ISSN : 0153-8756

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

ecologia mediterranea

revue d'écologie terrestre et limnique

TOME XI - 1985

Fascicule 2-3

Faculté des Sciences et Techniques de St Jérôme. Rue H. Poincaré 13397 Marseille cedex 13

Directeur de la publication :

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

Secrétariat général :

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

Comité de rédaction :

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

COMITE DE LECTURE

AKMAN, Y. Ankara Universiti-Fen Facultesi-Biyologie Bolumu. ANKARA TURQUIE
BOURLIERE, F. Faculté de Médecine, rue des St-Pères, 75006 PARIS.
BOUVAREL, P. Centre national de recherches forestières. INRA. Champenoux, 54280 SEICHAMPS.
COSTA, M. Facultad de Farmacia. Dept de Botanica-Av. Blasco Ibanez-46010 VALENCIA ESPAGNE
DELAMARE-DEBOUTTEVILLE, C. Laboratoire d'Ecologie Générale, Museum National d'Histoire Naturelle, Avenue du Petit Château, 91800 BRUNOY.
DI CASTRI. C. N. R. S. Centre Louis Emberger Route de Mende B P 5010-34033 MONTPELLIER CEDEX.
DRACH, P. Laboratoire Arago, 66650 BANYULS-SUR-MER.
DU MERLE, P. INRA Station de Zoologie forestière Av. Vivaldi 84000 AVIGNON FRANCE.
GHABBOUR, S. Dept. Natural resources. Inst. African Res. & Stud. CAIRO UNIVERSITY GIZA EGYPTE.
GUINOCHET, M. Laboratoire de Biologie Végétale, Université PARIS XI, 91006 ORSAY.
HOLLANDE, A. Laboratoire d'Evolution des Etres Organisés, Boulevard Raspail, 75006 PARIS.
JOLY, P. Faculté des Sciences, 67000 STRASBOURG.
LAMOTTE, M. Laboratoire de Zoologie, Ecole Normale Supérieure, rue d'Ulm, 75005 PARIS.
LEMEE, G. Laboratoire d'Ecologie Université PARIS XI, 91000 ORSAY.
LOISEL, R. Laboratoire de Botanique et Ecologie Méditerranéenne, Faculté St-Jérôme 13397 MARSEILLE CEDEX 13.
LONG, G. CNRS-CEPE. Ecothèque méditerranéenne. Route de Mende BP 5051 34033 MONTPELLIER CEDEX.
LOSSAINT, P. CNRS CEPE Louis Emberger, B. P. 5051, 34033 MONTPELLIER.
MARGARIS, N. S. Laboratory of Ecology-Faculty of Physics and Mathematics-THESSALONIKI GRECE.
OECHEL, W. Systems ecology research group-College of Sciences-San Diego State University SAN DIEGO ca. 92182 U. S. A.
OZENDA, P. Laboratoire de Botanique, Université de Grenoble, 38000 SAINT-MARTIN-D'HERES.
PONS, A. Laboratoire de Botanique Historique et Palynologie Faculté St Jérôme. 13397 MARSEILLE CEDEX 13. FRANCE.
RIOUX, J.-A. Laboratoire d'Ecologie Médicale, Faculté de Médecine, rue Auguste-Broussonet, 34000 MONTPELLIER.
TAYLOR, H. C. Botanical Research Unit- P O Box 471 - 76000 STELLENBOSCH-REPUBLIC OF SOUTH AFRICA.
VAN CAMPO. Palynologie Faculté des Sciences, 34000 MONTPELLIER.
VAN DER MAAREL, E. Växtbiologiska Institutionen Box 559, S-751 22 UPPSALA 1 - Sweden.

ecologia mediterranea

revue d'écologie terrestre et limnique

Cycle biologique et comportement d'une population d'Austropotamobius pallipes(Lereboullet 1858)

E. FENOUIL★
J.C. CHAIX ★

RESUME : *Le cycle biologique d'une population d'Austropotamobius pallipes, le comportement et le biais qu'il induit dans les estimations ont été étudiés.*
Le cycle biologique s'établit comme suit :
- accouplement : d'Octobre à fin Décembre,
- pontes : de Novembre à Janvier,
- l'incubation des oeufs dure cinq mois et les éclosions ont lieu de la mi-Avril à mi-Juin,
- la période des mues dure d'Avril à Octobre. Le rythme des mues est le suivant : cinq à huit mues le premier été ; trois mues les second et troisième été ; deux mues le quatrième été, puis, une mue pour les femelles et deux pour les mâles les étés suivants.
L'activité est minimale en hiver, particulièrement en Mars. Elle augmente ensuite pour devenir maximale en été. De Novembre à Mai, la sex-ratio est en faveur des mâles ; de Mai à Octobre, elle est en faveur des femelles.
L'activité nocturne commence à la tombée de la nuit ; il y a un pic deux heures après. L'activité individuelle, elle, varie du quart-d'heure à la demi-heure
Pour l'estimation de la population active, la méthode de Petersen apparaît comme la plus intéressante. La méthode de Schnabel semble la meilleure pour l'estimation de la population totale.

SUMMARY -

Life cycle of an Austropotamobius pallipes population, behavior and its control with estimate was studied.
The results of the life cycle was the following :
- copulation period : October to late December,
- egg-laying period : November to January,
- incubation time : five months,
- hatching period : middle April to middle June,
- molting period : April to October,
- number of moults : between five and eight the first summer ; three moults in the second and the third summer ; two moults the fourth summer. The summers after, males moult twice per year, and females once per year.
Activity was low in winter and at its lowest in March. It roses since April to May to a maximum during the summer.
From November to May, sex-ratio is in favour of males ; from May to October, in favour of females.
Nocturn activity begins with twilight and is at its highest two hours after. Individual activity is found between a quarter of an hour and a half of an hour.
Estimate of active population size is given using the method of Petersen. The method of Schnabel appears to be the best estimate of the total crayfish population.

MOTS CLES : *Austropotamobius pallipes. Cycle biologique. Comportement mensuel et nocturne. Estimation de population.*

INTRODUCTION

Le but de ce travail est d'approfondir nos connaissances sur la biologie et le comportement de l'écrevisse autochtone *Austropotamobius pallipes* afin de pouvoir mieux appréhender l'étude des peuplements astacicoles.

L'inventaire est la base essentielle de la connaissance de la situation à un moment donné des réserves astacicoles, pour suivre leur évolution et permettre la protection et la gestion du milieu.

★ *Université d'Aix-Marseille III - Faculté des Sciences et Techniques de St-Jérôme- C E R A M - Laboratoire de Zoologie Marine - 13397 Marseille Cedex 13.*

Vigneux D. et Vigneux E. (1981) soulignent dans cet article que si l'inventaire est le seul moyen de faire un diagnostic sur l'état des populations, il faut néanmoins pondérer les résultats car chez l'écrevisse les variations comportementales sont très rapides au sein d'une même population.

Le ruisseau que nous avons choisi est particulièrement propice pour les études comportementales car la surface réduite et la faible profondeur permettent une observation pratiquement continue au cours de la nuit sans trop perturber le milieu.

De plus, le suivi annuel de la population nous permet d'espérer retenir des enseignements intéressants sur le cycle biologique.

Le ruisseau s'écoulant dans une propriété privée (Ville de Digne, Réserve Géologique des Alpes de Haute-Provence, site de Saint-Benoît) théoriquement à l'abri du braconnage, nous nous proposons de tester les différentes méthodes d'estimation des populations pour connaître l'impact du cycle biologique et du comportement sur la validité de l'estimation.

LE SITE

Le ruisseau étudié se trouve à la limite de la région méditerranéenne, près de la ville de Digne, à une altitude de 610 m.

La portion de ruisseau prospectée est située à 150 m en aval de la source, après une cascade. A ce niveau, le radier s'élargit et l'eau s'écoule dans une série de vasques se succédant les unes aux autres. Leur profondeur varie de 5 à 30 cm avec un fond soit graveleux, soit vaseux, déposé sur un substrat de tuf. Cette zone s'étale sur une longueur de 15 m, une largeur de 13 m et se termine par une autre cascade. Des chênes et quelques frênes constituent le couvert végétal. Les bords offrant une quantité appréciable de caches, sont recouverts de mousse (*Fontinalis sp.*) et de *Dipsacus sp.*

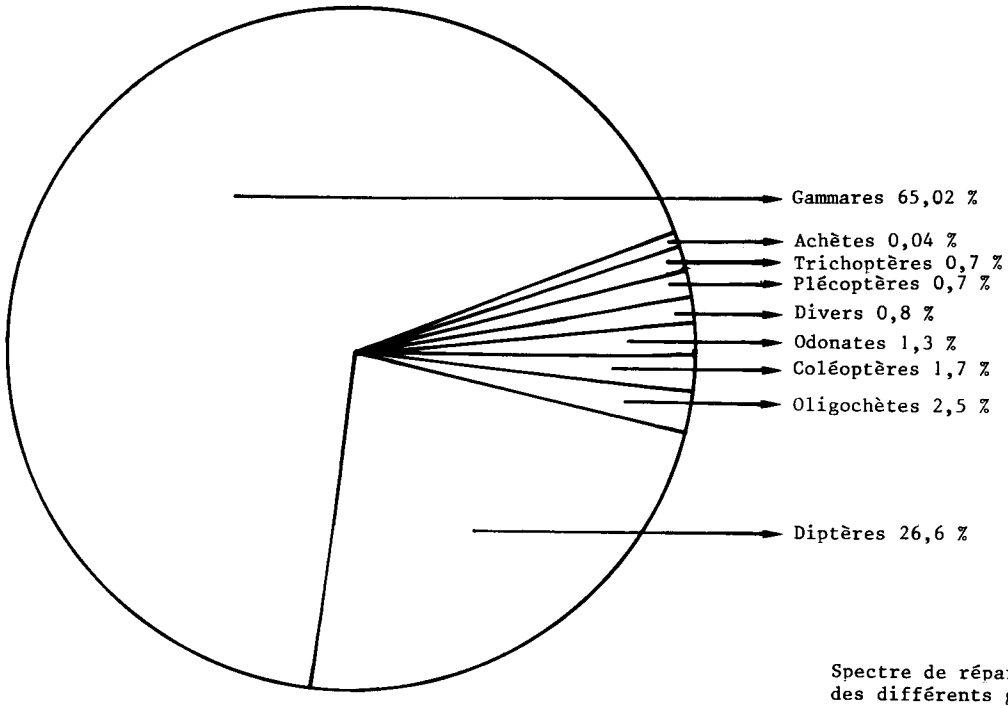
La température (mesurée mensuellement à l'aide d'un thermomètre à alcool gradué au dixième de degré) varie peu : $10 \pm 1°$ C en hiver, $14 \pm 1°$ C en été. Le débit mesuré mensuellement est sensiblement constant toute l'année avec une moyenne de 10 ± 1 l/s.

Les paramètres physicochimiques déterminés au laboratoire à partir d'1,5 l d'eau, au mois de Juillet d'une part et de Décembre, d'autre part, présentent des caractères constants.

mois / paramètres	Décembre (10° C)	Juillet (14° C)
Cl^-	2	2
Ca^{2+}	64	54
Mg^{2+}	25	28
SO_4^{2-}	23	24
$CO^3\ H^-$	185	159
ρ	$0,203.10^4$	$0,210.10^4$
pH	7,8	7,8
O_2	13,6	13,6
% saturation O_2	124	136

L'absence de composés phosphorés (PO_4^-) et azotés (NO_3^- et NO_2^-) nous montre que le milieu n'est pas pollué.

L'analyse hydrobiologique du ruisseau qui a été effectuée en parallèle avec l'étude astacicole a permis de réaliser le spectre de répartition des différents groupes zoologiques rencontrés.



Spectre de répartition des différents groupes zoologiques rencontrés.

I - MATERIEL ET METHODES

1/ Echantillonnage

Les pêches ont été réalisées à raison d'une par mois d'Août 1982 à Mai 1983, et de trois pêches successives en Juin 1983, et de deux en Juillet 1983.

Les individus sont capturés de nuit, à la main. La lampe électrique n'est utilisée que pour localiser les écrevisses. Cette technique est la seule qui puisse être utilisée dans ce ruisseau ; elle présente l'avantage de pouvoir capturer des individus de toutes les classes de taille.

Chaque écrevisse est mesurée de l'apex du rostre à l'extrémité du telson, marquée d'un numéro au vernis à ongle ; le sexe est déterminé ; puis remise immédiatement à l'eau. L'heure est relevée régulièrement au cours de la nuit, de même que la présence des animaux marqués déjà vus.

2/ Méthodes statistiques employées

a/ Estimation de la population

Les méthodes classiques d'échantillonnage en eau douce ont été employées :

- méthode de De Lury,
- méthode des captures/recaptures de Petersen,
- méthode de Schnabel.

La capturabilité est définie comme le rapport entre le nombre de sujets marqués trouvés et le nombre de sujets marqués présents dans le secteur d'étude avant la pêche.

b/ Structure de la population

Le traitement des données a été effectué par la méthode des différences logarythmiques de Battacharya (in Laurent et Moreau - 1974).

II- RESULTATS

1/ Estimation de la population

a/ Méthode de De Lury

Appliquée après deux pêches successives en Août, cette méthode nous donne une population de 421 individus. Mais, l'intervalle de confiance est considérable : de 135 à 1042. Laurent et Lamarque (1974) donnent deux conditions à l'emploi de la méthode de De Lury

- 1 : $C_1 > C_2$: ce qui est vérifié ici (74 > 61)

- 2 : $\frac{C_1^2 (C_1 - C_2)^2}{C_2^2 (C_1 + C_2)} > 16$. Ce qui n'est pas vérifié ici, le rapport étant de 1,84.

Dans ce cas, le peuplement le plus probable ne peut être évalué. On peut simplement dire que $P = C_1 + C_2$, soit 135 dans ce cas. De Novembre à Avril, 317 individus différents ont été marqués. La méthode ne semble pas convenir pour estimer cette population.

Réemployée en Octobre, elle donne alors une estimation de 142 individus. Pour les mêmes raisons que celles énoncées pour Août, il semble permis de rejeter l'emploi de cette méthode pour estimer la population astacicole de ce milieu.

b/ Méthode de Petersen

L'estimation de la population à l'aide de cette méthode a été calculée pour trois séries de pêche différentes.

b.1 - Capture et marquage en Novembre - recapture en Décembre (Tab. 1).

La population estimée est de 341 individus. L'intervalle de confiance est très acceptable pour une population d'écrevisses. La sex-ratio de 2,09 dénote une forte dominance mâle.

La capturabilité serait plus faible chez les mâles que chez les femelles.

	Effectif le plus probable N	Intervalle de confiance à 5 %	Capturabilité C
Population ♂	235	175 - 415	0,35
Population ♀	112	86 - 183	0,47
Population totale	341	273 - 480	0,40

sex-ratio : 2,09

Tab. 1. Estimation de la population par la méthode de Petersen sur deux pêches : Novembre et Décembre.

b.2 - Pêches sur deux nuits successives en Juin (Tab. 2) :
capture et marquage la première nuit ;
recapture la nuit suivante.

L'estimation donne ici une valeur plus faible : 201 individus. L'intervalle de confiance reste significatif.

Par contre, la sex-ratio de 0,57 dénote alors une forte dominance femelle. Les capturabilités mâle et femelle sont sensiblement identiques.

	Effectif le plus problable N	Intervalle de confiance à 5 %	Capturabilité C
Population ♂	73	54 - 130	0,50
Population ♀	127	93 - 160	0,53
Population totale	201	171 - 251	0,53
sex-ratio : 0,57			

Tab. 2. Estimation de la population par la méthode de Petersen sur deux nuits successives en Juin.

b.3 - Pêches sur deux nuits successives en Juillet (Tab. 3)

La valeur obtenue est du même ordre que la précédente : 215. La sex-ratio est équilibrée : 1,09 ; mais la capturabilité mâle est à nouveau plus faible.

	Effectif le plus probable N	Intervalle de confiance à 5 %	Capturabilité C
Population ♂	94	73 - 146	0,44
Population ♀	86	70 - 114	0,52
Population totale	215	178 - 283	0,40
sex-ratio : 1,1			

Tab. 3. Estimation de la population par la méthode de Petersen sur deux nuits successives en Juillet.

c/ Méthode de Schnabel

c.1 Pêches de Novembre, Décembre, Janvier et Février (Tab. 4)

L'estimation totale est de 431 individus. L'intervalle de confiance est plus important que celui obtenu à partir de la méthode de Petersen. La sex-ratio est légèrement en faveur des mâles.

	Effectif le plus probable N	Intervalle de confiance à 5 %	Capturabilité C
Population ♂	252	186 - 410	0,21
Population ♀	177	125 - 325	0,14
Population totale	431	338 - 609	0,18
sex-ratio : 1,42			

Tab. 4. Estimation de la population par la méthode de Schnabel sur plusieurs pêches s'étalant de Novembre à Février.

c.2. Pêches des trois nuits successives de Juin (Tab. 5).

La valeur obtenue est plus faible : 194 individus. La sex-ratio est cette fois-ci en faveur des femelles (0,53).

	Effectif le plus probable N	Intervalle de confiance à 5 %	Capturabilité C
Population	67	40 - 242	0,39
Population	124	82 - 262	0,24
Population totale	194	138 - 339	0,29
Sex-ratio : 0,53			

Tab. 5. Estimation de la population par la méthode de Schnabel sur trois nuits successives en Juin.

2/ Structure de la population

En dehors de la période des mues, les marques se conservant d'une pêche sur l'autre, la méthode a été appliquée sur la population échantillonnée de Novembre à Avril.

Cinq classes de taille bien individualisées ont été ainsi mises en évidence. Les écart-types étant petits, les classes sont nettement séparées les unes des autres. Afin de pouvoir considérer toutes les tailles des individus récoltés, à l'aide du double écart-type, on définit les classes suivantes :

Classes	Limites de classe (mm)	Ecart-types	Proportion au sein de la population
1	29 - 41	± 6	18,76
2	42 - 52	± 5	15,54
3	53 - 61	± 4	30,82
4	62 - 72	± 5	31,18
5	73 - 80	± 3,5	3,68

La même méthode employée sur la population échantillonnée pendant l'été n'a pas permis de séparer des classes de taille.

3/ Le comportement

a/ Mensuel (fig. 1)

Pour la mise en évidence de l'activité globale mensuelle, le nombre total d'individus récoltés chaque mois, ainsi que les nombres de femelles, femelles ovigères et mâles, rapportés à la population totale estimée (431) ont été pris en considération.

On observe une chute nette au mois de Mars, et une reprise à partir du mois d'Avril. De Juin à Janvier, l'activité oscille entre 20 % et 30 % de la population totale estimée.

De Novembre à Avril, la population mâle est majoritaire. Par contre, de Mai à Octobre, c'est la population femelle qui se montre la plus active. De Novembre à Mai, on note la présence de femelles ovigères dans les récoltes.

En détaillant l'activité des différentes classes de taille (fig. 2), on remarque que, les individus actifs n'étant pas les mêmes, la structure de la population change au cours des différents mois.

b/ Nocturne (fig. 3)

Au cours des différentes pêches mensuelles, l'activité de chaque individu paraissait très courte : de l'ordre de la demi-heure. Rares sont les individus vus durant toute la nuit (environ 15 % de la population totale nocturne).

