Alcaraz** constate que *Brachypodium ramosum* «peut être considéré comme une excellente caractéristique de la Callitraie».

En Tunisie, les travaux déjà cités de **Le Houerou** (1969) et **Schoenenberger** et al (1966) apportent d'intéressantes précisions.

Le Houerou, en particulier, dans son étude de la Tunisie steppique, décrit pour la Tétracлинаie deux alliances dont une alliance à *Tetraclinis articulata* et *Quercus coccifera*, correspondant au sous-étage semi-aride supérieur à hiver doux et caractérisée par *Tetraclinis articulata*, *Cistus monspeliensis*, *Asparagus acutifolius*, *Brachypodium ramosum*, *Quercus coccifera*, *Cistus crispus* et *Bupleurum gibraltaricum* auxquels s'ajoutent diverses espèces telles que *Lavandula multifida*, *Arisarum vulgare*, *Micromeria nervosa*, *Periploca loevigata*, *Sideritis romana*, *Thymus capitatus*.

Si certaines de ces espèces paraissent plus ou moins strictement liées aux Tétracлинаies (*Brachypodium ramosum*, *Quercus coccifera* par exemple) ou aux groupements en dérivant par dégradation (*Lavandula multifida*, *Thymus capitatus*), la présence des autres au sein des formations à *Tetraclinis* semble plus en rapport avec les caractéristiques de l'étage bioclimatique puisqu'on peut les observer dans d'autres séries de végétation et notamment celle du Pin d'Alep (**El Hamrouni**, 1978). Il est donc vraisemblable que si l'association *Tetraclino-Cyclaminetum persici* peut être individualisée et caractérisée, il est plus difficile voire impossible de la ranger dans une alliance particulière autre que l'*Oleo-Ceratonion*.

En conclusion, il convient de retenir que les Tétracлинаies des Djebels Bou Kornine et Ressay sont bien individualisées sur le plan floristique et ne paraissent avoir que des liens assez lâches avec leurs homologues plus occidentales.

IV – SYNDYNAMIQUE

Les tétracлинаies, nous l'avons vu, sont soumises à une forte pression humaine.

Leur dégradation conduit, malgré les remarquables facultés de régénération de souche présentées par le Thuya de Berbérie, à la formation de matorrals de plus en plus ouverts ; les trois relevés suivant illustrent cette dynamique régressive.

1) Dj. Ressa : Alt. 250 m - Exp. W - Pente 20 %

Recouvrements : – arbustes (1-4 m) : 80 % ; – herbacées : inférieur à 5 %

<i>Tetraclinis articulata</i>	4 . 4	<i>Calycotome villosa</i>	1 . 1
<i>Prasium majus</i>	1 . 1	<i>Rosmarinus officinalis</i>	1 . 1
<i>Periploca loevingata</i>	1 . 1	<i>Fumana ericoides</i>	1 . 1
<i>Olea europaea var. oleaster</i>	+	<i>Phagnalon rupestre</i>	1 . 1
<i>Rhamnus lycioides</i>	+	<i>Urginea maritima</i>	1 . 1
<i>Pistacia lentiscus</i>	+	<i>Sideritis romana</i>	+
<i>Jasminum fruticans</i>	+	<i>Dactylis glomerata</i>	+
<i>Cistus monspeliensis</i>	1 . 1	<i>Convolvulus althaeoides</i>	+
		<i>Linum numidicum</i>	+

Les caractéristiques d'association ont disparu, celles de la classe des *Quercetea ilicis* sont en régression alors que les chamaephytes des *Ononido-Rosmarinetea* deviennent dominants.

2) Dj. Bou Kornine : Alt. 520 m - Exp. WSW - Pente 50 %

Recouvrement : 50-60 % – Hauteur de la végétation : 50 cm - 1 m

<i>Tetraclinis articulata</i>	2 . 2	<i>Cistus monspeliensis</i>	+
<i>Periploca loevingata</i>	1 . 1	<i>Cistus libanotis</i>	+
<i>Rosmarinus officinalis</i>	2 . 2	<i>Stipa tenacissima</i>	+
<i>Globularia alypum</i>	1 . 1	<i>Calycotome villosa</i>	+
<i>Fumana ericoides</i>	1 . 1	<i>Erica multiflora</i>	+
<i>Fumana thymifolia</i>	1 . 1	<i>Phagnalon rupestre</i>	+
<i>Sedum sediforme</i>	+	<i>Thymus capitatus</i>	+
		<i>Brachypodium distachyum</i>	1 . 1

Les caractéristiques des *Quercetea ilicis* ont cédé la place à celle des *Ononido-Rosmarinetea* ; on notera l'extrême rareté des espèces annuelles.

3) Dj. Ressa : Alt. 270 m - Exp. W - Pente 30 %

Recouvrement : 50 %

<i>Lavandula multifida</i>	2 . 2	<i>Evax pygmaea</i>	2 . 1
<i>Thymus capitatus</i>	2 . 2	<i>Sideritis romana</i>	1 . 1
<i>Rosmarinus officinalis</i>	1 . 1	<i>Briza maxima</i>	+
<i>Cistus monspeliensis</i>	1 . 1	<i>Sedum coeruleum</i>	+
<i>Thymelaea hirsuta</i>	+	<i>Biscutella didyma</i>	+
<i>Teucrium polium</i>	+	<i>Aegilops ovata</i>	+
<i>Phagnalon rupestre</i>	+	<i>Atractylis cancellata</i>	+
<i>Calycotome villosa</i>	1 . 1	<i>Hippocrepis unisiliquosa</i>	+
<i>Fumana ericoides</i>	1 . 1	<i>Avena sterilis</i>	+
<i>Tetraclinis articulata</i>	+	<i>Rumex bucephalophorus</i>	+
<i>Olea europaea var. oleaster</i>	+	<i>Fedia cornucopiae</i>	+
<i>Brachypodium ramosum</i>	+	<i>Urginea maritima</i>	+
<i>Linum strictum</i>	+	<i>Plantago lagopus</i>	+

Ce stade à *Lavandula multifida* et *Thymus capitatus* s'intercale entre la garrigue précédente et la pelouse résultant de l'extrême dégradation de la végétation et dont le relevé suivant donne une idée de la composition floristique.

4) Dj. Ressa : Alt. 260 m - Pente voisine de 0 %

Recouvrement : 40 %

<i>Stipa capensis</i>	2 . 1	<i>Eryngium ilicifolium</i>	+
<i>Atractylis cancellata</i>	1 . 1	<i>Bromus rubens</i>	+
<i>Plantago lagopus</i>	+	<i>Convolvulus tricolor</i>	+

<i>Aegilops ovata</i>	2 . 1	<i>Avena sterilis</i>	+
<i>Brachypodium distachyum</i>	2 . 1	<i>Ononis reclinata</i>	+
<i>Pallenis spinosa</i>	+	<i>Anthyllis tetraphylla</i>	+
<i>Hypochaeris glabra</i>	+	<i>Dactylis glomerata</i>	+
<i>Convolvulus cantabrica</i>	1 . 1	<i>Teucrium polium</i>	+
<i>Biscutella didyma</i>	+	<i>Nigella damascaena</i>	+
<i>Sideritis romana</i>	+	<i>Lotophyllus argenteus</i>	+
<i>Scorpiurus muricatus</i>	+	<i>Filago spathulata</i>	+
<i>Linum strictum</i>	+	<i>Salvia multifida</i>	+
<i>Hippocrepis unisiliquosa</i>	+	<i>Bromus mollis</i>	+
<i>Euphorbia exigua</i>	+	<i>Scandix pecten-veneris</i>	+
<i>Trigonella monspeliaca</i>	+	<i>Paronychia capitata</i>	+

La composition floristique de cette pelouse atteste de son appartenance à l'alliance *Atractylo-Stipion* Guinochet 1978 représentée ici par *Stipa capensis*, *Atractylis cancellata* et *Eryngium ilicifolium*. Rappelons que cette alliance appartient à l'ordre des *Thero-Brachypodietalia*.

V – CONCLUSION

Bortoli et al (1969), en prenant comme station de référence Kranguet El Hadjadj pour laquelle le quotient pluviothermique d'Emberger Q2 est égal à 67, rangent les Dj. Ressas et Bou Kornine dans l'étage sub-humide.

Or, dans nos relevés, n'apparaît aucune espèce caractéristique de cet étage.

On est dès lors en droit de se poser la double question suivante.

– La Tétracлинаie n'est-elle pas en réalité une formation de substitution qui aurait pris de l'extension après la destruction d'un autre groupement correspondant à l'étage sub-humide ? Ceci est parfaitement concevable si l'on fait référence à nos observations (El Hamrouni, 1978 et observations inédites) sur la dorsale tunisienne où nombre de pinèdes de Pin d'Alep riches en espèces caractéristiques de l'étage semi-aride montrent néanmoins des indicatrices de l'étage sub-humide. En effet, la dégradation d'un groupement végétal lié à une ambiance climatique donnée semble avoir pour conséquence son infiltration immédiate et, à plus long terme, son remplacement par des espèces habituellement présentes dans un niveau bioclimatique plus sec.

La présence de quelques chênes kermès en certains points des massifs peut donner à penser que la tétracлинаie se soit étendue après la destruction d'une chênaie de chêne kermès, d'un type voisin de celui que l'on peut observer sur le littoral tunisien.

– Au contraire, la région ne s'intègre-t-elle pas à l'étage semi-aride comme semble l'indiquer la végétation et son rattachement à l'étage sub-humide n'est-il pas dû à la position de la limite entre les étages sub-humide et semi-aride sur le diagramme des étages bioclimatiques proposé par Bortoli et al ? Remarquons à ce propos que, sur le climagramme établi par Le Houerou (1969) pour la Tunisie, la station de référence pour la région qui nous préoccupe, se trouverait dans l'étage sub-humide.

Il est bien entendu, faute de documents historiques précis, difficile de prendre position pour l'une ou l'autre de ces hypothèses. Il nous semble cependant que des recherches étendues à l'ensemble des formations tunisiennes à *Tetraclinis* pourront contribuer à élucider ce problème.

ANNEXE 1 : LOCALISATION DES RELEVÉS DU TABLEAU N° 1

Relevé n° 1 – (Syntypus) - Dj. Bou Kornine - 570 m - NE - Recouvrement 60-70 % - Rocailles - Pente 50 %.

Relevé n° 2 – Dj. Bou kornine - 520 m - N - Recouvrement arbres (8-9 m) : 100 % - Recouvrement arbustes (3-4 m) : 90 % - Sol caillouteux - Pente : 50 %.

Relevé n° 3 – Dj. Bou Kornine - 530 m - N - Recouvrement arbustes (3-5 m) : 60 % - Sol caillouteux - Pente 40 %.

Relevé n° 4 – Dj. Bou Kornine - 535 m - N - Recouvrement arbres (6-7 m) : 80 % - arbustes (2 m) : 20 % - Substrat caillouteux - Pente : 30 %.

Relevé n° 5 – Dj. Bou Kornine - 520 m - NNE - Recouvrement arbustes (4 m) : 60-70 % - Sols alluvionnaires - Pente : 60 %.

Relevé n° 6 – Dj. Rerras - 220 m - N - Recouvrement arbustes (2-4 m) : 80 % - Pente : 10 % - Sol marneux.

ANNEXE 2 : ESPECES PRESENTES DANS LES RELEVES ET NE FIGURANT PAS SUR LE TABLEAU

Relevé n° 1 – *Gladiolus byzantinus* (+) - *Chlora grandiflora* (+), *Selaginella denticulata* (+), *Sedum album* (+), *Asplenium ceterach* (+).

Relevé n° 2 – *Umbilicus rupestris* (+).

Relevé n° 3 – *Scilla lingulata* (+), *Silene* sp. (+), *Anagallis arvensis* (+).

Relevé n° 5 – *Trifolium campestre* (+), *Erythraea centaurium* (+), *Chlora grandiflora* (+), *Dactylis hispanica* (+), *Ophrys* sp. (+).

ANNEXE 3 – BIBLIOGRAPHIE

- Alcaraz Cl., (1969) – Etude géobotanique du Pin d'Alep dans le Tell Oranais. Montpellier. *Thèse de 3ème Cycle*. Ronéo. 183 p.
- Baumgartner N., (1965) – Etude phytosociologique des massifs forestiers du Sahel de Tipasa. *D.E.S. Faculté des Sciences d'Alger*.
- Benabid A., (1976) – Etudes écologique, phytosociologique et sylvo-pastorale de la tétraclinaie de l'Amsittène. Université Aix-Marseille III. *Thèse spécialité*. 155 p.
- Bortoli L., Gounot M. et Jacquinet J.C., (1969) – Climatologie et bioclimatologie de la Tunisie septentrionale. *Ann. Inst. Nat. Rech. Agron. Tunisie*, 42 (1) : 1-235.
- El Hamrouni A., (1978) – Etude phyto-écologique et problèmes d'utilisation et d'aménagement dans les forêts de Pin d'Alep de la région de Kasserine (Tunisie centrale). Université Aix-Marseille III. *Thèse Ingénieur-Docteur*. 117 p.
- Esteve F., (1972) – Vegetacion y Flora de las Regiones Central y Meridional de la Provincia de Murcia. Centro de Edaf. y Biol. Apl. del Segura, Madrid.
- Le Houerou H.N., (1969) – La végétation de la Tunisie steppique (avec référence au Maroc, à l'Algérie et à la Lybie). *Ann. Inst. Not. Rech. Agron. Tunisie*, 42 (5) : 1-624.
- Negre R., (1964) – Carte au 1/50.000 de Tipasa. *Inst. Cartog. Végét. Algérie*. Notes et Documents, 1 : 1-69.
- Quezel P. et Santa S., (1963) – Nouvelle flore de l'Algérie et des régions désertiques méridionales. *C.N.R.S. édit.* T. II : 571-1170.
- Rivas-Goday S., (1964) – Vegetacion y florula de la Cuenca Extremena del Guadiana. *Publ. Exem. Dio. Prov. Badajoz* : 1-700.
- Rivas-Goday S. et Rivas-Martinez S., (1974) – Schéma syntaxonomique de la classe des *Quercetea ilicis* dans la péninsule ibérique. Colloques internationaux du CNRS n° 235 : *La Flore du Bassin méditerranéen* : Essai de systématique synthétique : 432-445.
- Rivas-Martinez S., (1974) – La vegetation de la classe *Quercetea ilicis* en Espana y Portugal. *Anal. Inst. A.J. Cavanilles*, 31 (2) : 205-259.
- Schoenenberger A., Gounot M. et al. (1966) – Carte phytoécologique de la Tunisie septentrionale - échelle 1/200.000. Feuille I (Cap Bon, La Goulette, Sousse p.p.) *Ann. Inst. Rech. Agron. Tunisie*, 39 (5) : 1-213.

N° des relevés :	1	2	3	4	5	6
<u>Caractéristiques et différentielles de l'association :</u>						
<i>Ruscus hypophyllum</i>	3.2	1.1	1.1	1.1	.	.
<i>Cyclamen persicum</i>	2.1	1.1	+	.	2.1	.
<i>Cynosurus elegans</i>	1.1	+	2.1	.	2.1	.
<i>Brachypodium ramosum</i>	1.1	.	3.3	3.3	3.3	.
<i>Tamus communis</i>	.	2.1	+	.	.	1.1
<u>Caractéristiques de l'Oleo-Ceratonion :</u>						
<i>Tetraclinis articulata</i>	3.3	3.3	3.3	4.4	3.3	..2
<i>Pistacia lentiscus</i>	1.1	2.1	1.1	1.1	+	3.3
<i>Prasium majus</i>	+	.	1.1	1.1	+	+
<i>Chamaerops humilis</i>	+	.	+	.	+	.
<i>Olea europaea</i>	+	.	.	.	1.1	.
<i>Quercus coccifera</i>	+	.	.	.	.	2.2
<i>Clematis cirrhosa</i>	.	+	.	+	.	.
<u>Caractéristiques des Pistacio-Rhamnetalia et des Quercetea ilicis :</u>						
<i>Phillyrea angustifolia</i> s.l.	2.2	1.1	1.1	2.1	.	2.1
<i>Geranium mediterraneum</i>	1.1	+	1.1	1.1	.	.
<i>Asparagus acutifolius</i>	+	+	.	.	.	+
<i>Smilax aspera</i>	.	2.1	.	+	.	+
<i>Pulicalia odora</i>	.	.	.	+	+	+
<i>Lonicera implexa</i>	+	1.1	.	.	.	.
<i>Carex longiseta</i>	+	.	.	+	.	.
<i>Rhamnus alaternus</i>	.	1.2	+	.	.	.
<i>Arisarum vulgare</i>	.	+	+	.	.	.
<i>Jasminum fruticans</i>	.	.	.	+	+	.
<i>Teucrium chamaedrys</i>	1.1	.	.	.	.	.
<i>Melica pyramidalis</i>	.	.	.	+	.	.
<i>Arbutus unedo</i>	.	.	.	.	.	+
<i>Rubia peregriana</i>	.	.	.	.	.	+
<u>Transgressives des Ononido-Rosmarinetea et des Cisto-Rosmarinea :</u>						
<i>Ampelodesmos mauritanica</i>	1.1	+	+	+	+	2.2
<i>Cistus villosus</i>	+	.	+	+	+	+
<i>Pinus halepensis</i>	+	+.2	.	.	.	+
<i>Sedum sediforme</i>	1.1	.	1.1	.	1.1	.
<i>Erica multiflora</i>	.	.	1.1	.	3.2	2.2
<i>Cistus monspeliensis</i>	.	.	.	+	1.1	2.1
<i>Calycotome villosa</i>	.	.	.	.	1.1	2.2
<i>Rosmarinus officinalis</i>	.	.	.	.	+	1.1
<i>Asperula hirsuta</i>	.	.	.	.	+	1.1
<i>Cistus libanotis</i>	+	.	.	.	.	.
<i>Avena bromoides</i>	.	.	+	.	.	.
<i>Genista ulicina</i>	.	.	.	.	1.1	.
<i>Coronilla juncea</i>	.	.	.	.	.	2.1
<i>Genista cinerea</i> ssp. <i>cinerea</i>	.	.	.	.	.	1.1
<i>Globularia alypum</i>	.	.	.	.	.	+
<i>Carex halleriana</i>	.	.	.	.	.	+
<i>Teucrium pseudo-chamaepitys</i>	.	.	.	.	.	+
<u>Compagnes principales :</u>						
<i>Dactylis glomerata</i>	+	.	1.1	.	+	+
<i>Galium aparine</i>	+	+	+	.	.	.
<i>Ranunculus spicatus</i>	1.1	.	+	.	.	.
<i>Biscutella didyma</i>	+	.	+	.	.	.
<i>Euphorbia pepus</i>	+	.	+	.	.	.
<i>Polypodium vulgare</i>	.	+	+	.	.	.
<i>Parietaria officinalis</i>	.	+	+	.	.	.
<i>Brachypodium distachyum</i>	.	+	.	.	.	+
<i>Ornithogalum arabicum</i>	.	.	1.1	+	.	.
<i>Hedypnois cretica</i>	.	.	.	.	2.1	1.1
<i>Eryngium tricuspdatum</i>	.	.	.	.	+	+

Tabl. 1 : TETRACLINO-CYCLAMINETUM PERSICI EL HAMROUNI ET LOISEL 1978.

La végétation du Niolu (Corse)

J. GAMISANS*
M. GRUBER*

Résumé — Les auteurs, après avoir situé le Niolu dans son cadre géographique, décrivent les séries de végétation en mettant en évidence les particularités de cette région vis-à-vis du reste de la Corse. Ces séries correspondent aux étages méditerranéen, supraméditerranéen, montagnard, subalpin / oroméditerranéen et alpin. Un certain nombre de remarques sont faites sur les relations entre la végétation d'une part, le substrat, le climat et l'impact humain d'autre part.

Abstract — The authors, place the «Niolu» in its geographical context and describe the vegetation series of this region. They correspond to mediterranean, supramediterranean, montane, subalpine / oromediterranean and alpine levels. Relations between substrate and vegetation, man and vegetation are exposed.

INTRODUCTION

Ce travail est le résultat de deux missions effectuées dans le Niolu en 1976 et 1977, dans le but de dresser la carte de la végétation au 1/25 000 de cette région de Corse, ceci dans le cadre d'une action pluridisciplinaire de la D.G.R.S.T., déjà en cours, et concernant précisément le Niolu.

Grâce à de nombreux transects réalisés sur le terrain et à l'examen des photographies aériennes correspondantes, la carte des groupements végétaux du Niolu a pu être dressée.

Des raisons matérielles (crédits insuffisants) ne nous ont pas permis, pour l'instant, d'éditer cette carte. Il nous est apparu cependant important de publier les résultats des nombreuses observations faites, cette publication ayant la valeur d'une notice détaillée de la carte non publiée.

Après avoir situé le Niolu dans son contexte topographique, géologique et climatique, les données acquises sur la végétation de cette région ont été exposées en détail en se basant sur les notions d'étages et de séries de végétation (voir Gamisans, 1975). Des remarques particulières ont été faites sur les relations substrat-végétation, climat-végétation ainsi que sur l'utilisation de cette végétation par l'homme (forêts, pâturages, cultures).