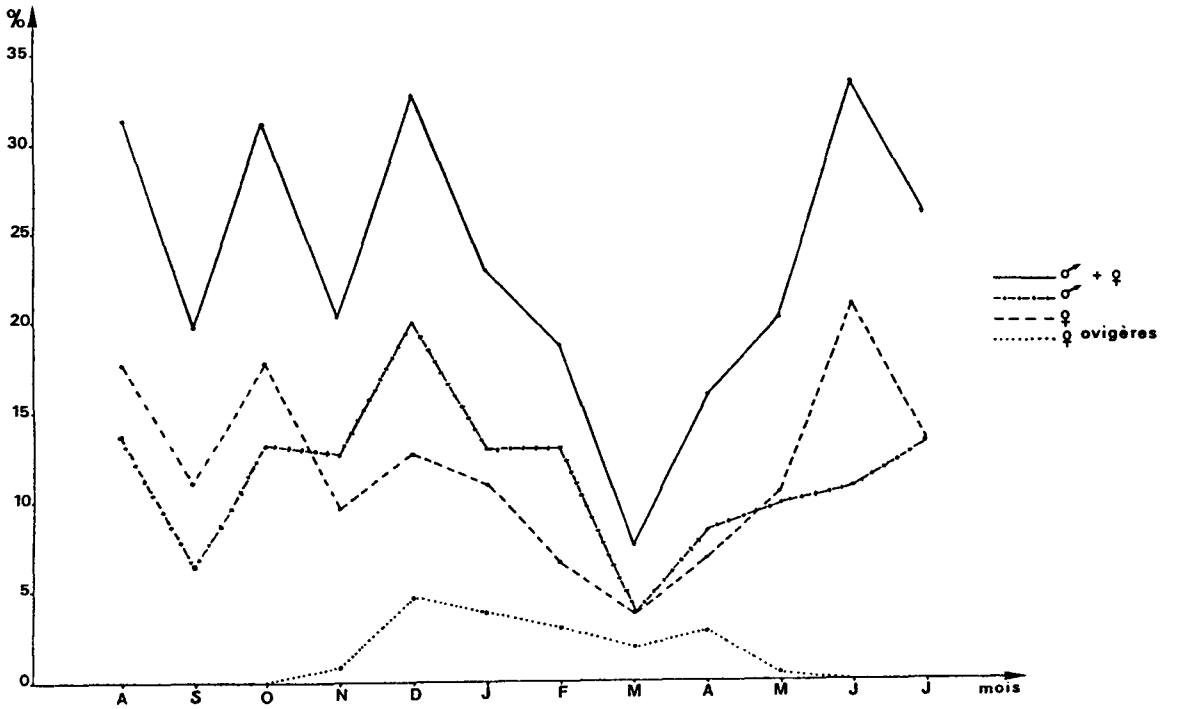


Fig. 1 - Mise en évidence de l'activité de la population d'*Austropotamobius pallipes* au cours de l'année (en % du nombre d'écrevisses récoltées par rapport à la population totale estimée).

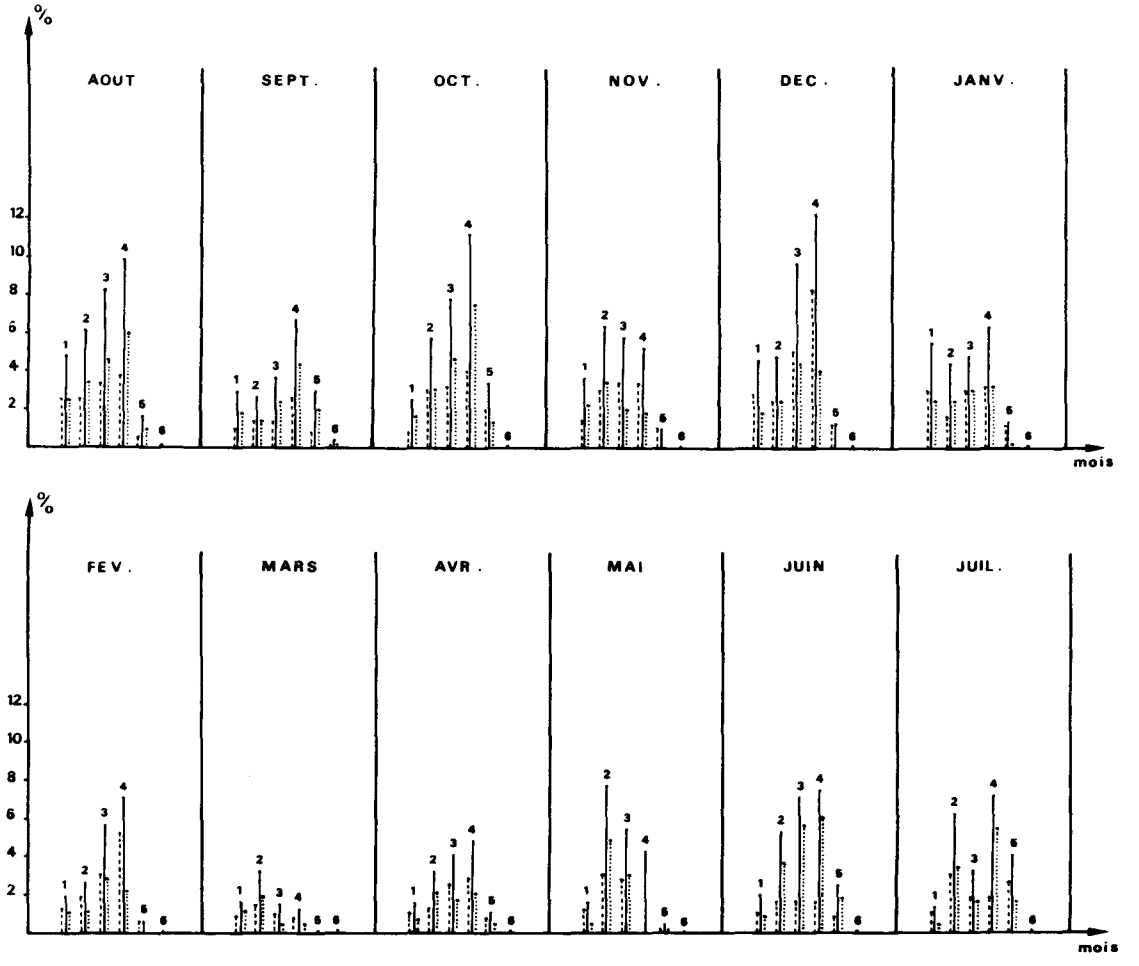


Fig. 2 - Variation de la structure de la population d'*Austropotamobius pallipes* au cours de l'année (en % du nombre d'écrevisses récoltées par rapport à la population totale estimée). ——♂+♀ ; ----♂ ; .....♀ .
Les numéros 1 - 2 - 3 - 4 - 5 et 6 correspondent aux différentes classes de taille.

Au mois de Juin, les individus marqués la première nuit sont suivis quart d'heure par quart d'heure la nuit suivante, sans être prélevés.

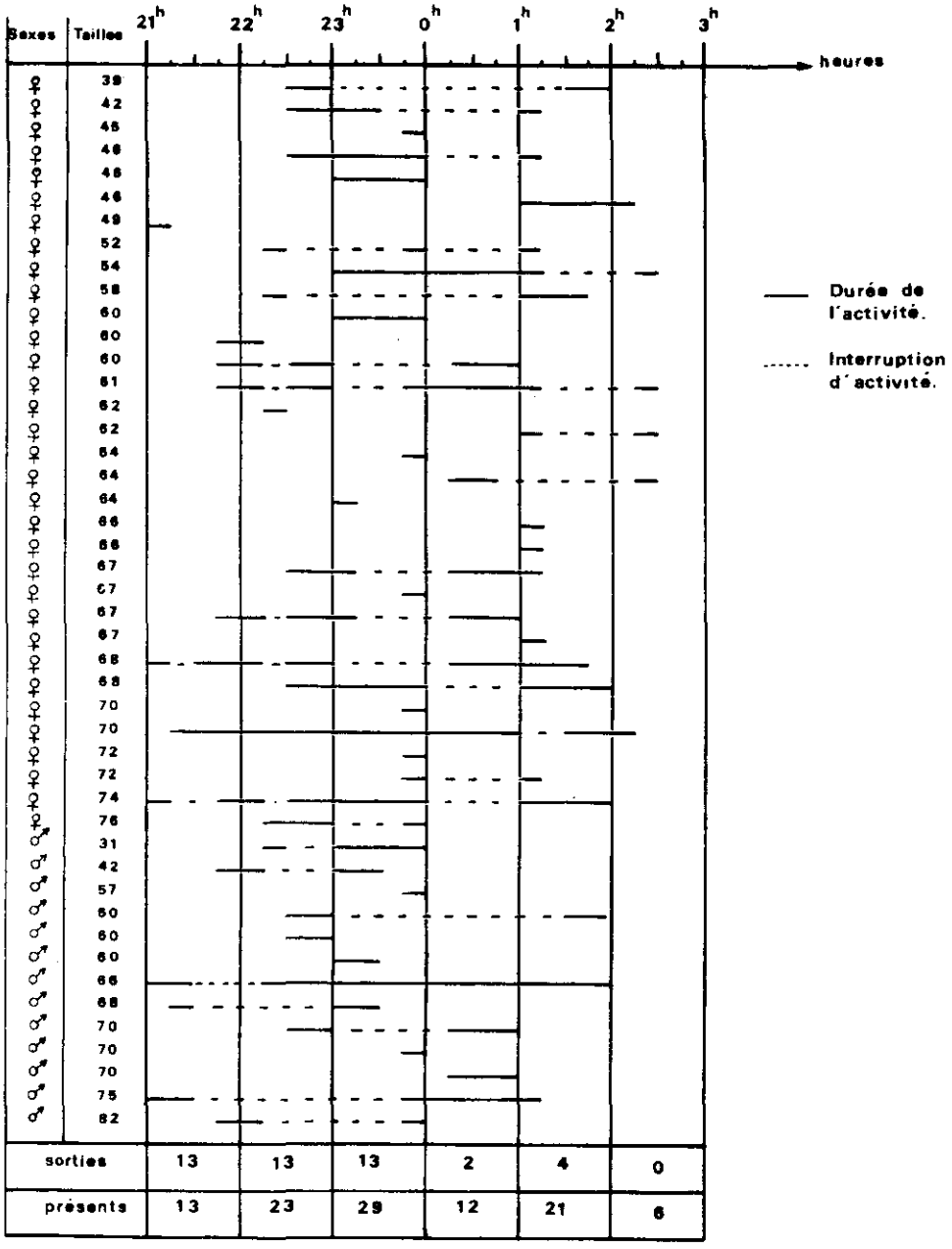
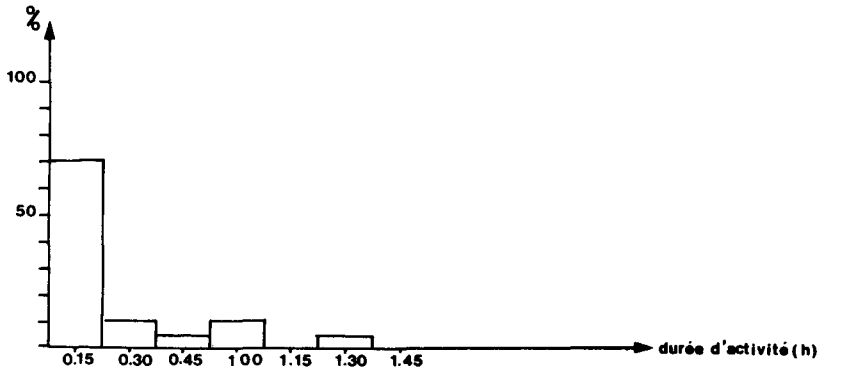
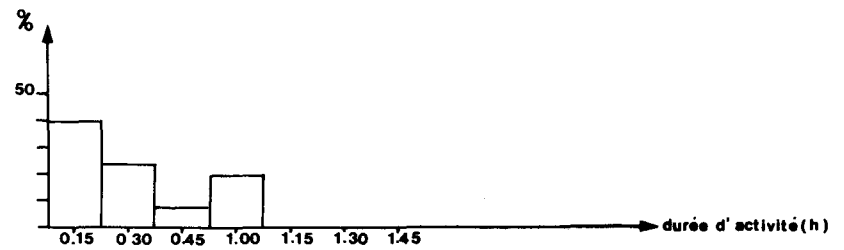


Fig. 3 - Activité nocturne individuelle au mois de juin, au cours de la deuxième nuit, les individus suivis ayant été marqués la nuit précédente.

On peut ainsi évaluer le temps d'activité des différents individus : dans la majeure partie des cas, elle n'excède pas un quart d'heure. Pour certains, la sortie ne s'effectue qu'une fois dans la même nuit ; pour d'autres elle se fait en deux ou trois phases, chaque phase excédant rarement un quart d'heure (fig. 4). Cette activité semble indépendante de la taille et du sexe.



Pourcentage des individus n'ayant effectué qu'une sortie , en fonction de la durée de leur activité



Pourcentage des individus ayant effectué plusieurs sorties, en fonction de la durée de leur première sortie

Pourcentage des individus ayant effectué plusieurs sorties, en fonction de la durée de leur seconde sortie

Fig. 4 - Activité nocturne individuelle au cours de la deuxième nuit de juin (en % du nombre d'écrevisses récoltées par rapport à la population totale récoltée dans la nuit).

Ainsi, aux différentes heures de la nuit, ce ne sont pas les mêmes individus qui sont présents et la structure de la population est différente suivant la tranche horaire considérée (fig. 5).

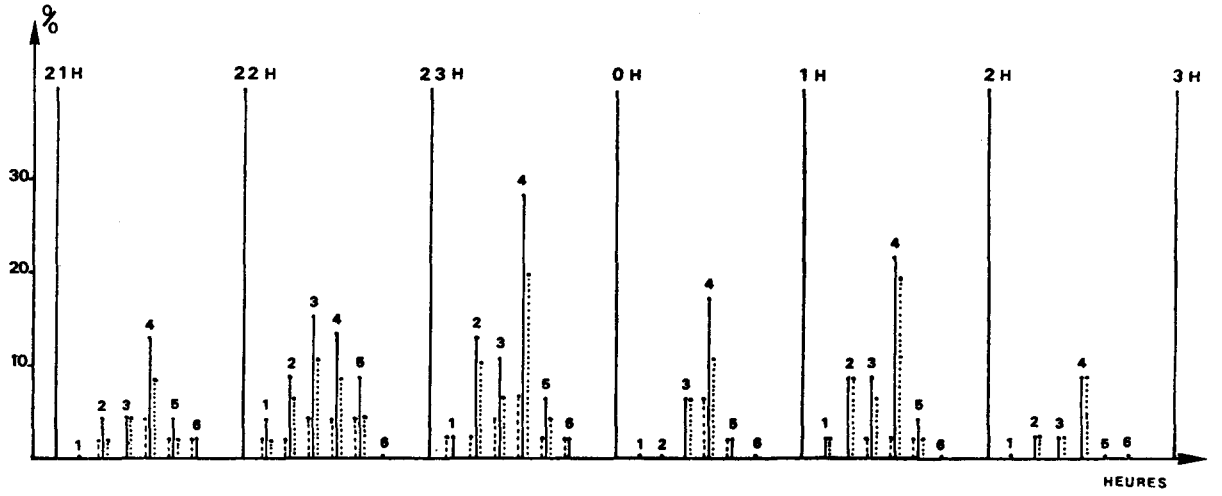


Fig. 5 - Variation de la structure de la population au cours de la deuxième nuit de juin (en % du nombre d'écrevisses récoltées par rapport à la population totale récoltée dans la nuit). Les numéros 1- 2 - 3 - 4 - 5 et 6 correspondent aux différentes classes de taille.

A partir de la tombée de la nuit, les sorties s'échelonnent jusqu'à 23 H, et le nombre d'individus présents augmente dans le milieu (fig. 6).

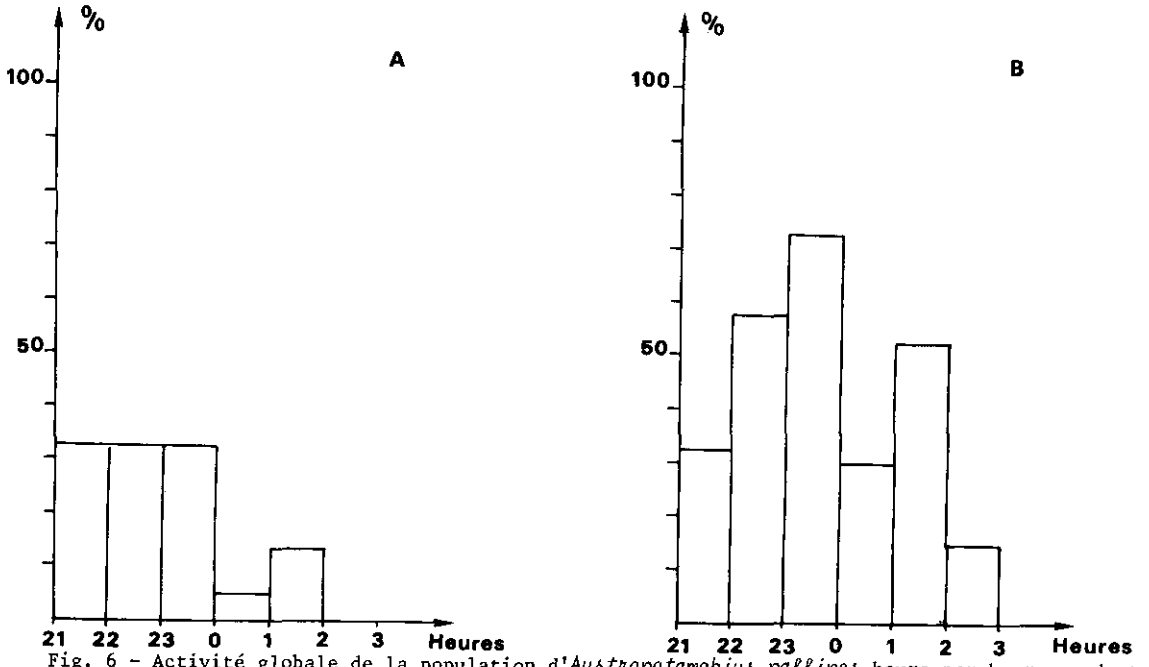


Fig. 6 - Activité globale de la population d'*Austropotamobius pallipes* heure par heure pendant la deuxième nuit de juin.
A = proportion des sorties heure par heure.
B = proportion des présents heure par heure.

Après le pic des deux heures qui suivent la tombée de la nuit, l'activité diminue pour s'arrêter aux alentours de deux ou trois heures du matin. Ce schéma a été enregistré tout au long de l'année (fig. 7).

4/ Cycle biologique

a/ Alimentation

L'analyse des contenus stomacaux a été réalisée sur un échantillon de trente individus ramassés au hasard au cours d'une même nuit, au mois de Mai, période à laquelle toutes les familles d'invertébrés sont présents dans le ruisseau.

Soixante-trois pour cent des écrevisses présentent une alimentation mixte, à la fois végétale (feuilles, mousse, *Dipsacus*) et animale (invertébrés). Dix-sept pour cent ne montrent que de la nourriture animale, et dix pour cent, uniquement des végétaux. Par contre, les dix pour cent non alimentés le sont, soit parce qu'ils ont été capturés dès le début de leur phase active, soit parce qu'ils sont dans la dernière période de la prémue.

Si l'on considère uniquement la nourriture animale ingérée, on peut comparer les pourcentages des différents groupes d'invertébrés rencontrés dans les contenus stomacaux avec leur proportion dans le spectre de répartition des invertébrés dans le milieu.

Invertébrés	Pourcentage dans les contenus stomacaux	Pourcentage dans le spectre de répartition
Gammares	59,3	65
Diptères	21,8	27
Ephéméroptères	6,3	1
Trichoptères	4,7	0,7
Plécoptères	4,7	0,04
Hirudinés	1,6	0,7
Coléoptères	1,6	1,7

Tab. 6. Analyse des contenus stomacaux

(les invertébrés sont comptés et les résultats sont exprimés en pourcentage du nombre total trouvé dans les contenus stomacaux).

On note alors une prédominance des gammares et des diptères qui sont les plus représentés dans le spectre des groupes zoologiques récoltés dans ce ruisseau.

b/ Reproduction

Au cours des pêches mensuelles, un très faible nombre de femelles portant des spermatophores a été récolté.

Les premières femelles ovigères ont été trouvées au mois de Novembre. Des femelles vues sans oeufs en Décembre, sont retrouvées grainées en Janvier.

Les dernières femelles portant des oeufs prêts à éclore ont été récoltées en Mai.

De Novembre à Mai, dans chaque classe de taille, le pourcentage de femelles ovigères par rapport au nombre de femelles trouvées dans cette même classe de taille a été établi. Il diminue au sein de la population à partir d'Avril (Tab. 7).

Classes de taille	Nov.	Déc.	Janv.	Fév.	Mars	Avril	Mai
53 - 61	10	45	50	25	100	50	0
62 - 72	25	64	78	100	100	60	25
73 - 81	0	50	100	100	100	100	0

Tab. 7. Pourcentage de femelles ovigères par classe de taille au cours des différents mois.

Dans chaque classe de taille, le nombre d'oeufs porté en moyenne par les femelles, de même que le pourcentage de femelles ayant porté des oeufs ont été calculés (Tab. 8).

Classes de taille	% de femelles ovigères	Nombre d'oeufs moyen
53 - 61	55	25
62 - 72	85	35
73 - 81	100	50

Tab. 8. Fécondité par classe de taille

c/ Incubation

Le pourcentage des femelles ovigères récoltées commence à décroître à partir d'Avril. Les éclosions débuteraient mi-Avril pour se terminer en Juin, période à laquelle nous avons vu les dernières femelles portant des oeufs prêts à éclore. La durée de l'incubation est donc de 5 mois dans ce milieu. Cette durée est confirmée par nos élevages menés au laboratoire à une température constante de 11° C.

d/ Eclosions

Les éclosions obtenues au laboratoire donnent la taille à la naissance : 7 mm. Les larves diffèrent des parents par un céphalothorax bombé et l'absence d'uropodes. Jusqu'à la première mue qui survient une dizaine de jours après la naissance, les jeunes restent rattachés à la mère par un filament reliant la coque vide de l'oeuf au telson de la petite écrevisse. Ceci a également été observé par Price et Payne (1984) chez *Orconectes neglectus chaenodactylus*.

Après la première mue, les individus de 11 mm sont indépendants de la mère. En trente jours ils vont effectuer deux mues et passeront à une taille de 18 mm. Les uropodes sont acquis après la seconde mue, et les caractères sexuels après la sixième mue (Payen, 1973).

La figure 8 résume le cycle biologique de la population.

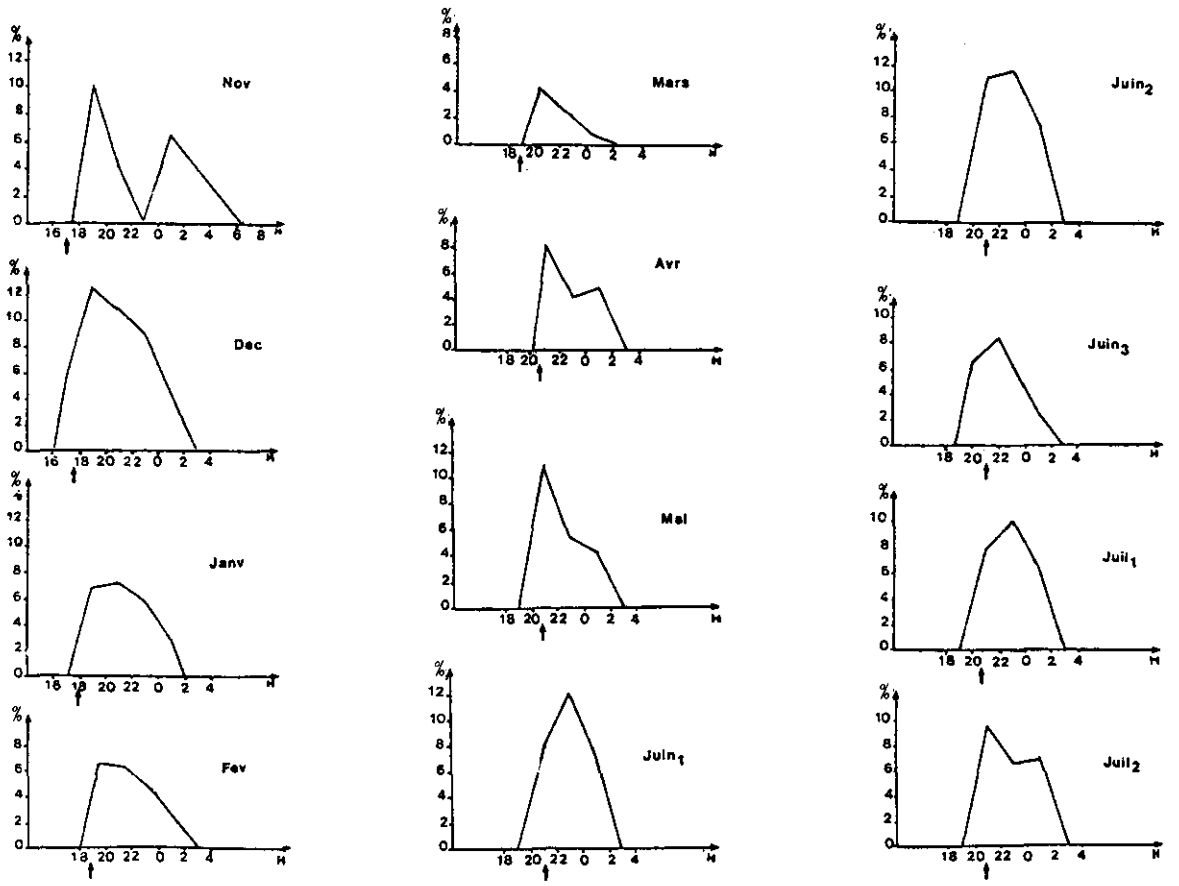


Fig. 7 - Activité nocturne globale de la population d'*Austropotamobius pallipes* enregistrée au cours des différentes sorties effectuées en fonction de l'heure de la nuit.
La flèche indique le moment de la tombée de la nuit.

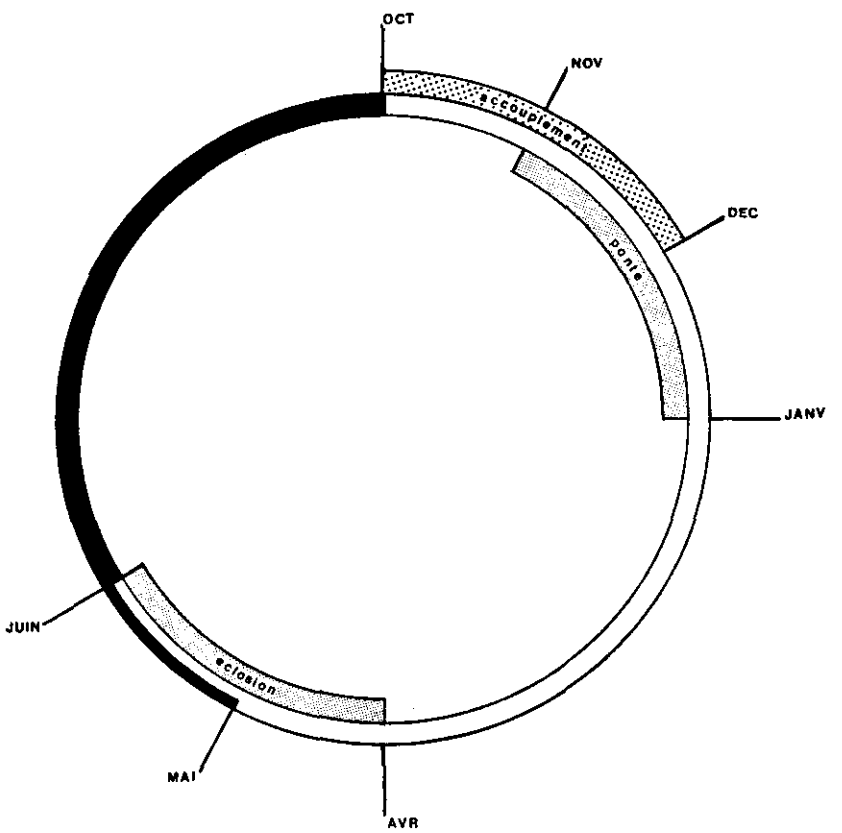


Fig. 8 - Cycle biologique de la population d'*Austropotamobius pallipes*.
Reproduction. Croissance.

e/ Croissance

e.1. Rhythme des mues

Le milieu étant incrustant, une écrevisse qui vient de muer est facilement repérable par l'aspect lisse et propre de sa carapace. Les premières mues apparaissent en Avril et touchent 50 % des individus de moins de 52 mm. Elles se poursuivent en Mai et Juin pour se terminer par la mue des femelles de plus de 63 mm en Juillet (Tab. 9)

Tailles (mm)	Classes	Avril	Mai	Juin	Juillet	Août
30 - 52	1 - 2	50	100	-	-	-
53 - 61	3	0	♂ 83 ♀ 16	♂ 87 ♀ 80	100	-
62 - 81	4 - 5	0	♂ 58 ♀ 40	♂ 91 ♀ 45	♂ 100 ♀ 70	100

Tab. 9. Mise en évidence du déroulement de la première mue dans les différentes classes de taille.
(Pourcentage des individus ayant mué au cours de chaque mois).

- Classes 1 et 2 : pour les individus de moins de 53 mm, la première mue commence en Avril et se termine fin Mai.

Une fois la maturité atteinte, la période des mues sera différente pour les mâles et les femelles.

- Classe 3 : 53 mm - 61 mm : pour la majeure partie des mâles de cette classe, la période de la première mue se situe en Mai ; elle se termine en Juin. Par contre, pour les femelles, cette période se situe principalement en Juin.

Ce retard s'explique par le fait que les femelles entrent en prémue au moment de l'éclosion des oeufs. Cette entrée en prémue est conditionnée par l'état physiologique de la femelle. Les femelles du laboratoire ont mué une trentaine de jours après les éclosions : les femelles qui muent dans le milieu ont libéré leurs oeufs il y a au moins un mois.

- Classes 4 et 5 : individus de plus de 61 mm : la période de la première mue est plus étalée dans le temps.

Pour les individus mâles elle se situe pendant les mois de Mai et Juin.

En Mai, 40 % des femelles ont mué, ce qui tendrait à prouver que ces femelles étaient les premières ovigères. Cette période de première mue dure pour les femelles jusqu'en Juillet et se termine en Août.

Les mues s'échelonnent pendant tout l'été. En Août, tous les individus présentent une carapace propre sans traces d'incrustation calcaire, ce qui signifie qu'ils ont tous effectué au moins une mue. Jusqu'au mois d'Octobre, on a récolté des individus mous dans les classes de taille de moins de 61 mm. Les mues s'arrêtent en Octobre.

e.2. Taux de croissance

Grâce à des femelles mises en cage à incubation, on connaît la taille de l'écrevisse quand elle quitte la mère : 11 mm. La constatation a été faite chez l'écrevisse que l'augmentation linéaire de taille est constante à chaque mue : 4 mm. A partir de la taille d'émancipation, on peut calculer le taux de croissance linéaire après chaque mue. Ainsi, de 11 mm à 45 mm, ce taux varie de 36 % à 8 %.

Ces variations du taux de croissance sont établies pour un milieu où l'on ne rencontre que de faibles écarts de température (fig. 9).

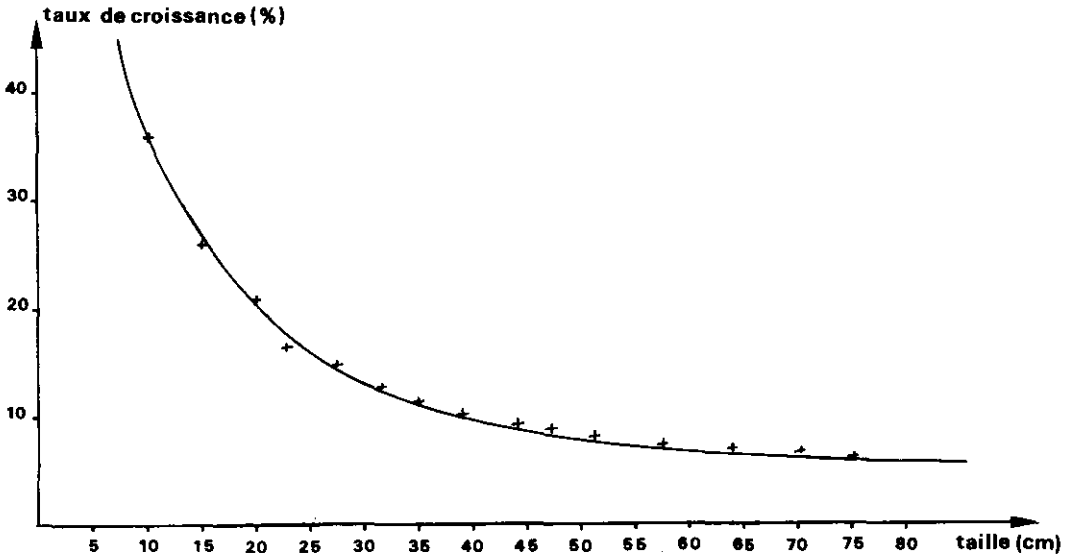


Fig. 9 - Variation du taux de croissance de la population d'*Austropotamobius pallipes*.

III - DISCUSSION

1/ Biologie

a/ Alimentation

Les contenus stomacaux montrent une nette préférence des écrevisses pour les gammares. L'analyse hydrobiologique effectuée nous a permis d'enregistrer pour les gammares, une densité de 15 617 individus au mètre carré. André (1960) note que lorsque l'écrevisse en trouve en abondance, elle cherche rarement autre chose. En mettant en parallèle les proportions des différents groupes d'invertébrés trouvés dans les contenus stomacaux et leur taux de densité dans le milieu, on peut remarquer que les valeurs sont sensiblement les mêmes, surtout pour les gammares et les diptères, avec cependant une légère concentration pour les autres. Cette concentration serait plutôt à imputer au faciès (vaseux ou rocheux) dans lequel se trouvait l'individu lors de sa récolte.

On serait amené à conclure que l'écrevisse se nourrit de ce qu'elle trouve, en particulier dans ce milieu où la nourriture ne constitue pas un facteur limitant. En effet, l'étude hydrobiologique a révélé un milieu extrêmement riche avec une densité de 24 019 individus au mètre carré.

Cette hypothèse paraît aussi applicable à la fraction végétale : celle des contenus stomacaux étant constituée de débris de feuilles mortes, mousse (*Fontinalis sp.*) et *Dipsacus* qui représentent toute la végétation macrophyte trouvée dans ce milieu.

b/ Reproduction

b.1 - Accouplement et ponte

L'accouplement débute dans la deuxième quinzaine d'Octobre et se poursuit jusqu'à la fin Décembre. Le faible nombre de femelles portant des spermatophores nous amène à conclure que la ponte s'effectue dans un délai qui n'excède pas trois semaines après l'accouplement. Pour André (1960), l'intervalle entre accouplement et ponte se situe entre dix et quarante-cinq jours, mais plus particulièrement entre vingt et vingt-cinq jours.

De même, Anonyme CTGREF (1979) constate que la ponte survient vingt-cinq jours après un accouplement d'*Austropotamobius pallipes* effectué en bassins.

La période des pontes débute en Novembre et dure jusqu'en Janvier. Selon Lereboullet (1860), André (1960) et Arrignon (1981) la ponte débute fin Octobre. Selon André (1960) elle n'excède pas trois semaines. Dans le biotope considéré, on enregistre un décalage du début des

pontes et surtout un étalement dans le temps de cette période.

Dans ce milieu où les amplitudes thermiques sont faibles, le facteur extérieur entrant en jeu lors de la reproduction serait la photopériode. En effet, Aiken (1969) pense que la photopériode, seule, induit la vitellogenèse; sur la maturation ovarienne la température a, par la suite, une action combinée à celle de la lumière ; mais son rôle essentiel semble se situer principalement au moment de la ponte. En effet, nos observations au laboratoire sur *Austropotamobius pallipes* semblent confirmer celles de Aiken : la ponte ne survient que si la température est assez basse.

b.2 - Fécondité

Les femelles ont été trouvées ovigères à partir d'une taille de 53 mm, ce qui correspond à la classe 3. Les femelles seraient matures à partir de trois ans. Pour André (1960), par contre, la maturité serait atteinte à l'âge de six ans.

Nos résultats concordent avec ceux de Brown et Bowler (1978) et de Holdich et Goddard (1978) qui constatent que *Austropotamobius pallipes* est sexuellement mature à partir de la troisième ou de la quatrième année.

Le nombre des oeufs portés par les femelles augmente avec la taille. Cuellar et Coll (1978) et Auvergne (1979) estiment à 50 le nombre moyen d'oeufs portés par les femelles mais sans précision de la taille, ce qui prouverait que la fécondité du milieu est faible. Dans les classes 4 et 5, la stérilité serait d'environ 10 %. Jarvelulg (1958) et Cukerzis (1968) chez *Astacus astacus* pensent que la stérilité est liée à des carences alimentaires, hypothèse que nous ne retiendrons pas ici.

b.3. Incubation

La durée d'incubation est dans ce cas de cinq mois au lieu de six selon Moriarty (1973) et Auvergne (1979) ou sept selon André (1960) et Holdich et Godard (1978).

Les bonnes conditions thermiques (10 $\pm$ 1° C en hiver) favoriseraient la diminution du temps de développement.

D'après Rhodes (1981), des femelles d'*Austropotamobius pallipes* maintenues à 10 $\pm$ 1° C laissent éclore leurs oeufs au bout d'un temps comparable à celui observé dans la nature, soit sept à huit mois dans le cas étudié par cet auteur.

Nos observations sur le terrain et au laboratoire comparées à celles de Rhodes (1981) laissent donc suggérer qu'un facteur autre que le facteur thermique peut intervenir sur la durée du développement embryonnaire.

c/ Croissance

La croissance chez les Crustacés résulte de l'action de deux paramètres, le rythme des mues et l'augmentation de la taille à chaque mue. Le principal problème réside dans le fait qu'à l'heure actuelle on ne peut déterminer l'âge d'un Crustacé et ainsi les classes d'âge sont toujours estimées avec plus ou moins de précision.

Le rythme des mues est soumis à l'action de deux facteurs uniquement lorsque la nourriture n'est pas un facteur limitant : la photopériode et la température. Aiken (1969) note chez *Orconectes virilis*, qu'à une température modérée la photopériode seule induit la levée de l'anecdysis. Rice et Armitage (1974) chez *Orconectes nais* complètent ce résultat en soulignant que la photopériode ne commande pas le nombre de mues, mais qu'elle régule la période des mues. Nos constatations dans le ruisseau de Saint-Benoît vont dans le même sens, dans la mesure où l'écart thermique faible privilégie le rôle de la photopériode, les mues se déroulant d'Avril à Octobre.

Ces résultats ne sont valables que pour les écrevisses dont le cycle de mue n'est pas perturbé par la reproduction ; en effet, les femelles ovigères ne muent que lorsqu'elles ont libéré leur ponte.

L'étude de la population du ruisseau de Digne, les observations faites sur le

milieu et au laboratoire, l'étude de la variation du taux de croissance, et surtout la méthode de Battacharya qui permet, à l'aide du double écart-type de donner les classes de taille à 95 % des chances, nous permettent de proposer un modèle de croissance pour les trois premières années.

- Classe de 29 mm à 45 mm

Les individus nés le plus tôt atteignent 45 mm à la fin de l'été : ils auraient effectué huit mues, deux le premier mois, puis six se suivant par intervalle d'un mois. Ceux qui atteignent 30 mm auraient effectué cinq mues. Ces résultats semblent compatibles avec les observations de Cukerzis (1968) chez *Astacus astacus*, qui obtient des écrevisses de 27,7 mm au bout de quatre mues pour des individus nés en Juin. Cet auteur note en 1978 que des jeunes nés en Février en incubateur atteignent en Septembre la taille de ceux nés en Juin l'année précédente.