I — APERÇU GEOGRAPHIQUE

1.1. Topographie

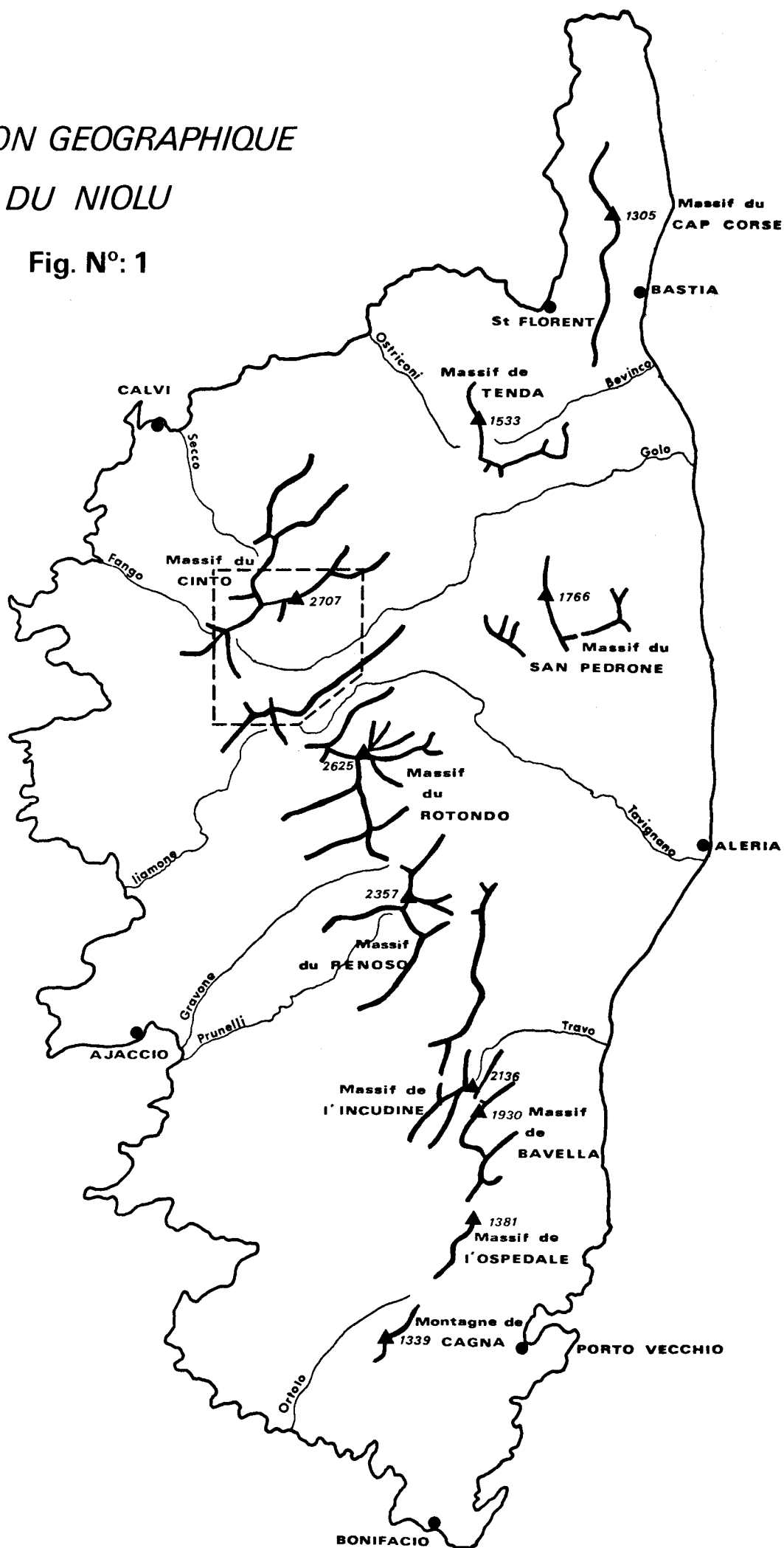
Situé dans le quart N.W. de la Corse (voir fig. 1), le Niolu se présente comme un bassin interne limité au nord par la plus puissante barrière montagneuse de l'île (Monte Cinto, 2707 m), au sud par le chaînon de la Punta Artica (2329 m), à l'ouest par une crête qui s'abaisse à 1464 m au col de Vergio (et qui le sépare de la mer) et fermé à l'est par l'étroit défilé que le Golo a creusé dans la Scala di Santa Regina (voir fig. 2).

* Laboratoire de Botanique et Ecologie méditerranéenne - Faculté des Sciences Saint-Jérôme - Rue Henri Poincaré - 13397 Marseille Cédex 4.

POSITION GEOGRAPHIQUE

DU NIOLU

Fig. N°: 1



1.2. Géologie

Du point de vue géologique, le Niolu offre deux grands types de substrats : des rhyolites au nord (massif du Cinto) et des granites au sud (Punta Artica). La limite approximative entre ces deux affleurements a été notée sur la figure 2.

1.3. Climat

D'après les données encore fragmentaires de B. Baculat et A. Pinguet (1976) à Evisa (à l'ouest du Niolu, 820 m d'altitude) il est tombé 1385,6 mm d'eau en 1975, à Frascaju (980 m), 1040,1 mm et à Calacuccia (est du Niolu, 720 m), 985,4 mm. Le diagramme ombrothermique (voir figure 3) réalisé pour Frascaju montre que le régime pluviométrique est nettement de type méditerranéen avec un creux estival très accusé (période sèche au mois de juillet) avec des maxima en Novembre, Janvier, Février et Mars.

Les données des trois stations citées indiquent une diminution très nette de la pluviométrie de l'ouest vers l'est du Niolu, c'est-à-dire vers le centre de la Corse, traduisant ainsi un léger « effet interne » (éloignement maximal de la mer, dans le cadre de la Corse).

II — ETAGES ET SERIES DE VEGETATION

2.1. Etage méditerranéen

Seul l'horizon supérieur de cet étage atteint le Niolu et ce uniquement dans sa partie la plus basse, au niveau où le Golo s'engage dans le défilé de la Scala di Santa Regina.

La végétation peut être rapportée là à la série acidophile du Chêne vert.

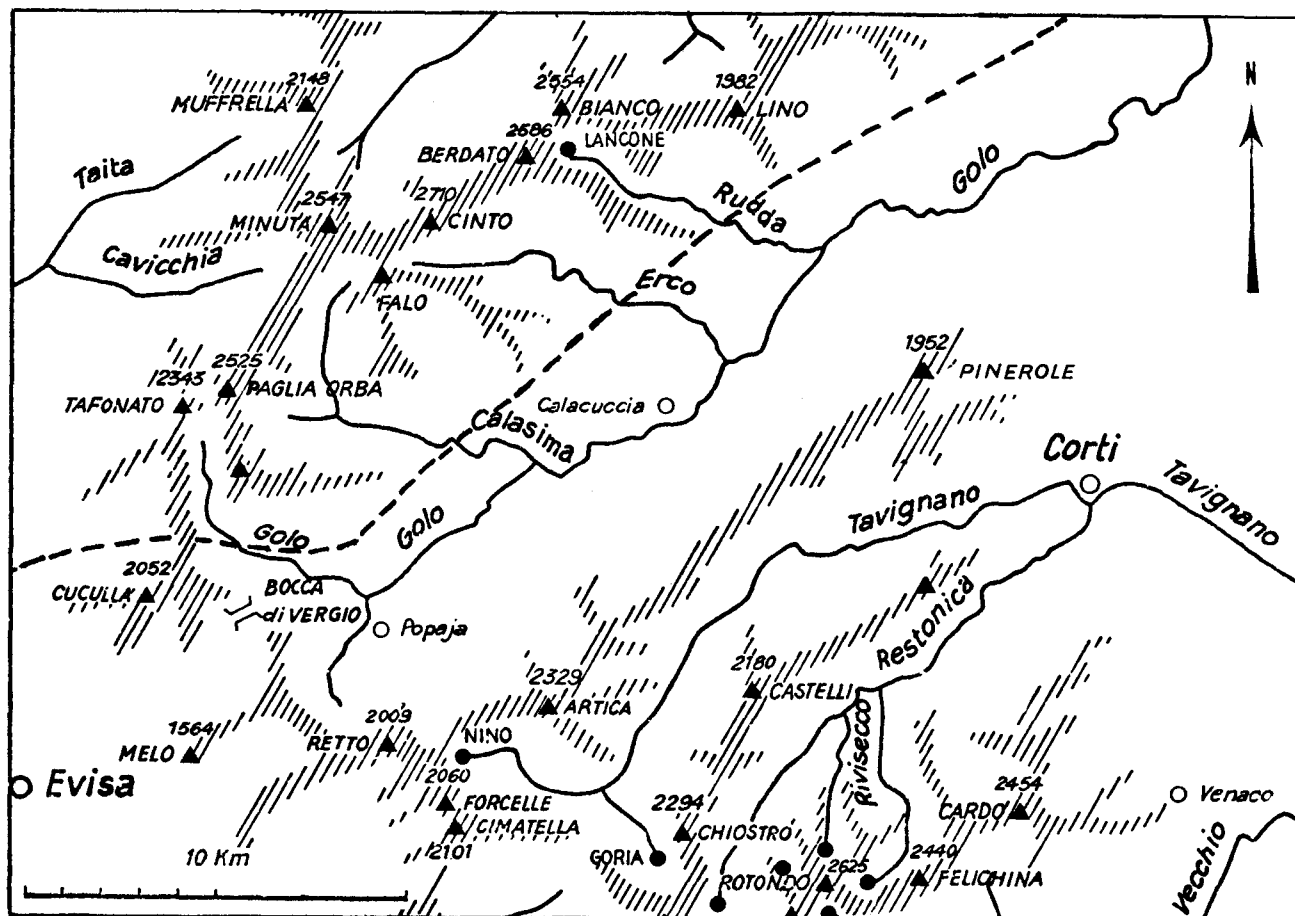


Fig. 2 — NIOLU : TOPOGRAPHIE ET GEOLOGIE
(— — limite approximative entre les rhyolites au NW et les granites au SE)