L'année suivante, ces individus effectuent trois mues dans l'été. Dans les modèles classiques où la température estivale est de 18° C à 20° C, il y a cinq mues le second été. Si la photopériode régule la période des mues, la température régule le rythme des mues : dans notre milieu, celle-ci ne dépasse que très rarement 14° C, le nombre des mues est donc moindre. Les individus se trouvent alors entre 39 mm et 54 mm.

Après les trois mues du troisième été, les écrevisses atteignent alors 51 mm à 65 mm.

Au quatrième été, les individus effectuent deux mues : une en Mai-Juin, et la deuxième en Septembre-Octobre. Les mues des femelles sont décalées dans le temps par rapport à celles des mâles.

Pour les femelles de plus de 65 mm, la mue du cinquième été s'étale de Mai à Juillet. D'après Cukerzis (1968) les femelles de cette taille n'effectueraient qu'une mue par an, alors que les mâles en feraient deux.

Les naissances échelonnées, la variabilité individuelle, et à partir de la troisième année les mécanismes de la reproduction induisent un chevauchement des classes d'âge au sein des classes de taille. C'est ce qui expliquerait pourquoi 55 % seulement des femelles de la classe 53 mm - 61 mm étaient ovigères : dans cette classe, nous avons des individus de deux ans non matures et des individus de trois ans, matures ; la maturité sexuelle est donc liée à l'âge et non à la taille.

2/ Comportement

a/ Mensuel

Classiquement, l'activité des écrevisses est maximale en été et chute en hiver dès que la température tombe en dessous de 9° C. Dans ce milieu, les variations d'activité enregistrées sont dues à d'autres facteurs que le facteur thermique.

L'activité importante de Mai à Décembre, diminue à partir de Janvier pour devenir minimale en Mars. Dans le cycle annuel des crustacés, il existe toujours une phase de repos. Celle-ci s'effectuerait en Mars pour les écrevisses. Mariarty (1973) a fait les mêmes constatations à partir de l'observation du comportement d'une population d'*Austropotamobius pallipes* d'un lac d'Irlande : sur des récoltes effectuées deux années de suite, celles du mois de Mars ont été les moins importantes. Si la température était de 4° C dans le lac d'Irlande, elle était de 12° C dans notre milieu.

L'activité reprend en Avril, tout en restant encore assez faible : les individus de moins de 53 mm effectuent leur première mue et les femelles commencent à libérer leur ponte.

En Mai, la mue des moins de 53 mm terminée, ces individus présentent alors une activité maximale. A cette époque, la sex-ratio qui est restée en faveur des mâles pendant tout l'hiver, s'inverse pour devenir en faveur des femelles retrouvant leur activité après l'émancipation des jeunes. Elles resteront les plus actives pendant tout l'été, particulièrement en Juin, où toutes les émancipations terminées, les femelles n'ont pas encore entamé les processus de prémue.

Pourtant, il faut remarquer que même les femelles immatures sont les plus actives en Juin.

Les individus de moins de 45 mm effectuant cinq à huit mues dans l'été ont une activité moindre et sont récoltés tout au long de l'été avec un pourcentage plus faible. Jusqu'en Octobre, les femelles et les individus de plus de 45 mm représentent les tranches les plus actives de la population. Les femelles de plus de 62 mm n'effectuant qu'une mue dans l'été, gardent ensuite une activité importante accumulant des réserves pour la vitellogenèse. En Septembre, les individus de moins de 62 mm effectuant leurs dernières mues seront moins bien représentés dans la population active.

En Novembre, la sex-ratio s'inverse à nouveau. En période d'accouplement, particulièrement en Décembre, les mâles recherchant activement les femelles présentent alors une activité maximale. Si l'on se réfère aux classes de taille, la sex-ratio (1,05) des individus immatures est plus équilibrée que celle des individus matures, fortement en faveur des mâles (1,9).

Les mâles resteront les plus actifs tant que dure l'incubation, les femelles protégeant leur ponte, particulièrement celles de plus de 70 mm qui disparaissent du milieu de Novembre jusqu'en Avril. Il est cependant intéressant de noter que les femelles ovigères ont une activité qui n'est pas négligeable alors que, classiquement elles ne sortent de leur terrier qu'après la libération des jeunes.

La température hivernale de $10 \pm 1°$ C ne peut en être la seule cause, car Moriarty (1973) a trouvé régulièrement des femelles ovigères dans un milieu où la température reste inférieure à 9° C de Décembre à fin Mars.

b/ Nocturne

La population active dans le milieu au cours d'une même nuit n'excède jamais 35 % de la population totale.

Elle peut varier très vite : pendant les deux premières nuits de Juin, 25 % de la population totale était active. La troisième nuit, il n'y avait plus que 13 % de la population présente dans le milieu.

L'activité commence avec la tombée de la nuit, croît jusqu'à atteindre un pic dans les deux heures qui suivent, puis diminue pour s'arrêter vers 2 H - 2 H 30 où il ne reste que quelques rares individus. Ceci, quelle que soit l'heure de la tombée de la nuit. Il semblerait que lorsque les nuits sont longues, l'activité soit plus étalée dans le temps. Ainsi, en hiver, le pic d'activité correspond à 30 - 35 % de la population de la nuit ; deux heures plus tard, on trouve 20 - 25 % des individus, puis 10 % vers 2 H du matin. Par contre, en été, le pic d'activité est de l'ordre de 50 % de la population de la nuit ; l'activité passe à 30 - 35 % dans les deux heures qui suivent pour chuter vers deux heures du matin (heure d'hiver, soit 3 H en été).

Une analyse plus détaillée montre que les sorties se font de façon régulière pendant trois heures à partir de la tombée de la nuit : le milieu recrute alors de plus en plus d'individus, le nombre d'entrants restant supérieur au nombre de sortants. La population du milieu va croître jusqu'à atteindre un pic de présence dans la deuxième heure qui suit la tombée de la nuit. Le nombre d'individus sortis entre la tombée de la nuit et trois heures après correspond à 80 % de la population de la nuit, quelle que soit la période de l'année où on travaille. Par contre, le nombre d'individus présents lors du pic ne correspond qu'à 60 % de cette population et ceci en été ; en hiver, cette valeur est moindre. Le nombre des sorties va ensuite chuter brutalement, et la population va diminuer. La validité du second pic n'a pu être testée. Mais ce phénomène amplifié par le fait que certains individus sortent deux fois dans la même nuit entraîne l'enregistrement d'un second pic d'activité dans le milieu de la nuit.

Les dernières sorties ont lieu entre une et deux heures du matin. L'activité se termine tout à fait à trois heures du matin.

Si l'activité générale semble assez homogène, la courte période de présence de chaque animal fait que l'on a un renouvellement constant des écrevisses dans le milieu.

Le fait de travailler deux nuits de suite a permis de faire les constatations suivantes :

- un même individu ne sortira pas deux fois à la même heure,
- la durée de son activité peut être soit différente pour les uns, soit identique pour les autres,
- à une certaine période, c'est une certaine tranche de la population qui est active : les individus marqués la veille représentent 60 % des individus trouvés la seconde nuit.

Il est également intéressant de remarquer que le fait de sortir les écrevisses pour les marquer et les mesurer ne perturbe pas leur activité : il suffit pour cela de les remettre délicatement dans l'eau, immédiatement après manipulation, sinon, elles se laisseront dévaler dans le courant.

Par le repérage des vasques, on remarque que les écrevisses ne restent pas toute la nuit dans le même secteur : elles migrent d'un trou à l'autre. Mais, de façon générale, il semblerait qu'elles réintègreraient le même trou.

Le comportement vis-à-vis de la lumière varie au cours de la nuit: fortement lucifuges à la tombée de la nuit, elles s'immobilisent dans le faisceau lumineux. Une heure après la tombée de la nuit, elles auraient même alors un phototropisme positif, sortant de leur cache pour aller dans la zone du halo de la lampe électrique. Les réactions par rapport aux vibrations du sol varient selon le même ordre au cours de la nuit : très sensibles au crépuscule, elles le sont beaucoup moins dans les heures qui suivent.

3/ Influences du cycle biologique et du comportement

a/ Sur l'estimation de la population

L'estimation d'une population se fait sur les individus capturés et dépend donc de leur activité directement liée avec le cycle biologique.

a.1 - Méthode de De Lury

Elle ne semble pas adaptée aux populations astacicoles : comme le pensait Vigneux en 1978, la diminution des captures ne peut être imputable à un épuisement du milieu, mais au simple fait que l'activité diminue au cours de la nuit.

a.2 - Méthode de Petersen

Avec les pêches de Novembre et Décembre, en pleine période d'accouplement, on obtient une population mâle bien supérieure à la population femelle, avec une sex-ratio de 2,09. La population femelle, moins active, a été sous estimée. Même la capturabilité ne nous permet pas de corriger ce biais, celle des femelles apparaissant comme supérieure à celle des mâles.

De même, les pêches de Juin vont nous donner une population femelle beaucoup plus importante (sex-ratio : 0,57). En Juillet, la sex-ratio est de 1,1 ; mais les individus de moins de 45 mm peu récoltés à cette période sont sous estimés au sein de la population.

Les valeurs de la population totale à partir de deux pêches successives sont bien inférieures à celle obtenue avec des pêches espacées d'un mois. Ayant pratiquement les mêmes individus sur deux nuits successives, on ne peut avoir une image de la population totale par ce type de prélèvement. Par contre, cette technique est intéressante pour estimer la tranche de la population qui est active au moment de la période de travail.

a.3 - Méthode de Schnabel

Sur trois nuits successives, la valeur obtenue est de 194 alors que 166 individus ont été récoltés pendant ces trois nuits. L'intervalle de confiance est beaucoup plus large que celui obtenu avec la méthode de Petersen. Cette méthode ne semble pas convenir pour l'estimation d'une population active.

Cette technique est employée pour l'estimation de populations très grandes dans lesquelles le nombre de sujets marqués récoltés lors de la seconde pêche est trop faible par rapport

au nombre de sujets pêchés pour que les résultats de la méthode de Petersen soient fiables. Dans ce mode de prélèvements où l'on récolte pratiquement les mêmes individus, la méthode n'est pas applicable.

Sur une période beaucoup plus longue, les pêches plus espacées permettent de toucher les différentes tranches actives de la population et de minimiser ainsi les erreurs dues aux variations comportementales.

L'estimation de 431 individus semble plus fiable. Cependant, les prélèvements effectués pendant la phase de reproduction du cycle biologique, la sex-ratio est encore de 1,42 ; comparée à celle obtenue avec la méthode de Petersen (2,09) l'hyperactivité mâle de cette période semble atténuée.

Cette méthode apparaît comme la mieux adaptée pour l'estimation des populations astacicoles.

b/ Structure de la population

N'ayant aucun moyen de déterminer l'âge d'une écrevisse, la meilleure approche de la structure de la population passe par l'étude des classes de taille.

Le fait que les écrevisses n'aient pas une croissance continue permet de cumuler les données en dehors de la période des mues : on peut travailler à partir d'un effectif le plus grand possible. Cette absence de croissance, valable pour tous les individus en même temps fait que la population reste stable pendant tout l'hiver et la distribution des individus au sein des différentes classes de taille se fait de façon gaussienne et la méthode de Battacharya peut être employée.

Par contre, pendant l'été, la méthode n'est plus applicable : le décalage des mues en relation avec la taille des individus et les phénomènes de reproduction provoque une désorganisation de la structure de la population. La distribution des différentes tailles ne se ferait plus de façon gaussienne et la détermination des classes de taille est alors impossible.

La méthode de Battacharya, en dehors de la période des mues, permet, avec un calcul simple, d'obtenir une bonne approche de la structure de la population.

CONCLUSION

Une meilleure connaissance de la biologie et du comportement des populations d'écrevisses est nécessaire pour définir une méthodologie de l'étude de la dynamique de ces populations.

Il ne faut peut-être pas généraliser trop hâtivement les observations effectuées à Digne à cause des conditions particulières qui y règnent : faibles écarts thermiques, milieu peu profond. Mais les renseignements tirés sur la biologie et le comportement peuvent permettre de proposer une méthode de travail.

La pêche à la lumière, quand elle est praticable, est celle qui donnerait les résultats les plus fiables : elle permet de ramasser tous les individus actifs et de récolter toutes les classes de taille.

La capture par nasse, avec appât, risque de créer un biais dans les récoltes : Vigneux (1978) a noté que ce type de pêche augmente les captures, mais que celles-ci finissent par être liées à des habitudes alimentaires beaucoup plus qu'à une activité effective.

La méthode qui consiste à prélever pendant une heure, une heure après la tombée de la nuit ne permet la récolte que de 30 % à 60 % de la population active ce jour-là, qui, elle, ne représente au maximum que 35 % de la population totale. Le plus intéressant serait de prélever pendant trois heures à partir de la tombée de la nuit, récoltant ainsi 80 % de la population de la nuit.

Pour tamponner les variations comportementales, la saison de la pêche doit être choisie avec attention. En général elle s'effectue fin Août - début Septembre. Mais, pendant cette période, la sex-ratio est en faveur des femelles et les mues ne sont pas terminées. Plus tard, l'échantillonnage prélèvera plus facilement des mâles. Le plus intéressant serait de programmer

les pêches à cheval sur ces deux périodes : entre la fin des mues et la fin des pontes, et avant la baisse générale de l'activité. Pour l'estimation totale de la population, la meilleure méthode serait celle de Schnabel. Il faut travailler en dehors de la période des mues pour pouvoir conserver les marques d'une pêche sur l'autre.

Pour l'estimation de la population active à une période donnée, la méthode de Petersen serait peut-être plus avantageuse utilisée à quinze jours d'intervalle, et par classe de taille, pour tenter de mieux comprendre et estimer les variations comportementales.

Les méthodes mises au point pour l'étude des populations piscicoles doivent être adaptées aux populations astacicoles en tenant compte,du cycle biologique pour son influence au niveau du comportement, et du comportement "sensu stricto" qui module l'activité nocturne des populations d'écrevisses.

BIBLIOGRAPHIE

AIKEN D.E., 1969 - Influence of température in ovarian maturation and egg laying of crayfish *Orconectes virilis*. *Can. J. Zool., 47* : 931-935.

ANDRE M., 1960 - Les écrevisses françaises. Ed. Lechevalier. 1 vol. : 293 p.

ARRIGNON J., 1981 - L'écrevisse et son élevage. Gauthier Villars, Paris : 178 p.

AUVERGNE A., 1979 - L'élevage des écrevisses. Le point vétérinaire, Paris : 87 p.

BROWN D.J., BOWLER K - 1978 - The relationship between size and age throughout the life cycle in the crayfish *Austropotamobius pallipes*. *Freshw. Crayf. 4* : 35-42.

CHANTRAN S., 1871 - Nouvelles observations sur le développement des écrevisses. *C.R. Acad. Sci., Paris, 73* : 220-221.

CUELLAR L., and COLL M., 1978 - First essays of controlled breeding of *Astacus pallipes* (Ler.). *Fresw crayf.4*: 273-276.

CUKERZIS J., 1968 - Relationship between the body weight and the age of *Astacus astacus*. *Inst. Biol. Akad. Nant. Latvuska SSR in Limnology, 3* : 124-129.

CUKERZIS J., 1969 - Larval ecology and physiology of *Astacus astacus* and *Astacus leptodactylus*. Hydrobiology and fishery of Inland water of Baltic. *Inst. Zool. Bot. As Sc. Eston SSR. Tallen* : 171-177.

CUKERZIS J., SHESHTOKAL AL., TERENTYEV, 1978 - Method for accelerate artificial breeding of crayfish juveniles. *Fresw. Crayf. 4* : 451-458.

HOLDICH D.M., GODDARD J.S., 1978 - Crayfish in the British Isles. *Aquaculture, 15* : 91-97

JARVELULG A., 1958 - Die Braudflecken krankheit des Edelkrebses (*A. astacus*) in der estuischen SSR. *Hydrobiol. Union. Fantn, 1* : 242-260.

LAURENT M., LAMARQUE P., 1974 - Utilisation de la méthode des captures successives (de DE LURY) pour l'évaluation des peuplements piscicoles. *Ann. Hydrobiol. 5 (2)* : 121-132.

LAURENT M., MOREAU G., 1974 - Influence des facteurs écologiques sur le coefficient de condition d'un téléosteen *Cottus gobio L. Ann. Hydrobiol. 4 (2)* : 211-228.

LEREBOULLET A., 1860 - Recherches sur le mode de fixation des oeufs aux fausses pattes abdominales des Ecrevisses. *Ann. Sc. Zool.* 4ème série, t. XIV.

MORIARTY C., 1973 - A study of *Austropotamobius pallipes* in Ireland. *Freshw. Crayf. 1* : 57-67.

PAYEN G., 1973 - Etude descriptive des principales étapes de la morphogenèse sexuelle chez un crustacé décapode à développement condensé *Pontastacus leptodactylus* (Esch.1823). *Ann. Emb. Morph. 6 (2)* : 179-206.

PRICE J.O., PAYNE J.F., 1984 - Postembryonic to adult growth and development in the crayfish *Orconectes neglectus chaenodactylus* (*Williams*). *Crustaceana, 46 (2)* : 176-194.

RHODES C.P., 1981 - Artificial incubation of the eggs of the crayfish *Austropotamobius pallipes* (Ler.). *Aquaculture, 25* : 129-140.

RICE P., ARMITAGE K.B., 1974 - The influence of photoperiod on processes associated with molting and reproduction in the crayfish *Orconectes nais* (Faxon). *Comp. Biochem. Physiol. 47 (A)* : 243-259.

VIGNEUX E., 1978 - *Pacifastacus leniusculus* et *Astacus leptodactylus*. Premier bilan d'un étang. *Freshw crayf, 4* : 227-234.

VIGNEUX D., VIGNEUX E., 1981 - Gestion des peuplements astacicoles - repeuplements. *Bull. Franç. Pisc. 281* : 169-184.

ANONYME, 1979 - Premières observations sur une population naturelle d'écrevisses indigènes *Austropotamobius pallipes* (Ler.) à Pouydesseaux dans les Landes. Etude CTGREF, Section qualité des eaux n° 22.

Apports de l'Arc à l'étang de Berre (côte méditerranéenne française). Hydrologie, caractères physiques et chimiques.

K.T. KIM ★
M. TRAVERS ★★

RESUME - L'influence sur l'écologie de l'étang de Berre (côte méditerranéenne française), des apports de l'Arc, son principal affluent naturel, est étudiée sous l'angle du débit et de diverses propriétés physiques et chimiques. Cette rivière au régime méditerranéen atténué par la pondération karstique et les surplus d'irrigation, a un débit moyen voisin de 5 $m^3.s^{-1}$, mais peut présenter des crues rares mais fortes. L'apport annuel total d'eau à l'étang de Berre s'élève en année moyenne à 160.10^6 m^3, mais a dépassé 200.10^6 m^3 en 1977 et 260.10^6 en 1978. Le contenu sestonique de l'eau, variable mais modéré, s'élève en moyenne à 41 mg de matière sèche par litre et l'apport annuel à l'étang est de 12-13000 t. Les eaux sont habituellement un peu sous-saturées en O_2 (teneur moyenne : 6,9 $ml.l^{-1}$). Le pH, très voisin de 8, est élevé pour de l'eau douce. Les teneurs en sels nutritifs azotés et phosphorés, essentiellement dues aux activités humaines qui règnent dans le bassin de l'Arc, atteignent des valeurs extrêmement élevées, très supérieures à celles que l'on observe dans les autres affluents des étangs. La teneur en phosphates, très fluctuante autour d'une moyenne de 13,7 $\mu atg.l^{-1}$, tend à s'élever progressivement au cours de l'année. Les nitrates, en concentration également très variable et maximale en été, sont tout aussi exceptionnellement abondants (225 $\mu atg.l^{-1}$ en moyenne) de même que les nitrites (10,9 $\mu atg.l^{-1}$ en moyenne). Contrairement aux précédents, les silicates ne présentent pas dans l'Arc une teneur spécialement élevée (65,6 $\mu atg.l^{-1}$) puisque les terrains drainés sont essentiellement calcaires et que le silicium n'est pas un élément anthropogène. On peut estimer approximativement les quantités de nutriments annuellement charriées par l'Arc vers l'Etang de Berre en 1977-78 à 70 t de $P\text{-}PO_4$, 642 t de $N\text{-}NO_3$, 34 t de $N\text{-}NO_2$ et environ 400 t de Si de silicates. Pour les deux formes azotées, ces apports équivalent à près de 3 fois le contenu moyen des étangs et, pour le phosphore, entre 3 et 4 fois. Cet enrichissement en éléments nutritifs fréquemment limitants de la production primaire fait certainement de l'Arc un facteur essentiel de la fertilité des étangs de Berre et de Vaïne.