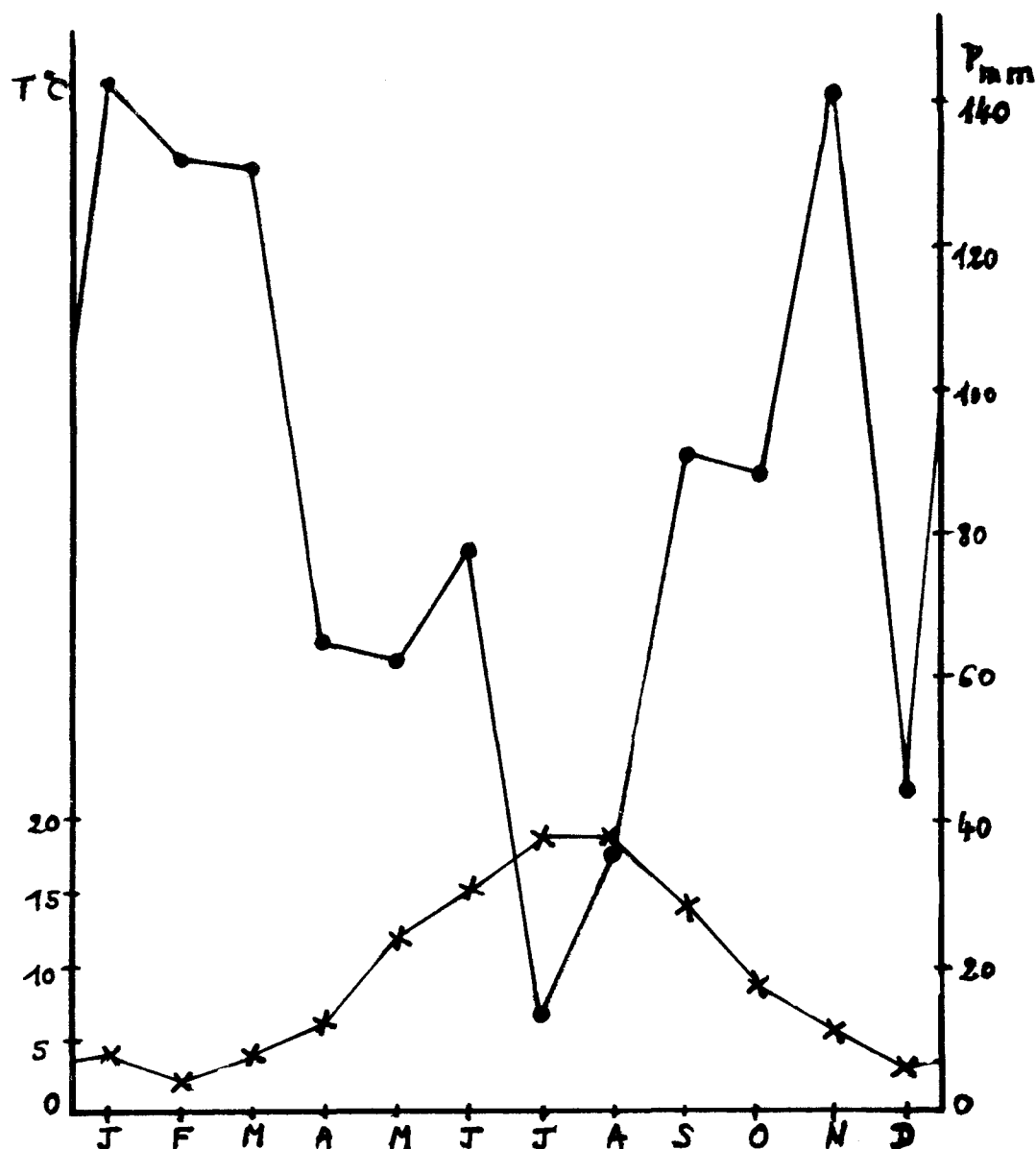


Fig. 3 — DIAGRAMME OMBROTHERMIQUE
FRASCAJO : 980 m ; P : 1040,1 mm (1972-75) ; T moy. annuelle : 9,5° C (1972-1975)

Les groupements arborescents y couvrent peu de surface et sont représentés essentiellement par l'horizon inférieur de la Chênaie à Chêne vert de la basse vallée du Rudda.

Le Pin mésogéen qui constitue ailleurs en Corse un important faciès forestier à ce niveau, ne forme ici aucun groupement arborescent. Seuls quelques très rares individus de cette espèce sont présents dans le Niolu (Géri, communication orale).

Les groupements de dégradation sont surtout constitués par des fruticées à *Genista corsica*, *Prunus spinosa*, *Teucrium polium* ssp. *capitatum*, *Stachys glutinosa*, *Carlina corymbosa* surmontées de quelques Genévriers oxycèdres ou de quelques Chênes verts. Les Cistes (surtout *Cistus villosus*) sont présents mais ne deviennent abondants que bien plus en aval dans la Scala.

2.2. Etage supraméditerranéen

Il est largement présent, surtout sur la rive gauche du Golo où les groupements végétaux qui le caractérisent se répartissent souvent jusqu'à 1300 voire 1350 m, sur ces pentes exposées au sud. En versant nord, il ne dépasse guère 1000 m d'altitude.

Tous les villages du Niolu (y compris Calasima) sont inclus dans cet étage dont la végétation naturelle a subi de très fortes pressions humaines. La plupart des surfaces de cet étage ont été dans un passé encore récent cultivées pour subvenir aux besoins des populations. Actuellement, la plupart des cultures sont abandonnées et la végétation naturelle a tendance à reconquérir le terrain.

Une seule série de végétation a pu être individualisée : la série supraméditerranéenne du Pin laricio et des Chênes. Elle comporte il est vrai plusieurs types de groupements arborescents qui correspondent à des sous-séries ou des faciès.

Les groupements arborescents

Hormis les Châtaigneraies, cultivées et largement étendues par l'homme, aucun groupement arborescent supraméditerranéen n'occupe actuellement de surfaces importantes dans le Niolu.

Sous-série à Chêne vert

Une seule Chênaie de quelque importance a été notée, ceci dans la basse vallée du Rudda où elle fait suite vers le haut à la Chênaie verte méditerranéenne. Elle est caractérisée par l'absence (hormis le Chêne vert) d'espèces des *Quercetea ilicis* et la fréquence d'espèces mésophiles des *Querco-Fagetea*.

Sous-série à Pin laricio

Le Pin laricio est en train de s'installer progressivement sur les fruticées de l'étage supraméditerranéen. Il ne constitue pas encore dans cet étage du Niolu des forêts très denses mais plutôt des îlots dont certains commencent à se raccorder. Etant donnée la faible densité de la strate arborescente, il n'y a généralement pas de véritable cortège sylvatique en sous-bois et ce dernier offre simplement les espèces des fruticées. Ainsi il s'agit bien souvent d'un simple faciès à Laricio de l'*Helichryseto-Genistetum*.

Faciès à Genévrier thurifère

Les vallées du Rudda et du Prunicia sont les seules de Corse (avec le vallon de Pinnera près d'Asco) où le Thurifère est présent. Tandis que dans la vallée du Rudda, le Thurifère est essentiellement montagnard, les « Thuriferaies » de Prunicia sont presque exclusivement supraméditerranéennes. Ces dernières constituent localement de véritables forêts, assez clairsemées certes mais tout à fait comparables à celles qui existent en Espagne centrale. Il est probable d'ailleurs que les conditions climatiques de ces secteurs du Niolu sont comparables à celles de cette région espagnole (voir le paragraphe consacré aux relations climat-végétation).

Dans la vallée du Prunicia les peuplements de Thurifère sont relativement importants, le plus souvent homogènes ou parfois mêlés de Laricio. Ces forêts, assez ouvertes, n'offrent pas de cortège floristique sylvatique et sont installées sur des fruticées de l'*Helichryseto-Genistetum*, où la régénération de ce Genévrier est assurée de façon importante. Ces groupements à Thurifère sont les plus beaux de Corse et mériteraient une protection particulière.

Le Thurifère est bien connu des habitants de Corscia qui le nomment « soliu » et utilisent son bois résistant et considéré comme imputrescible pour des usages divers (poutres...).

Sous-série à Chênes caducifoliés

Les Chênaies caducifoliées sont surtout représentées dans les secteurs de Casamaccioli, Calacuccia, Corscia.

Elles sont constituées par un mélange de Chêne sessile et de Chêne pubescent, ce dernier dominant le plus souvent légèrement. Généralement, il s'agit de bois plus ou moins clairsemés où la strate arborescente n'assure pas un recouvrement suffisant pour que se développe un véritable cortège sylvatique. Ce sont ainsi des groupements de fruticées qui sont présents sous les arbres. Dans les quelques cas où le recouvrement est important (près du couvent de Calacuccia par exemple) le sous-bois est malheureusement plus ou moins paturé, ce qui y induit la dominance d'espèces herbacées de pelouses, espèces favorisées par le pâturage. La régénération des Chênes est sans aucun doute très entravée dans ce cas par le pacage.

Les données historiques (Reille, 1975) font apparaître que cette sous-série a longtemps occupé au moins dans certains secteurs de la Corse, une place importante dans le domaine climacique de la série et n'a regressé que dans un passé relativement récent (1500 à 800 B.P.) ceci, selon Reille, sous l'action de l'homme et de ses troupeaux.

Il est probable qu'actuellement, la pression humaine (cultures et pâturage) ayant considérablement diminué, on va assister à une extension de ces Chênaies. Toutefois la présence de troupeaux de porcs errants risque de constituer un lourd handicap pour leur régénération et leur extension si rien n'est fait pour les protéger.

Dans l'état actuel des choses, il est bien difficile de définir quel est le territoire climacique de cette sous-série et donc l'importance de son extension possible. Il est fortement probable que le Châtaignier a été largement étendu par l'homme aux dépens des Chênes. L'installation du Pin laricio (voir sous-série à Laricio) sur les fruticées supraméditerranéennes ne constitue peut-être qu'un stade transitoire au moins dans certains secteurs : ce Pin est une essence de lumière et peut germer et donc régénérer en l'absence de couvert forestier, ce qui n'est généralement pas le cas des Chênes caducifoliés. Mais une fois la forêt de Laricio bien reconstituée, les Chênes peuvent, si les autres conditions du milieu leur conviennent, germer et se développer dans ce sous-bois et ensuite éliminer le Laricio en empêchant sa régénération en raison d'un sous-bois trop sombre. Ceci reste une hypothèse mais une hypothèse fortement probable dans les secteurs où les conditions climatiques et édaphiques conviennent aux Chênes. Il faut cependant rester prudent car les substrats rhyolitiques très compacts ne semblent pas favorables aux Chênes alors que le Laricio s'en accommode fort bien : dans le cas de tels substrats il est vraisemblable que le Pin ne sera pas éliminé par les Chênes. De même, il n'est pas certain que les conditions climatiques qui ont permis le maintien du Thurifère dans les vallées du Rudda et du Prunicia (climat méditerranéen avec été très chaud et hiver froid) soient favorables à l'installation des Chênes.

Sous-série à Châtaignier

Le Châtaignier est sans aucun doute un arbre indigène en Corse : l'histoire tardi et post-glaciaire de la végétation de la montagne Corse telle que Reille (1975) a pu l'établir montre qu'il a toujours été présent depuis 11 000 B.P., sauf au niveau d'une lacune de sédimentation au Boréal. Il est probable que dans certaines régions de l'île il a constitué des forêts naturelles, seul ou en mélange avec d'autres essences, mais il est certain qu'en le cultivant l'homme l'a largement étendu. Il est impossible de savoir si le Châtaignier est naturel dans le Niolu. Toutes les Châtaigneraies y sont localisées près des villages et constituent des sortes de vergers dont le sous-bois est souvent pâturé. Nulle part dans cette région n'existent des Châtaigneraies denses avec un cortège floristique sylvestre bien développé comme on peut en observer en Castagniccia. Il est remarquable que l'Aulne cordé, compagnon fréquent du Châtaignier dans l'étage supraméditerranéen de la Castagniccia, n'existe pas dans le Niolu. Les Chênaies caducifoliées, sont par contre encore présentes et étaient probablement plus étendues (voir paragraphe précédent) par le passé laissant peu de place à d'éventuelles Châtaigneraies dont elles auraient été des concurrentes naturelles. Ceci ne constitue pas une preuve de la non spontanéité du Châtaignier dans le Niolu, mais rien ne permet de dire que cet arbre y a été naturel.