SUMMARY - Freshwater inflow from the River Arc to the Etang de Berre (French Mediterranean coast) : hydrology, physical and chemical characteristics).
The influence of the Arc River on the ecology of Etang de Berre (a brackish lake located on the French Mediterranean coast), of which it is the main tributary, has been studied during two years. The flow and some physical and chemical characteristics of the Arc were estimated. This river is featured by a mediterranean regime attenuated by karstic ponderation and irrigation surplus. The average flow reaches 5 $m^3.s^{-1}$, but rare floods can enormously exceed this value. The total annual input of the Arc into the Etang de Berre amounts to about 160.10^6 m^3, respectively more than 200.10^6 m^3 in 1977 and 260.10^6 m^3 in 1978. The seston weight is very variable, but moderate, with an average of 41 $mg.l^{-1}$, viz. 12-13000t seston input per year into Etang de Berre. The dissolved oxygen usually does not reach saturation level, with an average content of 6,9 ml.l-1. The values of pH, around 8, are comparatively high for freshwater. The contents of inorganic phosphorus and nitrogen, principally dominated by human activities in Arc basin area, are extremely abundant, compared with other tributaries of the Etang de Berre. Phosphate concentration fluctuates around an average value of 13,7 $\mu atg.l^{-1}$ and progressively increases from winter to autumn. Nitrates and nitrites, which show many variations and a summer maximum, are exceptionally abundant, with averages of 225 $\mu atg.l^{-1}$ nitrates and 10,9 $\mu atg.l^{-1}$ nitrites. On another hand silicate concentrations (65,6 $\mu atg.l^{-1}$ on an average) are not particularly high because the Arc basin is calcareous and silicium is not an anthropogenic element. Annual quantities of nutrient elements, transported into the Etang de Berre by the Arc River are approximately as follows : 70 t $P\text{-}PO_4$, 642 t $N\text{-}NO_3$, 34 t $N\text{-}NO_2$ and 400 t Si from silicates. These quantities of nitrogenous compounds and phosphates respectively almost equal to three-fold and 3-4 fold the average actual content of the Etang de Berre. This enrichment with elements that frequently limit primary production, constitutes an essential factor of the fertility of the Etang de Berre.

MOTS CLES - Arc, étang de Berre, régime, hydrologie, seston, température, oxygène, pH, nutriments.

★Yeungnam University, department of Biology, College of Science, 214-1 Dae-dong, 632 GYONGSAN, Republic of Korea.

★★Centre d'Océanologie de Marseille, rue Batterie des Lions, 13007 MARSEILLE, France.

INTRODUCTION

L'étang de Berre, le plus grand des étangs méditerranéens (155 km^2 incluant la partie nommée étang de Vaïne - cf. fig. 1) est une étendue d'eau dont l'étude se développe activement. Cet intérêt est lié d'une part aux perturbations subies du fait du détournement de la Durance et des multiples activités qui se sont développées à la périphérie de l'étang, d'autre part sans doute aussi aux possibilités d'exploitation aquicole de ce milieu.

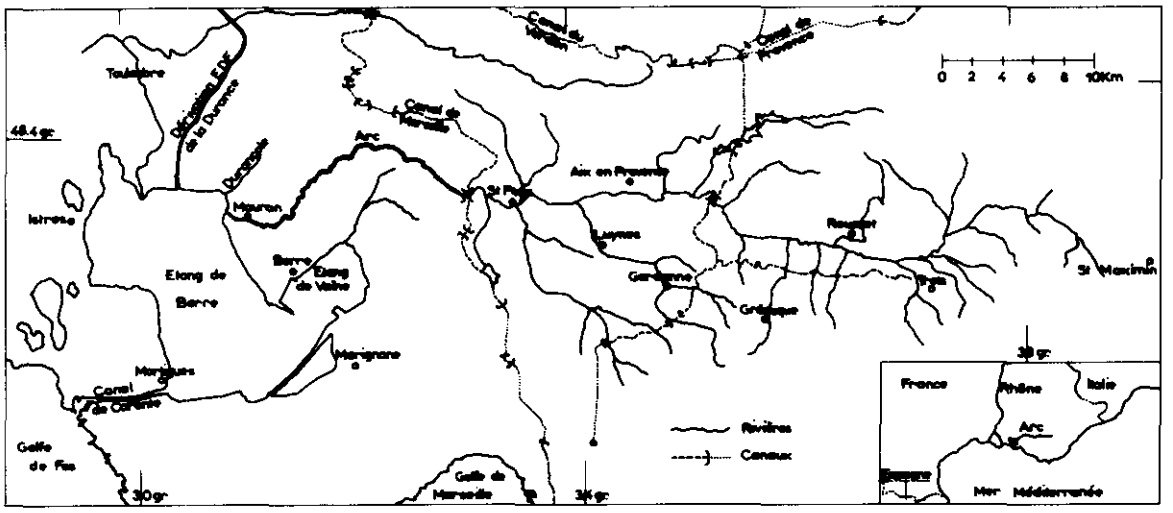


Fig. 1 - Etang de Berre et Bassin de l'Arc.

Il faudrait pour cela que les pollutions industrielles et urbaines y soient efficacement limitées et contrôlées et l'on constate effectivement une évolution très favorable sur ce plan (DALMAS-DE SANTI, 1982). Mais il faudrait aussi que les conditions hydrologiques soient relativement stabilisées par une régularisation du débit de la dérivation EDF (Electricité de France) de la Durance, ce qui n'est nullement le cas en ce moment et ne paraît pas devoir l'être dans un proche avenir.

On sait que la densité des populations phytoplanctoniques, leur biomasse et leur production sont très élevées dans les étangs de Berre et de Vaïne, notamment grâce à leur richesse en nutriments (KIM, 1983 ; KIM et TRAVERS, 1984).

L'approfondissement de l'étude écologique de ces étangs exige donc la connaissance des eaux apportées par leurs affluents. Or, jusqu'au 21 mars 1966, date de mise en fonction de la dérivation par l'EDF d'une bonne part des eaux de la Durance vers l'étang de Berre, le principal affluent de celui-ci était l'Arc. Il n'a plus maintenant que la seconde place par le débit des eaux, loin derrière le canal EDF, mais peut conserver une influence très importante à certains égards, notamment parce qu'il draine une région riche en activités de toutes natures : agricoles, industrielles et urbaines.

D'abord désigné sous les noms de Secoanus ou Sequanus dans l'antiquité (CHEVALLIER, 1917), ce cours d'eau est ensuite devenu : Arum, Ar, Lari ou Lar avant d'être maintenant plus habituellement nommé l'Arc.

Bien que JOLEAUD (1910, 1913) ait pu supposer que la dépression de Berre soit issue de la fusion d'une série d'abîmes ou que REPELIN (1910) ait envisagé la possibilité du creusement de l'étang de Berre par la Durance au Pléistocène, avant sa capture par le Rhône, une fois comblé le seuil de Lamanon, on estime plus généralement (e.g. COLLOT, 1882 ; DENIZOT, 1888 ; MARS, 1966) que ce sont surtout l'Arc et ses affluents qui en sont responsables.

Dans une plateforme tertiaire pénéplanée au Miocène, ils auraient creusé leurs vallées et la cuvette de Berre pendant la régression chelléenne, sur leur cours vers l'actuel Golfe de Fos. GOUVERNET (1960) pense toutefois que, dans une première phase, l'Arc se serait d'abord jeté au

Nord-Ouest dans la dépression de la Crau avant qu'un basculement l'amène ultérieurement à se diriger vers la région actuelle de Martigues, Caronte et Fos.

Quoi qu'il en soit, après une phase lacustre, la mer aurait envahi cuvette et vallées jusqu'à un niveau supérieur au niveau actuel d'au moins 8 m, peut-être même jusqu'à 22 ou 25 m. C'est alors que des dépôts nouveaux y auraient été apportés notamment par l'Arc qui débouchait alors beaucoup plus à l'Est que maintenant, mais a construit peu à peu un vaste delta correspondant sensiblement à l'actuelle plaine de Berre. Un nouvel abaissement du niveau de la mer (régression préflandrienne) a provoqué l'érosion de ces dépôts par l'Arc avant la dernière transgression (flandrienne) qui a conduit sensiblement à l'aspect actuel de l'étang et de ses affluents.

Jusqu'en 1966, en conjugaison avec les apports d'affluents moins importants et avec les résultats de l'érosion des berges par les eaux mêmes de l'étang, sous l'effet des vents, l'Arc pouvait être considéré comme le principal responsable de la réduction progressive de la profondeur de l'étang (de l'ordre d'1 cm par an). Malgré les apports nouveaux provenant de la Durance depuis mars 1966, la contribution de l'Arc demeure assurément très importante (e.g. ARNOUX *et al.*, 1980).

Outre ces apports naturels, l'Arc charrie aussi jusqu'à l'étang des polluants abondants et divers car son réseau hydrographique draine une région où les activités de culture et d'élevage demeurent importantes, où l'industrie s'est développée, notamment dans la banlieue d'Aix-en-Provence et le bassin de Gardanne et où l'urbanisation a connu et connaît encore un essor important.

L'"inventaire du degré de pollution des eaux superficielles" effectué en 1976 (ANONYME, 1980) fournit à cet égard divers renseignements régulièrement collectés à St Pons, au niveau du pont sur la Route Nationale 543, soit à environ 27 km de l'embouchure de la rivière (fig. 1). Une autre station de mesures est située à proximité de celle-ci (6 km à vol d'oiseau, mais 8 km de cours d'eau), sur un affluent, le ruisseau de Luynes, en amont du pont sur la R.N. 8. Les données des deux stations diffèrent peu et nous nous référerons surtout à la première citée.

La teneur en ions Cl et SO_4 est modérée et la conductivité électrique est moyenne pour de l'eau douce. Le poids de matières en suspension, assez variable, est généralement compris entre 25 et 50 $mg.l^{-1}$, mais peut devenir beaucoup plus important (en relation avec les crues). Les eaux sont extrêmement riches en orthophosphates. Les teneurs en nitrates sont proportionnellement plus modérées, mais l'ammonium est relativement abondant. Il y a aussi des quantités notables de détergents anioniques. En revanche, on ne signale pas d'éléments toxiques ou indésirables en quantités suffisantes pour nuire.

La demande en oxygène est seulement moyenne (DBO5) ou même faible (DCO). La pollution organique paraît donc modérée alors que la pollution minérale est forte. Mais la pollution bactériologique est très forte : il y a généralement une grande densité de coliformes "totaux", de coliformes et de streptocoques fécaux et l'on trouve des salmonelles. Enfin, l'indice hydrobiologique moyen, basé sur les indices biotiques déduits de l'étude des Invertébrés benthiques, indique une "pollution notable" atteignant un "stade critique".

MATERIEL ET METHODES

Les données pluviométriques utilisées sont celles qui ont été recueillies à la Station météorologique de Marignane. Les mesures du débit de l'Arc à St Pons ont été aimablement communiquées par le Service Régional de l'Aménagement des eaux.

Des mesures et prélèvements ont été effectuées régulièrement pendant deux ans en surface dans l'Arc, à environ 1,8 km de son embouchure, à partir du pont proche du village de Mauran (fig. 1). 52 sorties ont été réalisées du 7 décembre 1976 au 11 décembre 1978, au rythme moyen de 3 sorties par mois pendant la première année et d'une seule sortie mensuelle pendant la seconde année.

La température et le pH étaient mesurés sur place (thermomètre Richter & Wiese ; pH-mètre Metrohm 448, Titrisol Merck pH 7). L'eau prélevée était divisée en plusieurs fractions destinées à d'autres mesures ou aux diverses analyses et traitées en conséquence : 250 ml pour la salinité, autant pour l'oxygène dissous, encore autant pour les teneurs en phosphates, nitrates, nitrites et silicates dissous, et 500 ml pour la mesure du poids de seston. Voici de brèves indications sur les méthodes et techniques utilisées au laboratoire :

- seston (matériel particulaire en suspension) :
méthode de Krey (1950 a, 1950 b, 1964) ; filtres Sartorius en nitrate de cellulose, de 0,45 µm de porosité ; filtration de 100 à 500 ml d'eau.

- oxygène dissous : méthode de Winkler ; burette automatique Metrohm pour le degré de saturation, Tables Océanographiques Internationales (ANONYME, 1973).

- $N\text{-}NO_3$, $N\text{-}NO_2$, $Si\text{-}SiO_4$: Autoanalyseur Technicon Model II ; mode opératoire décrit par TREGUER et LE CORRE (1975).

- $P\text{-}PO_4$: méthode de Murphy et Riley (1962) ; mode opératoire de Strickland et Parsons (1972) : absorption mesurée à 885 nm.

Pour tenir compte de la répartition temporelle inégale des sorties, les moyennes générales présentées sont presque toujours des moyennes bisannuelles obtenues selon la pondération suivante : la moyenne bisannuelle est la moyenne des deux valeurs annuelles ; chacune de celles-ci est la moyenne des valeurs mensuelles de l'année concernée et chaque valeur mensuelle est elle-même la moyenne arithmétique des résultats de chaque sortie du mois.

RÉGIME HYDROLOGIQUE DE L'ARC

Long de 78 à 79 km selon nos propres mesures au curvimètre (mais seulement de 72 km selon CHEVALLIER, 1917), l'Arc coule d'Est en Ouest avec une pente modérée sur presque tout son parcours. En effet, d'abord rapide pendant quelques km, avec une courbe de type exponentiel (fig. 2), la pente demeure ensuite relativement constante jusqu'à l'embouchure. Les 240 m d'altitude sont annulés en 66 km, ce qui correspond à une pente de 3,6 ‰ . Localement, le gradient peut atteindre 4,5 °/₀ ou s'abaisser au-dessous de 3 °/₀ voire 2°/₀ dans les derniers km du cours.

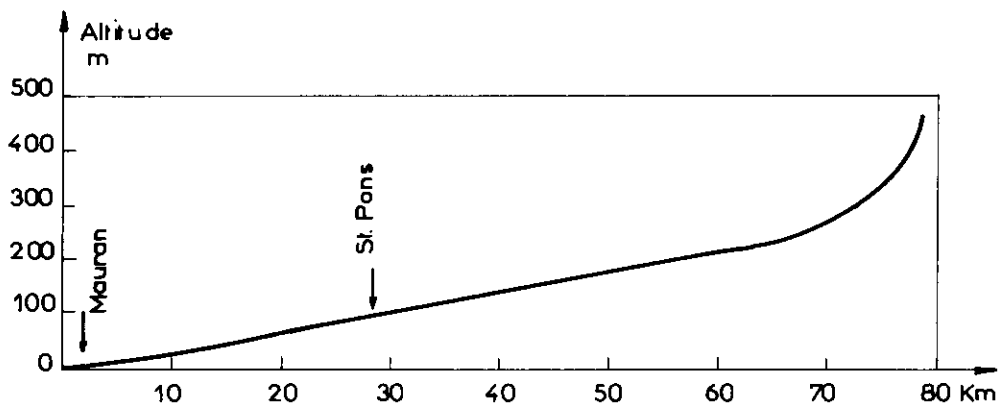


Fig. 2 - Profil en long de l'Arc.

Le bassin versant naturel de l'Arc couvre 775 km^2 selon CHEVALLIER (1917), 738 km^2 selon SCHACHTER (1954) et 732 km^2 selon nos propres évaluations. Mais l'Arc reçoit aussi, par l'intermédiaire des réseaux d'irrigation, de l'eau provenant initialement de zones extérieures à son propre bassin versant.

Sa situation géographique devrait faire de l'Arc un cours d'eau typiquement méditerranéen. Cette qualification doit cependant être nuancée. En effet, l'importance des variations saisonnières, largement déterminées par le régime pluvial, l'existence de crues importantes, de même origine, la variabilité interannuelle, sont bien des caractéristiques méditerranéennes, mais elles sont un peu atténuées, sans doute grâce aux possibilités de pondération karstique, mais aussi par des régulations anthropogènes telles que l'effacement partiel de la pénurie estivale naturelle par les rejets et surplus d'eaux provenant le plus souvent d'autres bassins.

CHEVALLIER (1917) évalue le débit de l'Arc à 5 $m^3.s^{-1}$ en eaux moyennes, 1 $m^3.s^{-1}$ à l'étiage et jusqu'à 700 $m^3.s^{-1}$ en grandes crues. Cette valeur maximale considérable indiquée par

REPELIN (1914, fide MARS, 1966), pourrait étonner si l'on ne connaissait le caractère méditerranéen du régime pluviométrique. Des pluies torrentielles sont à l'origine de telles crues, fréquentes dans les cours d'eau méditerranéens : GUILCHER (1965) cite un débit atteignant 3400 $m^3.s^{-1}$ pour le Tech, torrent pyrénéen dont l'impluvium n'atteint que la moitié de celui de l'Arc (382 km^2, selon GUILCHER).

SCHACHTER (1954) indique une variation, selon les jours, du débit moyen entre 0,08 et 8 $m^3.s^{-1}$ pour le 2ème semestre 1952 et l'année 1953, les moyennes mensuelles variant entre 0,43 en août et 4,26 $m^3.s^{-1}$ en octobre. Pour 1953, l'apport total de l'Arc à l'étang de Berre aurait été de 65,84.10^6 m^3, ce qui correspond à un module brut (débit moyen annuel) de 2,1 $m^3.s^{-1}$environ.

Ces valeurs sont très inférieures à celles que propose CHEVALLIER (1917) : "5 $m^3.s^{-1}$, chiffre donné par les différents auteurs", écrit-il, ce qui équivaut à une abondance moyenne de 158.$10^6 m^3 an^{-1}$. CHEVALLIER remarque d'ailleurs que cette évaluation équivaudrait bien à peu près au tiers des précipitations reçues par le bassin, si elles correspondent à 600 mm de hauteur annuelle (775.$10^6 m^2$ x 0,6 m x $\frac{1}{3}$ = 155.10^6 m^3).

MINAS (1973, 1974) adopte sensiblement les données de SCHACHTER (1954) et retient un apport annuel de 65.10^6 m^3 et par conséquent un module de 2 $m^3.s^{-1}$.

Bien que les conditions météorologiques et surtout l'utilisation de l'eau par l'homme aient beaucoup changé entre les dates des travaux de CHEVALLIER et de SCHACHTER, puis de MINAS, les estimations de ces deux derniers auteurs nous semblent faibles. En effet, il paraît raisonnable d'estimer la hauteur moyenne des précipitations sur le bassin à 600 mm au moins car si elle n'atteint que 523 mm à Berre, elle est de 608 à Rousset, 663 à Trets, 782 à Gréasque (ANONYME, 1975). Elle atteint même 838 mm à St Maximin-la Ste Baume, en bordure du bassin.

Si l'on adopte cette valeur de 600 mm, le bassin versant de l'Arc reçoit environ 460.10^6 m^3 d'eau en année moyenne. Si l'apport à l'embouchure n'était que de 65.10^6 m^3, le quotient (ou coefficient) d'écoulement s'élèverait seulement à 0,14, ce qui laisserait un déficit d'écoulement de 86 %. Cette valeur nous semble exagérément élevée. Certes, la pente générale est plutôt faible, les vents fréquents et la température estivale assez élevée, mais il ne pleut guère pendant la saison chaude et l'irrégularité du régime pluviométrique, avec ses averses torrentielles, tend à réduire fortement le déficit d'écoulement. En outre, l'Arc reçoit des eaux usées domestiques ou industrielles et des surplus d'irrigation qui ont souvent une origine extérieure au bassin (Verdon ou Durance). On peut aussi remarquer qu'il paraît difficile d'accepter une valeur de 2 $m^3.s^{-1}$ pour le module de l'Arc, si celui de la Durançole, petite rivière dont l'embouchure est très voisine de celle de l'Arc, est bien d'1 $m^3.s^{-1}$ environ (RAZAKANDISA, 1963 ; MARS, 1966).

Pour essayer de mieux préciser la situation au moment de notre étude, nous pouvons recourir à des mesures de débit effectuées dans l'Arc de façon continue, avec un limnigraphe à flotteur, par le Service Régional d'Aménagement des eaux. Malheureusement pour nous, ces mesures ne sont pas faites près de l'embouchure de l'Arc, mais à St Pons où la rivière a encore environ 27 km à parcourir avant de parvenir à l'étang de Berre.

D'après les données recueillies de 1971 à 1981, les débits maximaux sont généralement observés au premier trimestre ou au mois d'octobre. La valeur (instantanée) de 100 $m^3.s^{-1}$ est dépassée à peu près une année sur deux et le maximum constaté pendant la période a atteint 272 $m^3.s^{-1}$. Pendant ces onze années, les valeurs de débit moyen journalier ont fluctué entre 0,43 (juillet 1979) et 225 $m^3.s^{-1}$ (janvier 1978). Les valeurs inférieures à 1 $m^3.s^{-1}$ ont été très rares jusqu'en 1978, mais plus fréquentes depuis 1979.

Toujours pour la même période 1971-1981, les débits moyens mensuels ont varié entre 0,79 (août 1981) et 25,3 $m^3.s^{-1}$ (janvier 1978) et les débits moyens annuels entre 1,45 (1981) et 6,40 $m^3.s^{-1}$ (1978). L'importance de ces variations saisonnières et de cette irrégularité interannuelle sont bien caractéristiques du régime méditerranéen, en relation avec le régime pluvial. Les relations entre pluies à Marignane et débit à St Pons apparaissent bien sur les figures 3 et 4 qui concernent seulement 1977 et 1978. L'incidence des fortes pluies est généralement nette, mais son importance dépend probablement beaucoup du niveau des réserves naturelles ou artificielles au moment des précipitations.

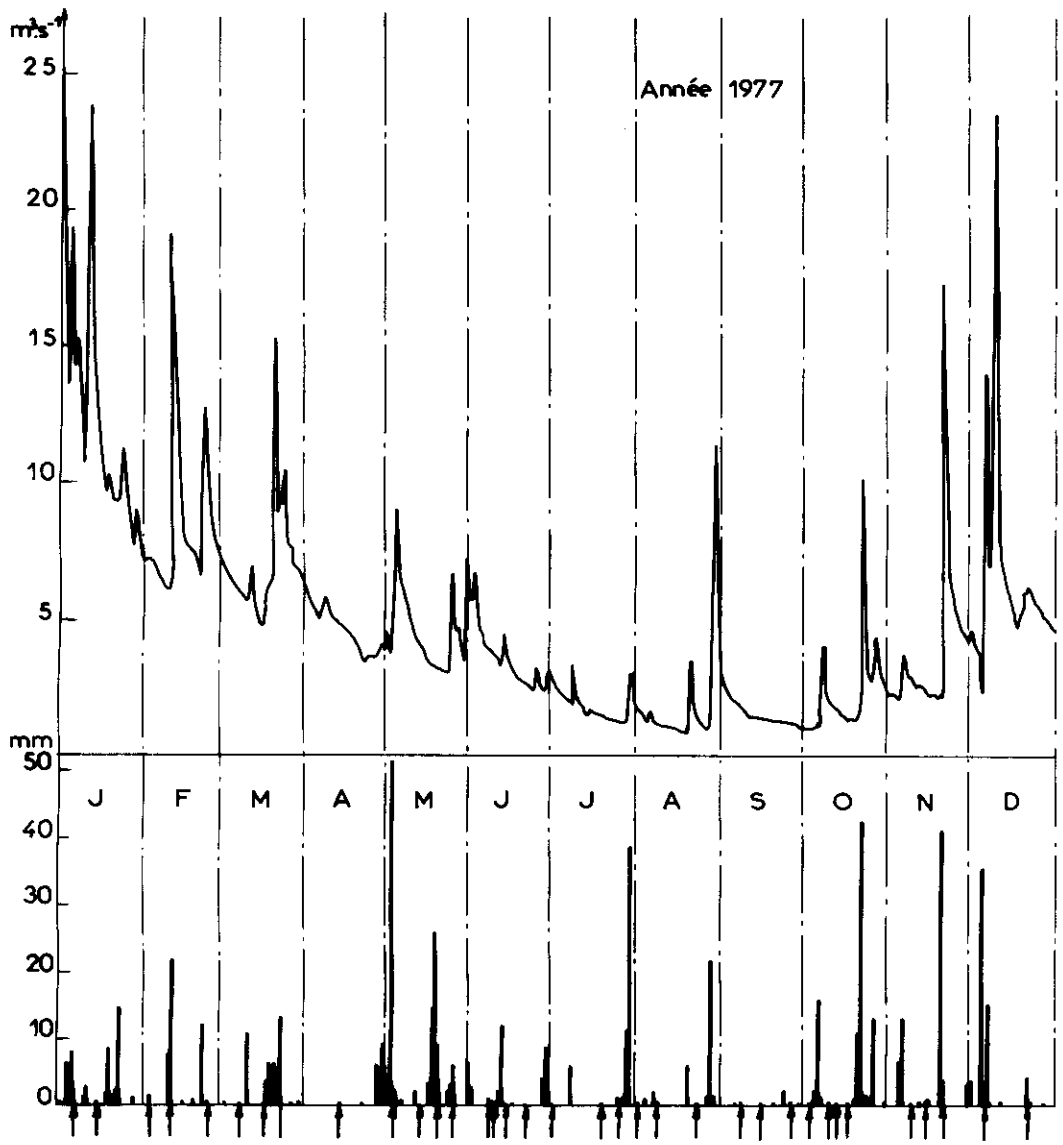


Fig. 3 - Courbes journalières des débits à St Pons et des précipitations à Martigues en 1977. Les flèches sous l'abscisse indiquent les jours de sortie.

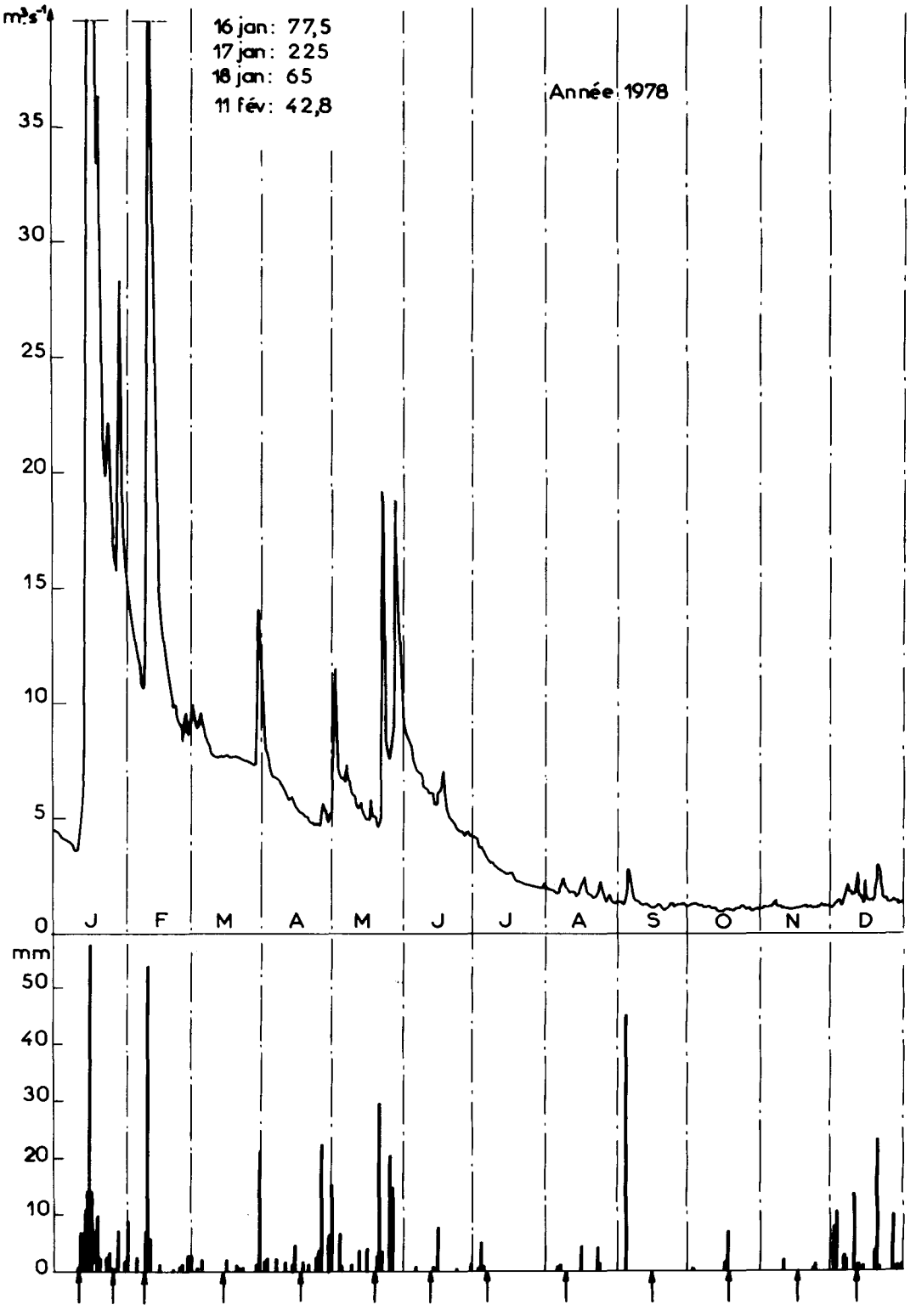


Fig. 4 - Courbes journalières des débits à St Pons et des précipitations à Martigues en 1978. Les flèches sous l'abscisse indiquent les jours de sortie.

Sur la période 1971-1981, la moyenne des modules (annuels) atteint 4,02 $m^3.s^{-1}$. Compte tenu de ce que les mesures faites à St Pons ne concernent que 78 % environ du bassin versant de l'Arc, on peut estimer le module moyen à l'embouchure à un peu plus de 5 $m^3.s^{-1}$ et l'apport annuel dans l'étang de Berre à 163.10^6 m^3. On est frappé par la proximité de ces valeurs et de celles proposées par CHEVALLIER (1917).

Mais la variabilité interannuelle est telle que l'apport estimé d'après les mesures de St Pons s'élève seulement à 59.10^6 m^3 en 1981, ce qui nous ramène tout près des valeurs utilisées par SCHACHTER (1954) ou MINAS (1973, 1974), tandis qu'il atteint environ 260.10^6 m^3 en 1978 (soit 8,2 $m^3.s^{-1}$ à l'embouchure pour 6,40 à St Pons) et 200.10^6 m^3 en 1977 (soit environ 6,3 $m^3.s^{-1}$ à l'embouchure pour 4,93 à St Pons).

On peut considérer ces valeurs comme des estimations minimales car elles ne tiennent pas compte des apparents surplus d'irrigation de la plaine de Berre, surplus pour lesquels nous ne disposons d'aucune évaluation. La valeur de 470.10^6 m^3 d'apport annuel total de l'Arc en 1977-78, publiée antérieurement (KIM, 1982 ; KIM et TRAVERS, 1983), est cependant probablement exagérée.

Le débit moyen de l'Arc a de toute façon été sensiblement supérieur à la moyenne pendant deux années qui nous intéressent plus particulièrement. Or, ces deux années ont connu une évaporation anormalement faible - 1116 mm en 1977 et 1095 mm en 1978 - et des précipitations supérieures à la moyenne : 646,9 mm en 1977 et 551,5 mm en 1978 à la Station météorologique de Marignane, au lieu de 520 environ, d'après les diverses moyennes citées par les auteurs (MARS, 1966 ; KIENER et LONGUEMARE, 1968 ; MINAS, 1973). Les quantités d'eau reçues par le bassin de l'Arc ont donc probablement dépassé 460.10^6 m^3 pour atteindre des valeurs voisines de 570.10^6 en 1977 et 490.10^6 en 1978.

Enfin, les évaluations précédentes peuvent être confortées à partir des observations suivantes, effectuées en 1977-78. En saison "sèche", on a estimé la vitesse du courant à environ 0,8 $m.s^{-1}$ et la section du cours d'eau à 6 m^2 au pont de Mauran. En période de crues, la vitesse varie entre 1 et 3 $m.s^{-1}$ et la section atteint 40 à 60 m^2. Les débits correspondants valent donc environ 5 $m^3.s^{-1}$ en saison sèche et 40-150 $m^3.s^{-1}$ pendant les crues. Il suffirait de 10 jours à 100 $m^3.s^{-1}$ et 355 jours à 5 $m^3.s^{-1}$ pour que l'apport annuel atteigne environ 240.10^6 m3.

CARACTÈRES PHYSIQUES ET CHIMIQUES DU MILIEU

I - SESTON ET TRANSPARENCE (fig. 5)

Au lieu d'étude, l'eau était assez claire, sauf après des pluies abondantes. Aucune mesure de transparence ou de turbidité n'y a été effectuée (et ne semble l'avoir été antérieurement) mais le contenu sestonique a été régulièrement évalué à partir d'octobre 1977. Or, on sait que c'est lui le principal facteur déterminant de la transparence (cf. KIM et TRAVERS, 1983).

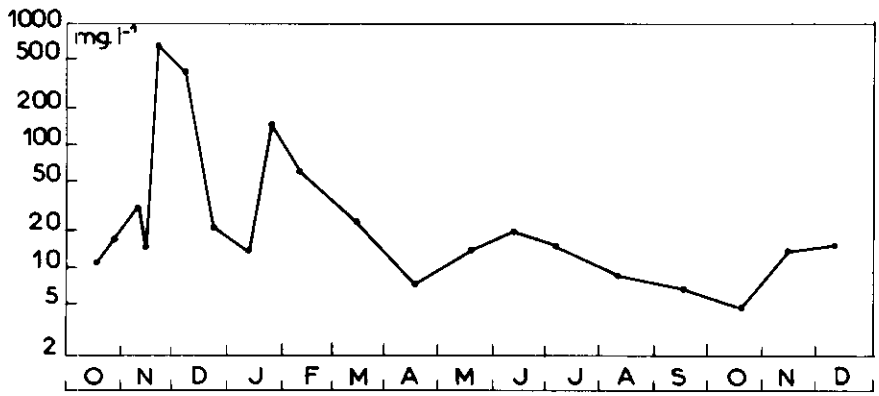


Fig. 5 - Evolution du poids sestonique d'octobre 1977 à décembre 1978.

Le poids sestonique s'est révélé extrêmement variable, de 5 à 660 mg de matière sèche par litre, la moyenne s'élevant à 41,2 (compte tenu de ce que seuls les mois d'octobre à décembre ont été échantillonnés en 1977). Cette variabilité de la charge particulaire dépend notamment des précipitations et des crues. Si l'on exclut les deux valeurs les plus élevées (660,0 $mg.l^{-1}$ le 22.11.77 et 402,5 le 7.12.77), mesurées à la suite d'inondations, la moyenne tombe à 23,4 c'est-à-dire deux à trois fois moins qu'au débouché de la Touloubre ou de la dérivation de la Durance (KIM, 1981) ou sensiblement autant que dans l'étang de Vaïne (KIM et TRAVERS, 1983). On constate aussi que parmi les 20 mesures effectuées 7 seulement excèdent 20 $mg.l^{-1}$, toutes situées de novembre 1977 en mars 1978. Les données présentées ici ne diffèrent pas sensiblement de celles obtenues à St Pons en 1976 (ANONYME, 1980).

Un volume annuel de 260.10^6 m^3 d'eau contenant en moyenne 41,2 mg de seston par litre aurait apporté en 1978 10.712 t ("poids sec") de seston à l'étang de Berre. Si l'on fait une estimation mois par mois (en utilisant les moyennes mensuelles des teneurs et des débits), l'apport annuel s'élève à 12.292 t. Mais si l'on pouvait tenir compte de ce que les crues apportent en quelques jours des volumes considérables d'une eau alors extrêmement chargée, on pourrait plutôt envisager des valeurs nettement plus élevées que ces estimations minimales. Or, en comparant les figures 3 et 4 à la figure 5, et bien qu'aucune mesure n'ait été effectuée au moment d'une crue, on se rend compte qu'en effet la teneur en seston peut s'accroître considérablement quand le débit s'élève au-dessus de 5 ou 6 $m^3.s^{-1}$. Par conséquent, l'évaluation très approximative de l'apport sestonique annuel à "près de 20 000 t" publiée antérieurement par KIM et TRAVERS (1983) n'est peut-être pas exagérée.

II - TEMPÉRATURE (fig. 6)

Les températures extrêmes mesurées à la station choisie sont de 7,98°C (le 11 janvier 1978) et 21,17°C (le 1er août 1977). Ces deux valeurs sont sensiblement plus élevées (de 2 à 3°C environ) que celles correspondant aux embouchures de la dérivation EDF et de la Touloubre. Il en est de même pour la moyenne bisannuelle qui s'élève ici à 13,91°C, valeur peu inférieure à celle de la température de l'air à Marignane pendant la même période : 14,4°C.

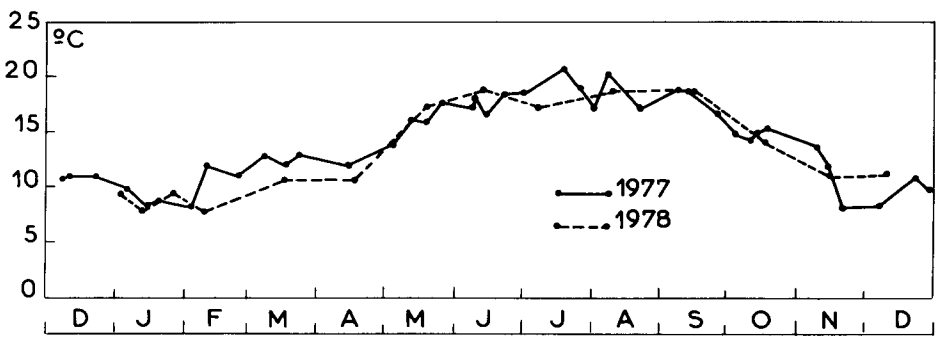


Fig. 6 - Evolution de la température de l'eau de surface.

La figure 6 montre un cycle annuel net, mais non dépourvu de petits accidents, cycle passant par un minimum de 8°C en janvier-février et une phase chaude qui peut durer de juin à septembre et atteindre 21°C, valeur qui dépasse les maximums observés au débouché de la Touloubre, de la Durançole et de la dérivation de la Durance (KIM, 1981). Il est à remarquer que l'écart annuel constaté, quoiqu'un peu supérieur à ceux observés au débouché de la Touloubre et du canal de la Durance, est au contraire bien inférieur à ceux mesurés en même temps dans les étangs de Berre et de Vaïne où les valeurs minimales peuvent descendre 3°C plus bas, tandis que les maximums montent 3°C plus haut. BRUN (1967) a également observé dans l'estuaire du Rhône des écarts supérieurs (d'environ 4°C) à ceux mesurés dans l'Arc.