Ainsi il n'est pas certain qu'une véritable sous-série à Châtaignier (climacique) existe dans le Niolu et le Châtaignier a peut-être été simplement implanté par l'homme aux dépens des climax des sous-séries à Chênes caducifoliés ou à Pin laricio.

Si les habitants du Niolu veulent maintenir la culture des Châtaigniers dans des conditions de rentabilité acceptables, il faudrait que l'état sanitaire de ces arbres soit amélioré. Avec un minimum de soins, le maintien de ces Châtaigneraies dans l'étage supraméditerranéen ne doit pas poser de problème.

Les groupements arbustifs

Les fruticées élevées

— Elles sont constituées essentiellement par une sorte de maquis (de 1 à 3 m de hauteur) où *Erica arborea* est souvent le seul arbuste représenté et d'où sont absents la plupart des autres arbustes des maquis de l'étage méditerranéen (*Arbutus unedo*, *Viburnum tinus*, *Phillyrea*...).

Ce type de fruticée relativement élevée est fréquent dans l'étage supraméditerranéen de presque toute la Corse, mais dans le Niolu il ne couvre actuellement que de très faibles surfaces (près de Calasima par exemple) ceci très certainement en raison des cultures et du pâturage qui occupaient presque tout le terrain dans un passé encore très récent.

— Un autre faciès arbustif relativement élevé mais correspondant à une dégradation poussée de la végétation peut être noté dans le Niolu : il s'agit d'un faciès à Genévrier oxycèdre, surtout fréquent à l'horizon inférieur de l'étage, dans les basses vallées de l'Erco, du Rudda, du Golo.

Floristiquement, ces deux groupements n'offrent pas de cortège particulier ; ils sont installés sur les fruticées basses de l'*Helichryseto-Genistetum* dont ils ne constituent que des faciès.

Les fruticées basses

Ces fruticées dont la hauteur varie de 30 à 80 cm environ se présentent sous des aspects très variés mais correspondent à une seule association végétale : l'*Helichryseto-Genistetum salzmannii*.

Elles couvrent plus des trois quarts de la surface de l'étage supraméditerranéen dans le Niolu et constituent un stade de dégradation qui est commun à toutes les sous-séries précédemment citées.

Elles ont déjà envahi la plupart des parcelles anciennement cultivées que l'on peut observer autour des villages.

Les divers faciès de l'*Helichryseto-Genistetum* sont dus à la dominance d'une ou plusieurs espèces de l'association suivant les secteurs. Ils correspondent sans aucun doute à des conditions écologiques légèrement différentes (par exemple les faciès sont différents suivant que l'association est installée sur d'anciennes cultures ou dans des zones fréquemment incendiées ou encore dans des secteurs très pâturés).

Les principaux faciès observés dans le Niolu sont les suivants :

- faciès à Fougère-aigle (*Pteridium aquilinum*),
- faciès à *Festuca duriuscula* (Erco, Rudda),
- faciès à *Genista salzmannii* (Viro, Golo),
- faciès à *Carlina corymbosa*,
- faciès à *Prunus spinosa*,
- faciès à *Genista corsica* (Erco, Rudda).

Quelques-uns de ces faciès sont plus fréquents dans certains secteurs (notés entre parenthèses) mais généralement ils apparaissent intriqués les uns dans les autres en mosaïque, avec bien souvent de nombreux termes de passage de l'un à l'autre. De ce fait il est impossible de les cartographier sans l'aide de photographies aériennes aux infrarouges et à très grande échelle.

Il faut rappeler enfin que l'*Helichryseto-Genistetum* est présent dans le sous-bois de la plupart des groupements arborescents de l'étage supraméditerranéen, le recouvrement des arbres étant généralement insuffisant pour induire la présence d'un cortège floristique typiquement sylvatique.

Les groupements herbacés

De nombreuses espèces herbacées sont présentes au sein des groupements de fruticées. Localement, certaines clairières de ces fruticées sont occupées par des pelouses plus ou moins denses où parmi les espèces dominantes figurent des graminées comme *Brachypodium ramosum*, *Anthoxanthum odoratum*, *Agrostis castellana*, *Aira caryophylla*, *Cynosurus echinatus*, *Vulpia lachenalii*, *Festuca duriuscula*, et des légumineuses comme *Trifolium arvense*, *T. stellatum*, *T. subterraneum*.

En plus de ces pelouses soumises au climat général de l'étage, il faut noter la présence de pelouses méso-hygrophiles ou hygrophiles à proximité immédiate des ruisseaux et des sources. Ces pelouses où dominent *Cynosurus cristatus*, *Lolium perenne*, *Trifolium pratense*, *T. repens*, *Bellis perennis*, *Prunella vulgaris*, peuvent être rapportées à l'alliance *Sieglingion* des *Molinio-Juncetea*. Leur intérêt réside dans le fait qu'elles ont un fort recouvrement et que les végétaux qui les constituent ont une valeur pastorale relativement élevée dans le contexte corse. Les parcelles, anciennement cultivées et actuellement envahies par l'*Helichryseto-Genistetum*, pourraient moyennant une irrigation artisanale (facile à réaliser à proximité des ruisseaux) et un entretien sommaire évoluer vers ces pelouses méso-hygrophiles d'intérêt pastoral bien plus important.

Les cultures

Relativement à un passé encore récent, elles ont considérablement regressé et beaucoup ont été remplacées par des pelouses ou des fruticées.

Hormis les Châtaigneraies dont il a déjà été question, les seules cultures encore en place sont généralement situées à proximité immédiate des villages. Il s'agit de jardins potagers, de rares parcelles de luzerne, de vergers d'Amandiers ou de Noyers, et de quelques vignes.

2.3. Etage montagnard

Il couvre dans le Niolu des surfaces au moins aussi importantes que l'étage supraméditerranéen. A l'ubac il est compris entre 1000 et 1600 m environ, à l'adret entre 1200 (1300) et (1700) 1800 m.

On n'y observe pas d'habitat humain permanent ; seules certaines bergeries sont situées à sa limite supérieure ou un peu au-dessus (1450-1800 m).

Sur le versant sud du Berdato, jusqu'à 1450 m environ, des terrasses témoignent d'anciennes cultures dans l'horizon inférieur de cet étage. Cependant, l'absence presque complète d'arbres sur les versants sud de l'étage montagnard (versant S de la crête Falo-Cinto-Berdato) est certainement due aussi en grande partie à des déboisements réalisés pour obtenir de vastes surfaces de pacage.

Les versants nord par contre ont conservé une couverture forestière très importante, constituant la magnifique forêt de Valdu-Niellu.

Les climax de cet étage sont toujours sylvatiques et deux séries dynamiques de végétation (compre-
nant plusieurs sous-séries et faciès) coexistent dans le Niolu. Les groupements de dégradation par contre sont pra-
tiquement identiques dans les deux séries.

Les groupements arborescents

Série acidophile corse du Hêtre

Sous-série à Hêtre - climax : Poeto - Fagetum fagetosum

Ces Hêtraies climaciques qui couvrent de grandes surfaces dans la forêt d'Aitone sont largement représentées sur les versants NE et N de la crête allant de Bocca Manuella au Capu a u Tozzu. Elles s'étioilent dès que l'on atteint le ravin de Colga et disparaissent totalement plus à l'E pour ne réapparaître sous forme de maigres bosquets qu'au Capo Meolatu. Elles sont complètement absentes de la partie E du Niolu.

Cette raréfaction progressive des Hêtraies d'ouest en est est très certainement liée à des facteurs clima-
tiques en particulier à une décroissance des précipitations suivant le même gradient (voir le chapitre consacré
aux relations climat - végétation).

Il est remarquable que le Hêtre soit présent dans la partie granitique du Niolu alors qu'il fait complè-
tement défaut dans la partie rhyolitique, ceci probablement en raison du substrat trop compact (voir le chapitre
consacré aux relations substrat - végétation).

Sous-série à Sapin - climax : Poeto - Fagetum abietetosum

Les Sapinières, fréquentes dans les parties les plus fraîches de la forêt d'Aitone, à l'ouest du Col
de Vergio, sont extrêmement localisées dans le Niolu, plus précisément dans le secteur du ravin de Mezzanote.
Ainsi le Sapin apparaît encore plus sensible que le Hêtre à la diminution des précipitations d'ouest en est.

Dans le ravin de Mezzanote, la Sapinière offre un recouvrement faible, elle est constituée de très
vieux arbres dont certains sont très hauts, mais dont beaucoup sont en train de périr. La régénération se fait
très mal et les seules plantules de Sapin observées l'ont été bien souvent à proximité de forêts plus denses où
le Sapin se mélange au Hêtre.

Tout comme le Hêtre, le Sapin est absent de la partie rhyolitique du Niolu, probablement pour les
mêmes raisons de substrats trop compacts.

Série supérieure du Pin laricio

Quatre faciès peuvent être reconnus dans les groupements arborescents.

Faciès typique - climax : Galieto - Pinetum luzuletosum

Il s'agit là des forêts de Laricio les plus mésophiles dont le cortège floristique est fort proche de
celui des Hêtraies: le sous-bois y est relativement sombre et la strate herbacée très clairsemée. Elles occupent
de très vastes surfaces dans les parties les moins pentues des forêts de Valdu - Niellu et du Viro. Dès que les

pentent deviennent fortes, le sol est constamment érodé, parfois très fortement, les Laricios sont alors beaucoup plus espacés et leur sous-bois beaucoup plus ensoleillé présente un recouvrement végétal plus important, avec la dominance des nanophanérophyles et chaméphytes caractéristiques des fruticées montagnardes. C'est là le faciès à xérophyles qui sur le plan phytosociologique correspond au *Galieta - Pinetum anthyllidetosum*. Dans les secteurs à forte pente ce groupement constitue un climax édaphique lié à des sols constamment érodés.

Ce faciès à xérophyles peut être également observé sur des pentes peu accusées, dans les cas où la forêt a été artificiellement éclaircie (incendies, coupes). Il correspond alors à un stade de transition entre le climax (faciès typique) et les fruticées montagnardes. Ces deux faciès des forêts de Laricio sont bien souvent intriqués et la limite entre les deux est bien difficile à tracer.

Du point de vue climatique, le Laricio supporte très bien la diminution des précipitations d'ouest en est et dans la partie orientale du Niolu, n'ayant plus à subir la concurrence du Hêtre et du Sapin, il occupe tout l'étage montagnard.

De même, sur les substrats rhyolitiques (trop compacts pour le Hêtre et le Sapin), le Laricio occupe à lui seul tout l'étage montagnard (Viro) - (avec parfois le Bouleau) - y compris les secteurs qui pourraient être climatiquement favorables au Hêtre et au Sapin.

En plus de ces facteurs climatique et édaphique, le Laricio est largement favorisé par les forestiers. C'est cet ensemble de facteurs qui explique sa très large dominance dans les forêts montagnardes du Niolu.

Faciès à Bouleau

Floristiquement, ce faciès à Bouleau peut être inclus dans le *Galieta - Pinetum anthyllidetosum*. Il est ainsi très proche du faciès à xérophyles des forêts de Laricio dont il diffère par le remplacement plus ou moins total du Laricio par le Bouleau. Il peut correspondre à un climax édaphique dans les zones à forte pente, à la limite supérieure des forêts, ou à un stade transitoire entre les fruticées montagnardes et les forêts de Laricio dans les secteurs moins pentus. Dans ce dernier cas, après une coupe ou un incendie, le Bouleau se développe très rapidement (bien plus vite que le Laricio) et constitue des forêts relativement clairsemées où le Laricio peut facilement germer et régénérer ses peuplements qui finiront par supplanter la Boulaie. Ainsi, l'envahissement des parties supérieures de la forêt de Valdu-Niellu n'est certainement pas aussi dramatique que les forestiers le laissent entendre et à longue échéance il est à peu près sûr que le Laricio redeviendra prépondérant sans aucune intervention dans les secteurs où il est naturellement climacique.

Il est remarquable que ce faciès à Bouleau ne suit pas les forêts de Laricio jusqu'à la partie la plus orientale du Niolu. Il atteint simplement le ravin de Frascaju. Il est probable que cette limite vers l'est est due à des facteurs climatiques (diminution des précipitations), tout comme pour le Hêtre (avec cependant pour le Bouleau une extension plus large vers les secteurs plus secs).

Faciès à Thurifère

Il existe seulement dans la vallée du Rudda où il est représenté par des arbres très disséminés, piquetés sur les fruticées montagnardes du *Berberideto - Genistetum*. Ces groupements sont moins beaux et beaucoup plus clairsemés que les faciès à Thurifères de l'étage supraméditerranéen dans le vallon de Prunicia mais leur présence témoigne certainement de conditions climatiques sévères (voir relations climat - végétation).

Les groupements arbustifs

Ce sont des fruticées basses (30 à 50 cm) correspondant à une seule association, le *Berberideto - Genistetum lobelioidis*. Ce groupement de dégradation est commun aux deux séries de végétation de l'étage montagnard, cependant un faciès à *Juniperus nana* semble plus particulièrement lié à la série du Hêtre, tandis qu'un autre faciès à *Genista* dominant, va généralement de pair avec les forêts de Laricio. Aux deux précédents, s'ajoute fréquemment un faciès à Fougère - aigle.

Le *Berberideto - Genistetum* est très largement développé dans tous les secteurs déboisés de l'étage montagnard, surtout sur les versants sud du Falò, du Cinto, du Berdato... Il faut rappeler que ce groupement est également présent dans le sous-bois des forêts claires de Laricio et de Bouleau.

Les groupements herbacés

Les pelouses sont bien moins répandues que les fruticées. Celles qui sont liées au climat général correspondent au *Saginetum - Caricetum* : leur recouvrement est important (souvent 100 %) et leur valeur pastorale relativement élevée. Elles sont nettement plus fréquentes dans la série du Hêtre que dans celle du Laricio.

Les pelouses hygrophiles et méso-hygrophiles sont plus fréquentes que dans l'étage supraméditerranéen, sans représenter des surfaces cartographiables ; à la partie supérieure de l'étage montagnard elles font la transition vers les pozzines. Elles appartiennent encore à l'alliance *Sieglington* et ont une valeur pastorale élevée.

2.4. Etage subalpin

En Corse l'étage subalpin peut être reconnu seulement aux ubacs entre 1600 et 2100 m environ. Il occupe une place importante dans le Niolu, sur le versant N de la crête Capu a u Tozzu – Punta Artica – Capu Facciatu, sur le versant N du Pinerole, sur les revers nord de la Punta Licciola, de la crête Capu Falu – Capu Manganu, du Capu Terri Corscia.

Cet étage est marqué dans le Niolu comme dans presque toute la Corse par l'absence d'arbres (seul le Sapin pénètre dans l'horizon inférieur de cet étage au sud de l'île). Une seule série de végétation y est différenciée : la série subalpine de l'Aulne odorant.

Série subalpine de l'Aulne odorant

Groupement climacique : *Alnetum suaveolentis*

Il s'agit d'une fruticée dont la hauteur varie suivant les conditions stationnelles de 80 cm à 3 m. L'Aulne odorant avec ses branches particulièrement flexibles et dirigées vers l'aval, est bien adapté à supporter le poids de grandes quantités de neige. Cet arbuste joue un rôle très important pour assurer le maintien des sols et éviter une érosion trop intense. D'autre part, il est capable de coloniser directement certains éboulis et de contribuer ainsi à leur fixation.

Le sous-bois de ces aulnaies odorantes n'est pas très riche floristiquement. Les troupeaux (surtout de bovins) s'y abritent et y consomment certaines espèces herbacées.

Groupelements de dégradation

Ils sont de deux types : d'une part des fruticées à *Juniperus nana* dans lesquelles on retrouve en partie la flore de l'aulnaie, d'autre part des pelouses du *Geeto* – *Phleetum brachystachyi*.

Sur les substrats granitiques, ces pelouses offrent un fort recouvrement (80 à 100 %). Sur les substrats rhyolitiques, plus difficilement altérables, elles ont beaucoup plus de mal à s'installer et leur recouvrement est bien plus faible. Dans le cadre corse, ces pelouses constituent de bons pâturages.

Les groupements de pozzines

Ces groupements peuvent être floristiquement rattachés à l'étage subalpin. Ils sont également présents dans l'étage alpin mais y couvrent des surfaces relativement faibles. Il s'agit de pelouses toujours plus ou moins imbibées d'eau et offrant un recouvrement toujours voisin de 100 %.

Dans le Niolu, les secteurs favorables à leur implantation sont relativement peu nombreux. Les seules pozzines d'une ampleur notable sont celles de la haute vallée du Rudda (lacs de Lancone compris) de la haute vallée du Golo et celles du versant W du Capu a u Tozzu. Il faut citer cependant immédiatement au sud du Niolu les vastes pozzines entourant le lac de Nino.

Dans ces pozzines, le groupement hygrophile (dominé par *Carex fusca*) couvre des surfaces moindres que les pelouses méso-hygrophiles dominées par le Nard.

Ces pozzines constituent d'excellents pâturages.

2.5. Etage oroméditerranéen

Cet étage peut être distingué seulement aux adrets entre 1800 et 2200 m environ. Dans le Niolu il est très amplement développé vers les versants sud de la crête qui joint la Paglia Orba au Capu Biancu.

Il ne comporte aucune végétation forestière et correspond à une seule série de végétation : la série du Genévrier nain et de la Spinella.

Série du Genévrier nain et de la Spinella

Groupelement climacique : *Paronychieto – Armerietum genistetosum*

Ce groupelement est constitué par des fruticées très basses (20 -40 cm de hauteur) où sont représentés bon nombre de nanophanérophytes et chaméphytes souvent épineux (*Genista*, *Berberis*, *Juniperus nana*, *Anthyllis hermanniae*...). Il se distingue des fruticées montagnardes par le fait qu'il offre une strate herbacée beaucoup plus dense constituée d'espèces alticoles (*Plantago insularis*, *Sagina pilifera*, *Armeria multiceps*, ...).

Le pâturage (et même probablement le surpâturage) ayant sévi depuis des siècles sur ce groupelement, il est possible qu'il en ait modifié sensiblement la composition floristique (les espèces non adaptées à être broustées ont pu disparaître, les plantes épineuses ont probablement été favorisées). Actuellement toutefois, aucune évolution ne semble pouvoir se faire au-delà de cette association qui peut donc être considérée comme climacique.

Vis-à-vis des fruticées montagnardes, la valeur pastorale de ce groupelement apparaît supérieure, en raison de sa strate herbacée plus fournie.

Groupelement de pelouses : *Paronychieto – Armerietum armerietosum*

La composition floristique de ces pelouses est pratiquement identique à celle du groupelement précédent, exception faite des nanophanérophytes et chaméphytes qui en sont exclus, ce qui leur donne une physiologie bien différente.

Ce groupelement occupe bien souvent les crêtes et leurs abords immédiats assurant ainsi la transition entre les fruticées oroméditerranéennes et les pelouses subalpines.

Ces pelouses apparaissent toujours très « écorchées » et leur recouvrement dépasse rarement 50 %. Ceci tient au fait que les vents violents et fréquents qui sévissent en Corse, provoquent près des crêtes une érosion intense des substrats, qui sont ainsi décapés en surface. Les zones les plus érodées voient apparaître la roche-mère parfois représentée par des arènes granitiques ou par des éléments plus grossiers (sur les rhyolites) sur lesquels la végétation s'installe difficilement et les sols ont du mal à se former. C'est très probablement le vent qui est aussi responsable de l'absence ou de la raréfaction des nanophanérophytes sur les crêtes. Là aussi, une différence notable existe dans le recouvrement de ces pelouses suivant que le substrat est rhyolitique (très faible recouvrement) ou granitique.

Pour la Corse, ces pelouses malgré leur faible recouvrement, ont un intérêt pastoral non négligeable mais qui est cependant nettement moindre que celui des pelouses subalpines.

2.6. Etage alpin

Dans le Niolu, il est différencié au-dessus de 2100 à 2300 m suivant les versants et les secteurs. Ainsi on peut l'observer sur la Paglia Orba, puis de façon continue sur la crête qui joint la Punta Minuta au Capu Biancu. Au sud, il n'est représenté que sur la pyramide culminante de la Punta Artica.

Les deux séries de végétation connues en Corse dans cet étage sont représentées dans le Niolu.

Série mésophile à *Geum montanum*

Elle est localisée aux ubacs où elle est représentée par deux types de pelouses et des groupelements de rochers et d'éboulis, ces derniers dominant très largement dans le paysage.

Groupelement de pelouses (climacique) : horizon supérieur du *Geeto* – *Phleetum brachystachyi*

Ce sont des pelouses occupant des surfaces toujours réduites dans l'étage alpin. Elles constituent des îlots dépassant rarement 100 m² et séparés les uns des autres par des rochers et des éboulis (sur la carte de telles surfaces sont pratiquement impossibles à cartographier de façon précise).

Le recouvrement de ces pelouses est toujours relativement important (50 à 100 %) mais toujours moindre sur les substrats rhyolitiques que sur les substrats granitiques. Leur valeur pastorale est cependant notable.

L'enneigement souvent long (6 à 8 mois) ne les rend disponibles au pâturage que vers la fin du mois de juillet.

Groupe de pelouses liées à une longue persistance de la neige : *Gnaphalieto – Sibbaldietum procumbentis*

Relativement aux pelouses climaciques, ces pelouses toujours de faible surface, sont localisées dans les secteurs où la neige persiste très longtemps (8 à 9 mois). Bien que floristiquement un peu différentes des pelouses climaciques elles présentent le même intérêt pastoral, avec en supplément le fait qu'elles entrent en végétation à partir du mois d'août et qu'elles restent fraîches souvent jusqu'aux premières chutes de neige.

Groupe de couloirs rocaillieux frais

Cette association surtout caractérisée par *Valeriana rotundifolia* et *Adenostyles briquetii* couvre des surfaces négligeables (elle existe aussi dans l'étage subalpin). Les deux espèces citées sont souvent consommées par les chèvres et les moutons.