III - OXYGÈNE DISSOUS (fig. 7)

La teneur en oxygène des eaux de l'Arc varie assez peu, le plus souvent entre 6 et 8 $ml.l^{-1}$, autour d'une moyenne de 6,87. L'effet de la température sur la solubilité de l'oxygène dans l'eau tend à réduire les teneurs en été et à les élever pendant la saison froide. C'est cependant en été 1977 qu'ont été observées les teneurs les plus importantes : le 22 juin, les 19 et 26 juillet (9,5 ml/l) et le 8 août. Compte tenu de la température, il en résulte à cette époque un taux de saturation très exceptionnellement élevé pour de telles eaux puisqu'il atteint 147 % en fin juillet, alors que le taux moyen dans l'Arc, pour l'ensemble des deux années, n'est que de 95,3 %.

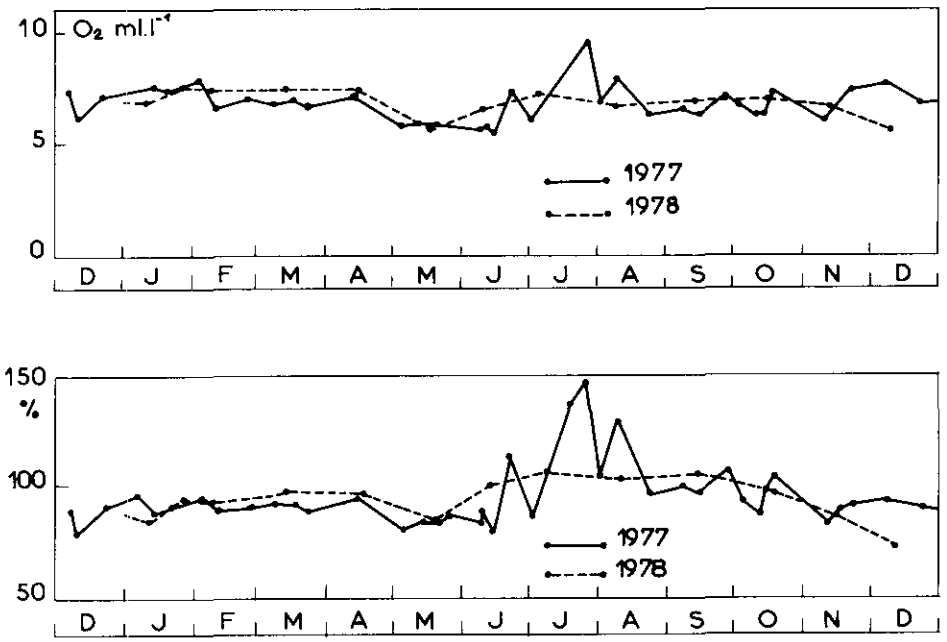


Fig. 7 - Evolution de la teneur (en haut) et du degré de saturation (en bas) en oxygène dissous.

Les données sur le phytoplancton et ses pigments qui sont présentées par ailleurs (KIM et TRAVERS, sous presse) n'offrent aucune explication satisfaisante de cette forte sursaturation. On peut supposer qu'elle résulte de l'activité photosynthétique intense de végétaux benthiques à cette époque, mais ce n'est qu'une hypothèse.

L'été est la seule saison présentant de la sursaturation. Le reste du temps, les eaux de l'Arc sont un peu sous-saturées en oxygène, comme le sont en tout temps celles de la Touloubre et de la Durançole et comme le sont assez souvent celles des bords des étangs de Berre et de Vaïne (KIM, 1981). Au contraire, la grande masse des eaux de l'étang de Berre, mises à part les eaux hypoxiques proches des fonds, est très généralement et assez nettement sursaturée.

IV - pH (fig. 8)

Les valeurs mesurées dans l'Arc se classent dans un faible intervalle de dérivation : 7,8 à 8,1 autour d'une moyenne bisannuelle de 7,97. C'est un pH sensiblement moins alcalin que celui que l'on observe dans les étangs de Berre et de Vaïne (environ 8,3-8,4 en moyenne) et légèrement moins alcalin que celui observé en mer proche (8,1 en moyenne). Les valeurs mesurées dans l'Arc sont très comparables à celles que l'on peut observer dans la Touloubre et se situent le plus souvent entre celles de la Durançole, un peu plus basses, et celles un peu plus élevées, constatées au débouché de la dérivation de la Durance dans l'étang de Berre. Enfin, les valeurs observées dans l'Arc se situent dans la gamme de variation de celles du Rhône (BRUN, 1967).

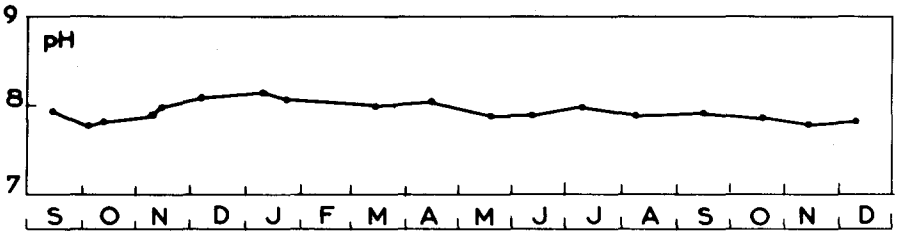


Fig. 8 - Variations du pH de l'Arc.

Nous n'avons pas effectué de mesures concernant le système carbonique dans l'Arc, mais on sait (e.g. HUTCHINSON, 1957 ; DUSSART, 1966) que pour un pH voisin de 8, il n'y a pratiquement que des bicarbonates et presque pas de CO_2 "libre" (ou d'acide carbonique) ni d'ions carbonatés. Ce type de dissociation correspond bien à la dureté élevée des eaux de l'Arc (degré hydrotimétrique total compris entre 30 et 50° français dans tout le bassin ; Anon., 1980).

A défaut de pouvoir vérifier la corrélation négative entre pH et teneur en CO_2, on peut constater globalement une assez bonne corrélation positive entre le pH et la quantité d'oxygène dissous dans l'eau (fig. 9).

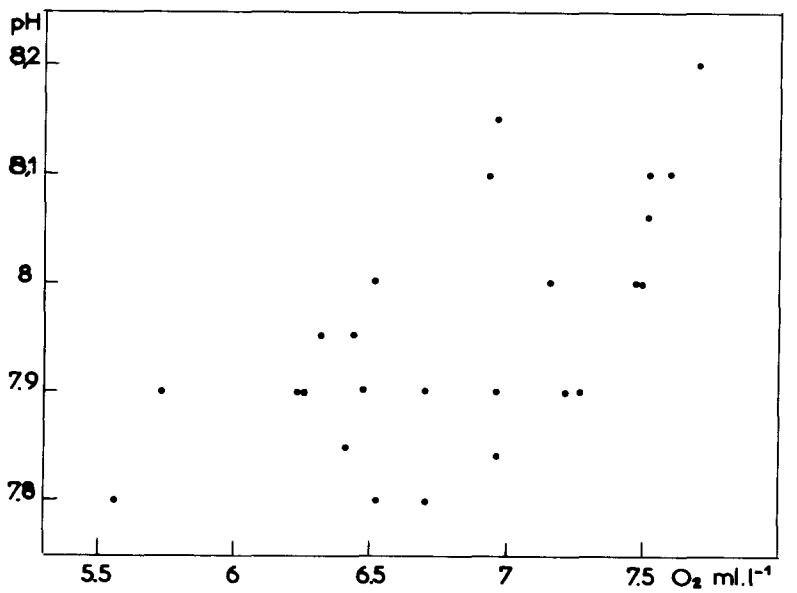


Fig. 9 - Corrélation entre pH et teneur en oxygène dissous.

V - TENEUR EN PHOSPHATES (fig. 10)

Même si l'on omet les valeurs tout à fait extrêmes, la teneur de l'Arc en $P\text{-}PO_4$ demeure très variable, entre 3 et 30 $\mu atg.l^{-1}$ environ, et tend à croître progressivement de janvier jusqu'en octobre ou novembre. Cet intervalle est cohérent avec les mesures effectuées en 1976 à St Pons (ANONYME, 1980). En revanche, ses limites sont doubles de celles données par MINAS (1974). La moyenne indiquée par cet auteur est d'ailleurs de 8,09 $\mu atg.l^{-1}$ alors que nous avons trouvé une moyenne bisannuelle de 13,66 $\mu atg.l^{-1}$. C'est vraiment une valeur considérable puisqu'elle est plus de deux fois supérieure à celle observée à la même époque dans la Touloubre, pourtant riche en phosphates aussi, et respectivement 7 et 24 fois ce qu'on trouve en moyenne dans la Durançole et dans la dérivation de la Durance (KIM, 1981). La gamme indiquée par BRUN (1967) pour le Rhône est aussi très inférieure à celle de l'Arc. En fait, seule la Touloubre, à son débouché, est vraiment comparable à l'Arc sur ce

point puisque drainant aussi des terres agricoles enrichies en phosphates par les engrais, et des aires urbanisées dont les rejets domestiques sont également riches en détergents donc en phosphates. De décembre à mars, les teneurs des deux cours d'eau sont d'ailleurs assez proches, mais ensuite elles divergent beaucoup.

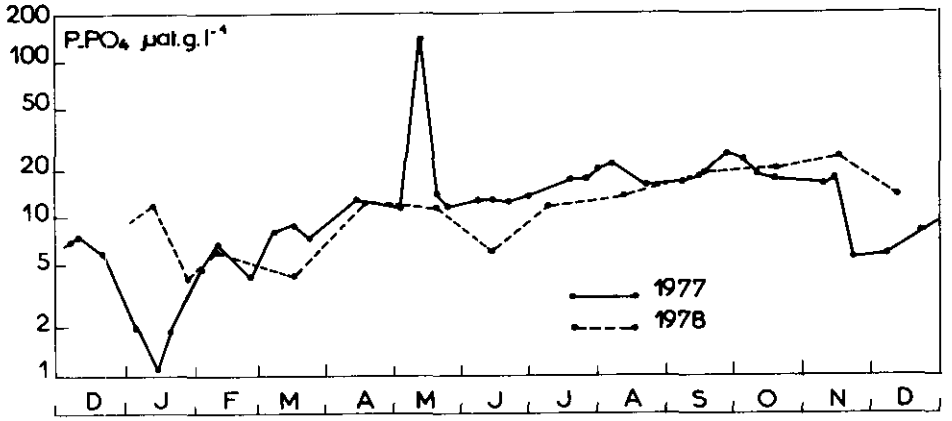


Fig. 10 - Evolution de la teneur en phosphates.

Dans l'étang de Berre, pourtant un peu plus riche que la mer, les valeurs sont presque toujours inférieures à 1 µatg.l^{-1}, autour d'une moyenne pondérée de 0,54, mais sont en moyenne 3 fois plus élevées dans l'étang de Vaïne.

Les phosphates apportés aux étangs par l'Arc, et accessoirement la Touloubre, jouent assurément un rôle primordial pour entretenir l'importante production primaire constatée dans ces eaux saumâtres, et même dans les eaux marines proches.

Les moyennes annuelles de la teneur en phosphates et du débit de l'Arc conduisent à estimer l'apport annuel de phosphore minéral en 1977-78 à environ 100 tonnes, soit à peu près autant que la Durance vraisemblablement. Toutefois, si l'on effectue les calculs à l'aide des moyennes mensuelles, l'estimation ne s'élève qu'à 70 tonnes environ. Ces valeurs, très supérieures à l'estimation de MINAS en 1974 (16 tonnes environ), peuvent être comparées à la quantité totale de phosphore minéral présente en moyenne dans les étangs, soit à peu près 20 tonnes en 1977-78. On voit donc que l'Arc joue un rôle très important dans le maintien des réserves de phosphates des étangs, permettant ainsi le développement continu d'un phytoplancton abondant (KIM et TRAVERS, 1984).

VI - TENEUR EN NITRATES (fig. 11)

Elle présente dans l'Arc des variations saisonnières très tranchées, avec des valeurs de l'ordre de 100 à 150 µatg.l^{-1} pendant le premier semestre, et en juillet un saut brusque dans la gamme de 300-400 µatg.l^{-1} (et même jusqu'à 525 en 1977) et un retour au plateau antérieur en novembre ou un peu plus tardivement. Comme pour les phosphates, voilà un cycle qui s'accorde mal avec celui de l'utilisation de l'azote par les organismes photosynthétiques et l'on peut donc penser que le lessivage des terrains agricoles par les eaux d'irrigation en est la cause dominante. Il faut ajouter que le bassin de l'Arc est riche en élevages d'ovins et de porcs.

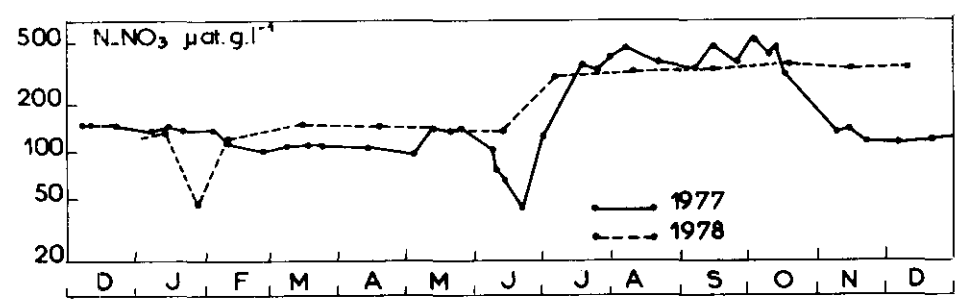


Fig. 11 - Evolution de la teneur en nitrates.

Comme pour la teneur en phosphates, mais de façon un peu plus durable, les valeurs observées dans l'Arc et dans la Touloubre demeurent très voisines pendant plusieurs mois, jusqu'en mai pour $N\text{-}NO_3$, avant de diverger beaucoup pendant l'été et jusqu'en automne (KIM, 1981). La comparaison avec les eaux proches conduit d'ailleurs un peu aux mêmes conclusions que pour les phosphates, avec des écarts cependant plus modérés.

La moyenne bisannuelle obtenue pour la teneur en nitrates de l'Arc s'élève à 224,90 µatg. l^{-1}, soit un peu plus de 2 fois ce qu'on trouve alors dans la Touloubre, 3 fois la teneur de la Durançole et 7 fois celle du canal EDF-Durance. Les rapports avec les étangs et surtout la mer ou le Rhône (BRUN, 1967) sont encore plus élevés. Ainsi voit-on encore ici l'incidence importante pour la richesse des étangs des apports minéraux de leurs affluents et notamment de l'Arc. On peut estimer à au moins 724 t environ (d'après les moyennes annuelles) ou 642 t (moyennes mensuelles) la quantité d'azote nitrique apportée annuellement en 1977-78 par l'Arc à l'étang de Berre, qui en contenait alors en moyenne 243 t auxquelles il faut ajouter 31 t pour l'étang de Vaïne. Ces valeurs des apports annuels sont 4 à 5 fois supérieures à celles mesurées par MINAS (1974). Ce fort accroissement est dû à la fois à des débits plus forts et à des teneurs plus élevées.

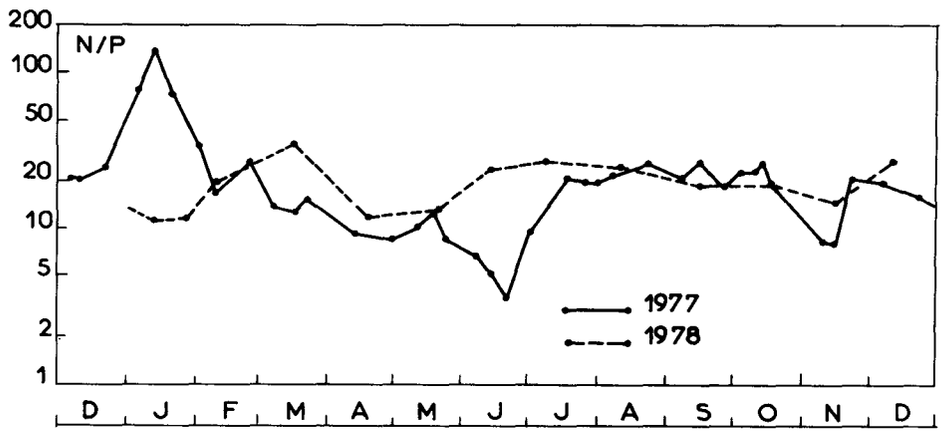


Fig. 12 - Evolution du rapport nitrates/phosphates.

La figure 12 présente les variations du rapport nitrates/phosphates (rapport atomique $N\text{-}NO_3/P\text{-}PO_4$), variations beaucoup plus amples en 1977 qu'en 1978. La valeur moyenne du rapport pour la période d'étude s'établit à 20,9. C'est une valeur certes un peu plus élevée que ce que l'on observe en mer, mais en revanche, nettement plus faible que les moyennes concernant les étangs et les autres eaux douces étudiées ici.

VII - TENEUR EN NITRITES (fig. 13)

Comme pour les phosphates et les nitrates et sans doute pour les mêmes raisons, on retrouve une richesse exceptionnelle des eaux de l'Arc en nitrites (sur 2 ans : 10,89 µatg.l^{-1}), considérablement supérieure à celles de la Durance et de la Durançole et atteignant en moyenne un peu plus du double de celle de la Touloubre (KIM, 1981).

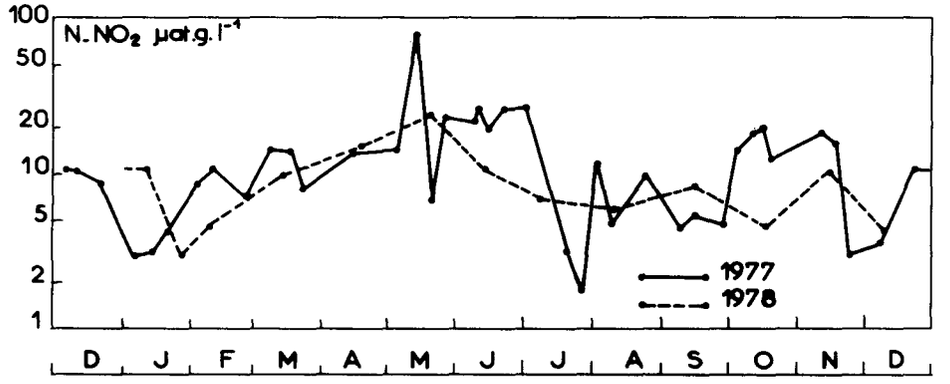


Fig. 13 - Evolution de la teneur en nitrites.

Les variations saisonnières observées dans l'Arc (de 1,8 à 27,9 µatg.l^{-1}) sont assez irrégulières, mais présentent cependant un maximum printanier qui précède donc logiquement celui des nitrates en été.

Pour les nitrites, comme pour les autres nutriments traités précédemment, l'Arc se révèle un pourvoyeur essentiel des étangs en éléments susceptibles de limiter la production phototrophe. Pour les nitrites, il occupe même la première place. On peut considérer qu'il a apporté environ 33 à 35 t de $N\text{-}NO_2$ chaque année à l'étang de Berre en 1977-78. Cet apport annuel est à comparer aux 13 t d'azote nitreux présentes en moyenne dans les étangs, ce qui donne un rapport très proche de celui concernant les nitrates.

VIII - TENEUR EN SILICATES (fig. 14)

On ne retrouve pas avec les silicates les teneurs exceptionnelles observées dans l'Arc pour les phosphates, nitrates et nitrites. Rien d'étonnant à cela puisque ni les terrains traversés, ni les pollutions reçues ne favorisent une abondance particulière des silicates. Aussi demeure-t-elle relativement modérée (65, 64 µatg.l^{-1} en moyenne) tout en présentant des variations assez importantes généralement comprises entre 30 et 100 µatg.l^{-1}. Ces teneurs, cohérentes avec celles des autres affluents de l'étang de Berre, sont cependant un peu supérieures à celles des étangs et très supérieures à celles de la mer proche.