Groupe d'éboulis : *Doroniceto – Oxyrietum digynae*

La quantité de matière végétale consommable pour les troupeaux qu'offre cette association est très faible en raison de son recouvrement insignifiant. Il en va de même pour les groupements de rochers dont les plantes ne sont que très rarement consommées.

Série méso-xérophile à *Poa violacea* et *Tanacetum tomentosum*

Elle est essentiellement localisée aux adrets et sur les crêtes. Elle est matérialisée par des pelouses très écorchées et des groupements de rochers et éboulis qui là aussi dominent très largement.

Groupe de pelouses écorchées (climacique) : *Acineto – Tanacetum*

Elles occupent souvent des surfaces plus étendues que les pelouses d'ubac (c'est le cas en particulier sur les versants S du Capu Biancu et du Berdatu) mais leur recouvrement est presque toujours inférieur à 40 % et souvent la transition se fait imperceptiblement vers les groupements d'éboulis.

La durée d'enneigement de ces pelouses est d'environ 5 à 7 mois. Elles sont ainsi bien souvent disponibles pour le pâturage dès la fin juin. Leur valeur pastorale, moindre que celle des pelouses d'ubac, est cependant notable.

Groupe d'éboulis

Bien souvent, les éboulis d'adret ne sont colonisés que par des espèces ubiquistes (*Robertia taraxacoides*, *Thlaspi brevistylum*, *Cerastium soleirolii*). Dans certains secteurs (Berdatu, Capu Biancu) un groupement particulier d'éboulis a été individualisé : le *Festuceto – Galietum cometerrhizi*.

Comme pour les éboulis d'ubac, la valeur pastorale reste très peu importante en raison du faible recouvrement de la végétation.

2.7. Les ripisylves

Dans les étages subalpin et oroméditerranéen, l'Aulne odorant occupe le bord des torrents dont il souligne le tracé d'un liseré vert-sombre. Ce type de fruticée ripicole se prolonge dans l'étage montagnard jusqu'à 1300 ou 1200 m suivant les secteurs. A cette altitude l'Aulne glutineux apparaît et constitue des ripisylves de hauteur bien plus importante qui correspondent à l'horizon inférieur de l'étage montagnard et à l'étage supra-méditerranéen. Ces deux types de groupements ripicoles correspondent à 2 séries.

Série inférieure de l'Aulne odorant

Dans l'ambiance de l'étage montagnard, *Alnus suaveolens* est strictement ripicole. Dans les horizons moyen et supérieur de cet étage sur les bords essentiellement rocaillieux ou rocheux des torrents, alors que la strate arborescente est souvent absente ou constituée de hêtres ou de laricios, l'Aulne odorant forme des fruticées ripicoles dont les groupements de dégradation appartiennent à l'alliance *Doronicion corsici*.

Série de l'Aulne glutineux

Elle relaie vers le bas la série inférieure de l'Aulne odorant. Dans le Niolu seule la sous-série supérieure de la série de l'Aulne glutineux est représentée. L'Aulne odorant peut persister dans la strate arbustive jusqu'à 900 m d'altitude environ mais il n'y constitue plus de fourrés denses.

Dans le Niolu, cette ripisylve est marquée par l'absence d'*Alnus cordata* fréquent dans les mêmes conditions dans d'autres régions de Corse.

Le sous-bois correspond à l'*Athyrieto – Gentianetum asclepiadeae*.

Au-dessous de 1000 ou 900 m, *Populus nigra* apparaît et s'ajoute à l'Aulne glutineux dans la strate arborescente.

III – RELATIONS SUBSTRAT-VEGETATION

Du point de vue géologique, le Niolu offre deux types de substrats : des rhyolites au nord (massifs du Cinto) et des granites au sud (Punta Artica). Cette dualité géologique a des conséquences sur la végétation.

Ainsi, sur les substrats rhyolitiques l'absence du hêtre et du sapin est notable alors que les conditions climatiques sembleraient leur être favorables (exemple de la vallée du Fango-Cavicchia, orientée de façon identique à celle d'Aitone : *Abies* et *Fagus* y manquent, seuls le Bouleau et le Laricio y sont présents en altitude). En outre, le recouvrement des pelouses est en général moindre que dans la partie granitique car les rhyolites sont difficilement altérables et donnent moins facilement des éléments fins.

Sur les substrats granitiques, par contre, lorsque les conditions climatiques le permettent le Sapin et le Hêtre sont présents. De plus, le recouvrement des pelouses est souvent plus important.

IV – RELATIONS CLIMAT-VEGETATION

Les données de trois stations citées indiquent une diminution très nette de la pluviométrie d'ouest en est. L'observation de la végétation permet de confirmer cela : pour ce qui concerne les forêts, il y a étalement des essences d'ouest en est (voir fig. 4) dans la partie granitique du Niolu.

Cet étalement correspond au fait que chaque essence a une sensibilité différente au facteur pluviométrie : le Laricio supporte très bien la diminution des précipitations, le Bouleau un peu moins, le Hêtre et le Sapin nettement moins.

La partie orientale du Niolu est la région de Corse la plus éloignée des influences maritimes (Rudda, Prunaccia). Bien que le climat soit incontestablement de type méditerranéen, il est probable qu'il présente là une légère tendance continentale tout au moins pour ce qui concerne les températures (froid l'hiver, très chaud l'été). La localisation de *Juniperus thurifera* dans cette région s'explique certainement parce que les conditions climatiques lui ont permis de ne pas être trop fortement concurrencé par le Laricio. Ces conditions climatiques sont à rapprocher de celles de l'Espagne centrale (Castille) où le climat méditerranéen a une nuance continentale prononcée (surtout pour les températures) et où les peuplements de Thurifères prospèrent dans une ambiance floristique différente de celle du Niolu.

L'enneigement

Aucune donnée précise n'existe pour le Niolu. Il est cependant possible de donner approximativement les durées d'enneigement à partir d'observations notées sur le terrain en toutes saisons pendant près de dix ans (Gamisans).

- Etage supraméditerranéen : la durée d'enneigement y est très irrégulière et atteint tout au plus 2 à 3 mois.
- Etage montagnard : elle peut être considérée comme variant de (2) 3 à 5 mois suivant les années et l'exposition.
- Etage oroméditerranéen : enneigement de (3) 4 à 6 mois.
- Etage subalpin : enneigement de 5 à 8 mois.
- Etage alpin : enneigement de 6 à 9 mois ; suivant les années et l'exposition certains névés sont pratiquement permanents (cirque de Trimbolacciu, versant nord du col des Maures).

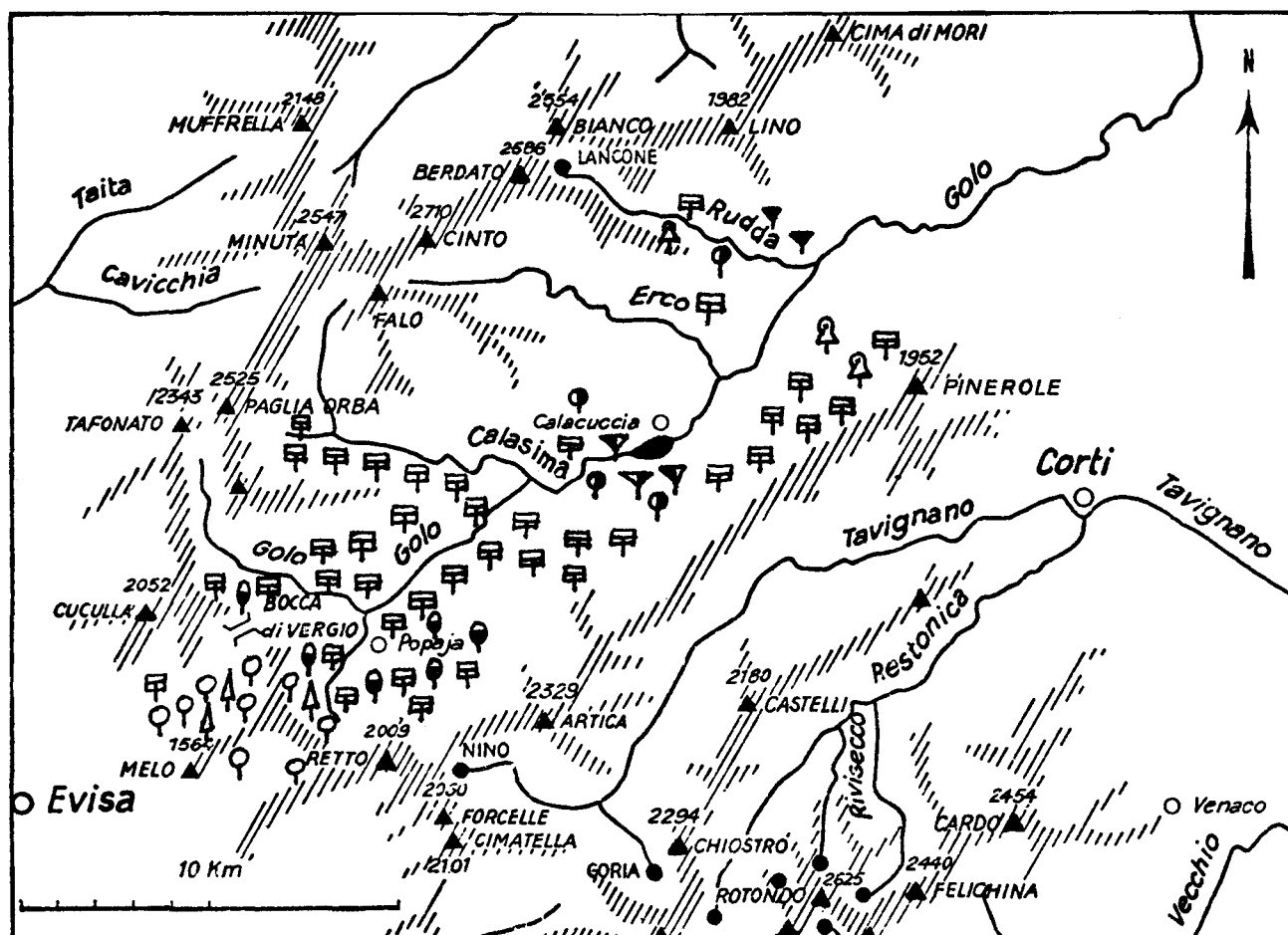


Fig. 4 – NIOLU : REPARTITION DES PRINCIPALES ESSENCES FORESTIERES

- | | |
|--------------------------|------------------------------|
| ○ <i>Betula pendula</i> | ▼ <i>Quercus pubescens</i> |
| ● <i>Castanea sativa</i> | ▼ <i>Quercus petraea</i> |
| ○ <i>Fagus sylvatica</i> | ▲ <i>Abies alba</i> |
| ▼ <i>Quercus ilex</i> | ♂ <i>Juniperus thurifera</i> |
| | ■ <i>Pinus laricio</i> |

V – REMARQUES SUR LA VEGETATION DU NIOLU ET SON UTILISATION PAR L'HOMME

5.1. Le problème des forêts

La forêt est en train de s'étendre dans le Niolu sur des surfaces où les cultures ont été abandonnées et où la pression pastorale a nettement régressé.

A l'étage supraméditerranéen, l'avenir naturel de tout le territoire occupé actuellement par l'*Helichryseto-Genistetum* est la forêt.

Ce phénomène naturel de retour vers un climax sylatique doit être favorisé dans les secteurs où l'on veut obtenir une couverture forestière plus importante ou au contraire freiné si l'on veut maintenir certaines cultures et le pâturage.

Dans cet étage, c'est le Laricio, essence de lumière qui peut recoloniser assez rapidement les secteurs couverts de fruticées basses de l'*Helichryseto-Genistetum*. Il est certain que dans un premier temps cette essence

sera favorisée au détriment des Chênes (par exemple) dont la régénération n'intervient correctement que dans les sous-bois. L'installation des Chênes sera donc naturellement retardée relativement à celle du Laricio : ils ne pourront se développer qu'en bénéficiant dans un premier temps d'un sous-bois de Laricio. Ensuite, si les conditions écologiques leur conviennent, les Chênes pourront éventuellement supplanter le Laricio. Le problème est le même pour le Châtaignier.

Ainsi si on laisse évoluer les choses naturellement, il est probable que le Laricio dominera partout dans une première phase (qui demandera probablement plus d'un siècle), ensuite, les Chênes et le Châtaignier prendront le dessus dans les secteurs qui leur sont climatiquement et édaphiquement favorables.

Si au contraire on veut essayer d'établir rapidement des proportions précises entre ces trois types de forêts pour des raisons économiques (le Châtaignier pour ses fruits, le Laricio pour son bois, les Chênes pour les glands – nourriture des porcs – le feuillage – nourriture des bovins et des caprins – et le bois) il faudra alors intervenir pour permettre aux Chênes et au Châtaignier de démarrer en même temps que le Laricio (les Chênaies et les Châtaigneraies actuellement en place peuvent, elles, être conservées pratiquement sans autre intervention que de les maintenir en bon état sanitaire et d'y limiter le pâturage).

Toujours dans ce deuxième cas, il faudrait pour le Laricio en particulier, tenir compte des données établies par GERI sur les dégâts occasionnés par les Chenilles processionnaires ; peut-être par exemple que des forêts Chênes – Laricio mixtes ou intercalées seraient plus favorables au rendement du Laricio que des forêts pures de cet arbre.

Au niveau des forêts supraméditerranéennes donc, il faudra laisser évoluer naturellement ou intervenir suivant l'orientation économique voulue.

Il en va de même au niveau des forêts montagnardes. Le territoire correspondant à cet étage est actuellement largement forestier avec comme essence prédominante le Pin Laricio (voir étages et séries de végétation). Il y existe cependant des secteurs presque complètement déboisés (rive gauche du Viro, vallon de l'Erco, vallon du Rudda) actuellement couverts de fruticées du *Berberideto-Genistetum* où des boisements en Laricio et en Bouleau seraient parfaitement réalisables (pentes rhyolitiques à l'adret).

Le Hêtre semble pouvoir persister là où il est actuellement présent (versant nord de la crête Capu a Rughia - Capu a u Tozzu). Le Sapin, par contre, semble menacé dans le ravin de Mezzanote ; on peut y observer quelques germinations mais celles-ci ne semblent pas donner par la suite de jeunes arbres (le pâturage est sans doute l'une des causes de ce phénomène). Or les Sapins encore en place sont vieux et la plupart mal en point. Cette Sapinière risque donc de disparaître si rien n'est fait pour la protéger.

Le Hêtre et le Sapin devraient être maintenus à côté du Laricio et même dans certains cas étendus, en raison de leur sensibilité nettement moindre aux incendies.

5.2. Le problème des pâturages

La valeur pastorale est difficile à préciser car la flore est riche en endémiques dont les propriétés sont mal connues sur ce plan là. Des valeurs approximatives ont été attribuées par **Madame Conrad** après une enquête effectuée auprès des bergers, mais doivent être précisées. Les relevés de végétation déjà effectués (**Gami-sans**) permettent d'apprécier les valeurs pastorales relatives de chaque type de groupement ainsi que leur phénologie.

Groupements végétaux	Valeur pastorale (1-5)		Période optimale pour le pâturage
	sur granites	sur rhyolites	
<i>Helichryseto-Genistetum</i>	1-2	1	(mars) avril-mai (juin)
<i>Berberideto-Genistetum</i>	2	2	mai-juin (juillet)
<i>Saginetto-Caricetum</i>	4	3	(mai) juin-juillet
<i>Sieglington</i> (extension très limitée)	4/5	3/4	juin-juillet-août
<i>Geeto-Phleetum</i> (variante subalpine)	5	4	(juin) juillet-août
Pozzines	5	5	juin-juillet-août (sept.)
<i>Paronychiecto-Armerietum genistosum</i>	3	2-3	juin-juillet (août)
<i>P.A. armerietosum</i>	3	2	juin-juillet (août)
<i>Geeto-Phleetum</i> (variante alpine)	5	3-4	juillet-août-septembre
<i>Gnaphaliecto-Sibbaldietum</i>	5	3-4	août-septembre
<i>Actineto-Tanacetetum</i>	3	2-1	(juillet) août-septembre
Eboulis	1-2	1	(juin) juillet-août (septembre)
<i>Alnetum suaveolentis</i>	2-4	2-4	(juin) juillet-août (septembre)
<i>Galieto-Pinetum laricionis</i>	1-2	1-2	(mai) juin-juillet (août)
<i>Poeto-Fagetum</i>	1	absent	(mai) juin-juillet (août)

5.3. Les cultures liées au pâturage

Il est possible d'installer des pâturages artificiels (foin, luzernes, ...) ou même de laisser évoluer les espèces autochtones (*Cynosurus cristatus*, *Festuca fenas*, *Nardus stricta*, *Prunella vulgaris*, *Lolium perenne*, ...) en les irriguant ; dans le cas de l'étage supraméditerranéen, on peut passer ainsi d'une valeur pastorale de 1-2 à 4-5.

L'irrigation est possible sans occasionner de gros frais près des villages de Corscia, Lozzi, Poggio, ... et on peut aboutir à des pelouses du *Sieglingion* (4-5) en partant de l'*Helichryseto-Genistetum* (1-2). Ces pelouses sont, de plus, disponibles pour les troupeaux dès (mars) avril. Ces pelouses naturelles irriguées si elles font l'objet d'un entretien rudimentaire (arrachage des gros buissons, élimination des espèces sans intérêt pastoral) peuvent donner un foin de qualité non négligeable pouvant servir éventuellement de nourriture en hiver.

CONCLUSION

Si on le compare à d'autres régions de Corse, le Niolu apparaît sur certains points, comme un cas particulier :

- bien que son climat soit typiquement méditerranéen, sa position relativement éloignée de la mer fait qu'une légère « nuance interne » s'y manifeste.
- les substrats granitiques dominants ailleurs en Corse y sont bien représentés, mais les roches rhyolitiques y occupent néanmoins près de la moitié du territoire.

Ces deux particularités se traduisent, comme cela a été montré, sur la végétation. Inversement des types de végétation dominants dans d'autres secteurs de l'île n'y sont pas ou peu représentés. Enfin le Niolu, surtout dans sa partie N et N.E., apparaît comme une région ayant subi un fort impact humain.

REFERENCES BIBLIOGRAPHIQUES

- Baculat, B. et A., Pinguet (1976) — Premiers résultats sur la climatologie de la forêt du Valdo-Niello. I.N.R.A. — S.T.E.F.C.E. — Note technique 14-76 — Centre de Recherches d'Avignon — 84/40 Montfavet.
- Gamisans J. (1975 — La végétation des montagnes corses — Thèse Marseille (CNRS AO 1388).
- Gamisans J. (1976-1978) — La végétation des montagnes corses — *Phytocoenologia* — 3/4 : 425-498 (1976) ; 4/1 : 35-131 (1977) ; 4/2 : 133-179 (1977) ; 4/3 : 317-376 (1977) ; 4/4 : 377-432 (1978).
- Reille M. (1975) — Contribution pollenanalytique à l'histoire de la végétation tardiglaciaire et holocène de la montagne corse — Thèse, Marseille.

CONTENTS

J.-C. LIONS – Applying with factorial analysis of correspondances on study of ecological affinities determined by Oribatids populations in three stations of Sainte Baume forest	3
J. GAMISANS – About some vegetation communities assuring the transition between montane and subalpine levels in Corsica	33
J. GAMISANS – About indicatives species of vegetation levels in Corsica	45
IBRAHIM and RAPP – Soil salinity variation in a coastal <i>Pinus pinea</i> (L.) stand.	49
M. REILLE – Pollen analysis of Lake Sidi Bou Rhaba, atlantic coast (Morocco)	61
L. NEGRE et C. GAUTHIE – Regards on the conservation technical of Rankers soils	67
M. GRUBER – The northern orophilous calcicolous grasslands of medioeuropean subalpine and alpine levels in Ariège and western catalonian Pyrenees	75
G. BONIN and G. VEDRENNE – Grass-land on the top of the Gran Sasso, Italia. Dynamic analysis and relationships with environmental factors	95
M. BARBERO – Mediterranean vegetational progression on the italian side of the Alps	109
EL HAMROUNI and R. LOISEL – A contribution to the study of tunisian tetraclinis ; the vegetal population of Djebel bou-kornine and «ressas»	133
J. GAMISANS and M. GRUBER – The «Niolu» (Corsica) vegetation	141

SOMMAIRE

J.-C. LIONS — Application de l'analyse factorielle des correspondances à l'étude des affinités écologiques déterminées par les populations d'Oribates (Acariens) dans 3 stations de la forêt domaniale de la Sainte-Baume (Var)	3
J. GAMISANS — Remarques sur quelques groupements végétaux assurant la transition entre les étages montagnard et subalpin en Corse	33
J. GAMISANS — A propos d'espèces indicatrices des étages de végétation en Corse	45
IBRAHIM et RAPP — Variations spatio-temporelles de la salinité du sol d'un peuplement de pins pignons (<i>Pinus pinea</i> L.) du littoral méditerranéen	49
M. REILLE — Analyse pollinique du lac de Sidi Bou Rhaba littoral atlantique (Maroc)	61
L. NEGRE et C. GAUTHIE — Note sur la technique de conservation des rankers	67
M. GRUBER — Les pelouses calcicoles orophiles et nordiques des étages subalpin de type medio-européen et alpin en Ariège et en Pyrénées catalanes occidentales	75
G. BONIN et G. VEDRENNE — Les pelouses culminales du Gran Sasso d'Italia. Analyse dynamique et relations avec les facteurs du milieu	95
M. BARBERO — Les remontées méditerranéennes sur le versant italien des Alpes	109
EL HAMROUNI et R. LOISEL — Contribution à l'étude de la tétraclinaie tunisienne ; les groupements des Djebel bou-kornine et ressas	133
J. GAMISANS et M. GRUBER — La végétation du Niolu (Corse)	141