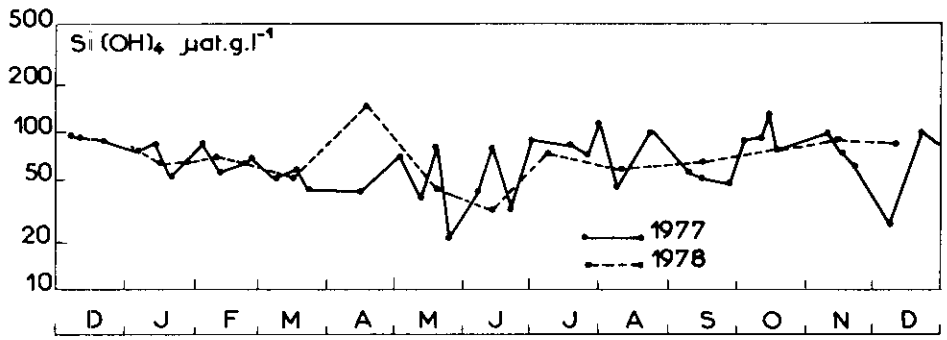


Fig. 14 - Evolution de la teneur en silicates.

L'apport annuel de silicium dissous à l'étang de Berre par l'Arc en 1977-78 s'élève tout de même à environ 400 à 430 tonnes (selon le mode de calcul), quantité nullement négligeable par rapport aux 953 t contenues par les étangs en moyenne, bien que le rapport des nombres soit sensiblement différent de ce qu'il était pour les formes minérales de phosphore et d'azote. Moins essentielle pour Si que pour N et P, la contribution de l'Arc à l'écologie des étangs présente cependant une importance notable puisque le silicium aussi a pu constituer en été un facteur limitant pour la production d'organismes riches en silice comme les diatomées.

Il ne semble pas y avoir un cycle annuel bien défini de la teneur de l'Arc en silicates. Seul le minimum de mai-juin pourrait être significatif et déterminé par une utilisation biologique maximale, comme en juillet-août dans les étangs.

CONCLUSION

Avec un débit moyen d'environ 5 $m^3.s^{-1}$ (mais 6,3 et 8,2 $m^3.s^{-1}$ respectivement en 1977 et 1978, années particulièrement pluvieuses), l'Arc demeure le plus important affluent naturel de l'Etang de Berre, mais les 150 à 260.10^6 m^3 d'eau apportés annuellement ne sont que peu de choses vis-à-vis de la masse d'eau 20 à 30 fois plus importante charriée par la dérivation EDF de la Durance.

En revanche, l'Arc conserve un rôle éminent dans l'écologie des étang de Berre et Vaïne si l'on considère ses apports de nutriments. En effet, il est beaucoup plus riche que les autres affluents (le canal de la Durance surtout) en phosphates, nitrates et nitrites. Ses seuls apports

annuels en $P\text{-}PO_4$, $N\text{-}NO_3$ et $N\text{-}NO_2$ peuvent être respectivement estimés à 3,5 ; 2,7 et 2,6 fois le contenu total des étangs en phosphore inorganique, azote nitrique et azote nitreux.

Cette richesse exceptionnelle en éléments biogènes, résultat convergent de diverses activités humaines, notamment agricoles, dans le bassin de l'Arc, joue un rôle essentiel dans le maintien d'une biomasse et d'une production phytoplanctoniques élevées dans les étangs de Berre et Vaïne. La production primaire est toutefois quelque peu freinée par l'abondance du seston qui réduit la transparence.

REMERCIEMENTS

Les auteurs remercient vivement M. PEIGNIER, du Service Régional de l'Aménagement des Eaux en Provence-Alpes-Côte-d'Azur, qui leur a aimablement communiqué un ensemble de données recueillies à la Station de St Pons.

REFERENCES BIBLIOGRAPHIQUES

ANONYME (1973). *International oceanographic tables, vol. 2.* Wormley, nat. Inst. Oceanogr. and Paris, UNESCO : 1-141

ANONYME (1975). C.N.R.S. *Carte climatique détaillée de la France. Feuille Marseille.* Ed. Ophrys, Gap et Paris.

ANONYME (1980). Inventaire du degré de pollution des eaux superficielles, rivières et canaux. Campagne 1976 et comparaison avec la campagne 1971. *Minist. Environnement et Cadre de vie. Rapport général* : 1-207.

ARNOUX A., MONOD J.L., BOUCHARD P. et AIRAUDO C.B. (1980). Evolution et bilan de la pollution des sédiments de l'étang de Berre. *Comm. int. Explor. Sci. Médit., Ve Journ. Etud. Poll.*, Cagliari : 433-446.

BRUN G. (1967). Etude écologique de l'estuaire du "Grand-Rhône". *Bull. Inst. océanogr. Monaco, 66* (1371) : 1-46.

CHEVALLIER M.A. (1917). L'étang de Berre. *Ann. Inst. océanogr. Monaco, 7 (4)* : 1-91.

COLLOT L. (1882). Histoire quaternaire et moderne de l'Etang de Berre. *Bull. Soc. géol. Fr., sér. 3, 10* : 1-333.

DALMAS-DESANTI M. (1982). *L'étang de Berre : évolution de la qualité climatique et bactérienne des eaux.* Thèse 3ème cycle Aix-Marseille 2 : 1-228.

DENIZOT G. (1938). La Crau, la Camargue et l'Etang de Berre. Etude géologique (1ère partie). *Ann. Fac. Sci. Marseille, (2e série) : 11* : 3-159, 1 pl.

DUSSART B.M. (1966). *Limnologie. L'Etude des eaux continentales.* Paris, Gauthier-Villars : 1-676.

GOUVERNET C. (1960). Evolution géologique des relations Berre-Rhône-Basse-Durance pendant les temps pliocènes et quaternaires. *Ann. Fac. Sci. Marseille, 29* : 273-279.

GUILCHER A. (1965). *Précis d'hydrologie marine et continentale.* Paris, Masson : 1-389.

HUTCHINSON G.E. (1957). *A treatise on limnology, vol. I : Geology, physics and chemistry,* New York, J. Wiley : 1-1015.

JOLEAUD L. (1910). Description des terrains quaternaires de la plaine du Comtat et de ses abords. *Mém. Soc. linn. Provence, 2* : 1-30.

JOLEAUD L. (1913). Contribution à l'étude du synchronisme des phénomènes quaternaires au Nord et au Sud de la Méditerranée occidentale. *Bull. Soc. linn. Provence. I* : 221-233.

KIENER A., LONGUEMARE R. (1968). 1967, une année très particulière pour l'évolution de l'étang de Berre. *La Houille Blanche, 8* : 725-735.

KIM K.T. (1981). *Le phytoplancton de l'étang de Berre : composition spécifique, biomasse et production ; relations avec les facteurs hydrologiques, les cours d'eau afférents et le milieu marin voisin (Méditerranée nord-occidentale).* Thèse d'Etat. Univ. d'Aix-Marseille II : 1-474.

KIM K.T. (1982). Un aspect de l'écologie de l'étang de Berre (Méditerranée nord-occidentale) : les facteurs climatologiques et leur influence sur le régime hydrologique. *Bull. Mus. Hist. nat. Marseille, 42* : 51-68.

KIM K.T. (1983). Production primaire pélagique de l'étang de Berre en 1977 et 1978. Comparaison avec le milieu marin. *Marine Biology, 73 (3)* : 325-341.

KIM K.T., TRAVERS M. (1983). La transparence et la charge sestonique de l'étang de Berre (Côte méditerranéenne française). Relations avec les affluents et le milieu marin voisin. *Hydrobiologia, 107* : 75-95.

KIM K.T., TRAVERS M. (1984). Le phytoplancton des étangs de Berre et Vaîne (Méditerranée nord-occidentale). *Int. Revue ges. Hydrobiol., 69 (3)* : 361-388.

KIM K.T., TRAVERS M. (sous presse). Le phytoplancton apporté par l'Arc à l'étang de Berre (Côte méditerranéenne française) : composition spécifique, pigments et adénosines 5' triphosphate.

KREY J. (1950 a). Ueber Art und Menge des Seston im Meere. Verh. deutsch. Zool. Meere, *1949* : 295-301.

KREY J. (1950 b). Eine neue Methode zur quantitativen Bestimmung des Planktons. *Kieler Meeresforsch., 7 (1)* : 58-75.

KREY J. (1964). Die mittlere Tiefenverteilung von Seston, Microbiomasse und Detritus im nördlichen Nördatlantik. *Kieler Meeresforsch., 20* : 18-29.

MARS P. (1966). Recherches sur quelques étangs du littoral méditerranéen français et sur leurs faunes malacologiques. *Vie Milieu, Suppl. 20* : 1-359, pl. 1-6.

MINAS M. (1973). *Sur la synthèse et la dégradation de la matière organique dans l'écosystème de l'étang de Berre. Dynamique et bilans. Rapports avec le régime hydrologique.* Thèse Etat, Aix-Marseille 2 : 1-339.

MINAS M. (1974). Distribution, circulation et évolution des éléments nutritifs, en particulier du phosphore minéral, dans l'étang de Berre. Influence des eaux Duranciennes. *Int. Revue ges. Hydrobiol., 59 (4)* : 509-542.

MURPHY J., RILEY J.P. (1962). A modified single solution method for the determination of phosphate in natural waters. *Anal. chim. Acta, 27 (1)* : 31-36.

RAZAKANDISA R.N. (1963). *Etude écologique d'un cours d'eau : la Durançole.* Thèse 3e Cycle, Aix-Marseille : 1-66.

REPELIN J. (1910). Les vicissitudes pléistocènes de l'étang de Berre. *Bull. Soc. linn. Provence, 1* : 36-38.

REPELIN J. (1914). Les Bouches-du-Rhône. *Encyclopédie départementale, 12* : 53-237.

SCHACHTER D. (1954). Contribution à l'étude hydrographique et hydrologique de l'étang de Berre (Bouches-du-Rhône). *Bull. Inst. océanogr. Monaco, 51 (1048)* : 1-20.

STRICKLAND J.D.H., PARSONS T.R. (1972). A pratical handbook of seawater analyses. 2e ed., *Bull. Fish. Res. Bd. Can., 167* : 1-310.

TREGUER P., LE CORRE P. (1975). *Manuel d'analyse des sels nutritifs dans l'eau de mer (utilisation de l'Autoanalyseur II Technicon R.)* Brest, Lab. Océanol. Chim. Univ. Bretagne occidentale : 1-10.

Quelques données à propos du polymorphisme germinatif chez des espèces de la garrigue languedocienne.

H.MINEAU ★
S. PUECH ★

RESUME - Les aptitudes germinatives de trente-huit espèces de la garrigue languedocienne, colonisant des pentes stabilisées, érodées ou en cours de colonisation, ainsi que leurs bordures supérieures et inférieures, ont été testées au laboratoire. Certaines de ces espèces, et particulièrement Sanguisorba minor, ont montré un polymorphisme des réponses germinatives aux conditions d'éclairement qui a pu être relié à la variation de certaines conditions entre les différents biotopes, notamment l'activité érosive, l'intensité de la colonisation et le degré de couverture végétale.

SUMMARY - The germinal abilities of thirty eight species from the scrubland in Languedoc, growing on stabilized, eroded or in process of colonization slopes, just at their upper and lower borders, have been experimented in the laboratory. Some of these species, and especially Sanguisorba minor, have shown a polymorphism in the germinal responses for the conditions of lightening. It has been possible to join up this polymorphism with the variations in some conditions between the different biotopes, particularly the erosive activity, the intensity of the colonization, and the degree of the vegetal cover.

MOTS CLES : garrigue languedocienne, semences, photosensibilité, polymorphisme germinatif, érosion, colonisation, Sanguisorba minor.

INTRODUCTION

L'intérêt porté depuis de nombreuses années à la dynamique des populations a nécessité l'étude du comportement germinatif des semences, facteur essentiel dans la colonisation et le maintien des espèces végétales dans un biotope. Divers travaux ont révélé la présence d'un polymorphisme germinatif entre différentes populations d'une même espèce, ou au sein d'une même population. MERGEN (1963) a mis en évidence, chez *Pinus strobus* L., des corrélations entre la dormance des semences et le climat, les populations septentrionales étant caractérisées, par rapport à celles de régions méridionales, par une germination plus rapide des graines. De même, MAC WILLIAMS et ses collaborateurs (1968) ont montré que chez *Amaranthus retroflexus* L., espèce annuelle cosmopolite, les graines de populations situées à des latitudes septentrionales peuvent germer à des températures plus basses que les graines issues de populations méridionales. D'autres auteurs ont étudié le comportement germinatif des semences chez des populations géographiquement proches, mais implantées dans des biotopes contrastés. C'est ainsi que CAVERS (1963, in BAKER et STEBBINS, 1965) a montré que chez *Rumex crispus* L. var. *trigranulatus* et chez *Rumex obtusifolius* L., les caractéristiques germinatives des graines varient selon que celles-ci proviennent de populations littorales ou continentales. Toutefois, cet auteur a pu montrer que le polymorphisme peut être encore plus accentué entre des individus d'une même population.

L'étude des aptitudes germinatives de quelques espèces de la garrigue languedocienne, poussant sur des pentes érodées ou des talus en cours de recolonisation, ainsi qu'en limites supérieures et inférieures de ces pentes, a permis de mettre en évidence un certain polymorphisme. Pour certaines de ces espèces, un lien a pu être établi entre les conditions écologiques des biotopes dans lesquels les échantillons ont été collectés et les variations des aptitudes germinatives des semences.

★Laboratoire de Systématique et Ecologie méditerranéenne, Institut de Botanique, 163, rue Auguste Broussonet, 34000 - MONTPELLIER

MATERIEL ET METHODES

I - ORIGINE DU MATERIEL

Les collectes de semences ont été effectuées dans trois localités du Bas-Languedoc : à Celles, à proximité du lac du Salagou dans le Lodévois ; dans le Montpelliérais, à proximité de la cave coopérative de Sainte-Julie, sur la déviation Clapiers - Prades-le-Lez ; enfin dans la combe de Mortiès, située à vingt kilomètres au nord de Montpellier. Dans ces trois sites, qui ont en commun un pH basique, dix stations différentes, caractérisées par des conditions écologiques homogènes, ont été délimitées (tabl. 1). Elles sont regroupées en trois catégories en fonction de la topographie.

Localités	Altitude	Géologie	Stations	Topographie	Végétation dominante	Intensité colonisation	Variation du recouvrement au cours de 1982
Celles (Lac du Salagou)	150 m	Grès + pelites rouges (Ruffes) + basaltes	HP	haut de pente	herbacée	faible	80 % → 90 %
			PTE	pente à érosion accentuée	ligneuse	très faible	15 % → 15 %
			PE	pente érodée	ligneuse	assez faible	25 % → 25 %
			BP	bas de pente	herbacée	forte	40 % → 80 %
Ste Julie	50 m	argilo-calcaire	HP	haut de pente	ligneuse	très faible	80 % → 80 %
			T	talus	herbacée-ligneuse	forte	10 % → 40 %
			F	fossé : bas de pente	herbacée	très forte	10 % → 80 %
Combe de Mortiès	170 m	marnes noires	HP	haut de pente	ligneuse	très faible	100 % → 100 %
			PE	pente érodée	ligneuse	très faible	5 % → 5 %
			BP	bas de pente	ligneuse	très faible	95 % → 95 %

Tabl. 1 - Caractéristiques des stations étudiées.

1 - Les stations de haut de pente

Trois stations, appelées Celles HP, Sainte-Julie HP, Mortiès HP, caractérisées par un pendage nul ou très faible, sont situées au-dessus mais à proximité de surfaces fortement inclinées.

Sur le plan floristique, la station Celles HP est caractérisée par des Graminées telles que *Dactylis glomerata*, *Brachypodium ramosum* et *Melica ciliata*, auxquelles viennent s'ajouter quelques individus de *Thymus vulgaris*, seuls ligneux bas représentés (tabl. 2).

A Sainte-Julie la station HP, qui surplombe la nouvelle route Clapiers - Prades-le-Lez, est située au sein d'une pinède à chênes kermès, incendiée il y a une quinzaine d'années. La rectification ayant affecté le coeur de la pinède, la station présente davantage de caractères de végétation fermée que de lisière de pinède. Elle est ainsi presque totalement recouverte par des ligneux tels que *Quercus coccifera*, *Rosmarinus officinalis*, *Pinus halepensis* et *Thymus vulgaris*. L'essentiel de la végétation herbacée est représenté par *Brachypodium phoenicoides* et *Brachypodium ramosum*. Il n'a pas été recensé d'annuelles dans cette station.

A Mortiès, la station HP est située à la lisière d'une chênaie verte. *Quercus ilex* recouvre totalement la station. Dans le sous-bois, floristiquement pauvre, sont toutefois implantés quelques ligneux comme *Arbutus unedo* et *Juniperus oxycedrus*, ainsi que de petites herbacées et lianes : *Teucrium chamaedrys*, *Rubia peregrina*, *Brunella hyssopifolia*.

2 - Les pentes érodées

Quatre stations correspondent à des surfaces à forte pente et érodées et portent les noms de Celles PE (pente érodée), Celles PTE (pente très érodée), Mortiès PE et Sainte-Julie T (talus). Dans les deux premières localités, il s'agit de pentes naturelles, dans la troisième d'un talus de rectification de tracé routier en cours de recolonisation. Ces stations, plus particulièrement à Sainte-Julie et

Celles BP	Celles PE	Celles PTE	Celles HP	Sainte-Julie fossé	Sainte-Julie T	Sainte Julie HP	Mortiès BP	Mortiès PE	Mortiès HP
Bromus rigidus	*Genista scorpius*	*Rhamnus alaternus*	*Dactylis glomerata*	*Doryenium suffruticosum*	*Doryenium suffruticosum*	*Quercus coccifera*	*Pistacia lentiscus*	*Genista scorpius*	*Quercus ilex*
Saponaria officinalis	*Rhamnus alaternus*	*Genista scorpius*	*Thymus vulgaris*	*Melilotus albus*	*Populus nigra*	*Brachypodium ramosum*	*Buxus sempervirens*	*Juniperus oxycedrus*	*Arbutus unedo*
Bromus sterilis	*Buxus sempervirens*	*Thymus vulgaris*	*Brachypodium ramosum*	*Picris hieracioides*	*Bonjeania hirsuta*	*Pinus halepensis*	*Quercus ilex*	*Buxus sempervirens*	*Juniperus oxycedrus*
Lolium rigidum	*Juniperus oxycedrus*	*Melica bauhini*	*Melica ciliata*	*Crepis foetida*	*Platanus vulgaris*	*Rosmarinus officinalis*	*Juniperus oxycedrus*	*Thymus vulgaris*	*Cistus monspeliensis*
Scandix pecten-veneris	*Brachypodium ramosum*			*Aegilops triuncialis*	*Rosmarinus officinalis*	*Genista scorpius*	*Cistus monspeliensis*	*Brachypodium ramosum*	*Pistacia lentiscus*
Galium aparine	*Thymus vulgaris*	*Asparagus acutifolius*	*Aegilops ovata*	*Hordeum murinum*	*Brachypodium phoenicoides*	*Cistus monspeliensis*	*Rosmarinus officinalis*	*Bromus erectus*	*Phillyrea latifolia*
Fraxinus oxyphylla	*Galium mollugo*	*Brachypodium ramosum*	*Agropyrum repens*	*Foeniculum vulgare*	*Bromus erectus*	*Thymus vulgaris*	*Genista scorpius*		*Phillyrea angustifolia*
Foeniculum vulgare		*Bromus macrostachys*	*Bellis perennis*	*Lolium rigidum*	*Hippocrepis comosa*	*Doryenium suffruticosum*	*Coronilla emerus*	*Convolvulus arvensis*	*Genista scorpius*
Carduus pycnocephalus	*Alyssum calycinum*	*Bromus rubens*	*Brachypodium distachyum*	*Bromus erectus*	*Argyrolobium linnaeanum*	*Brachypodium phoenicoides*	*Doryenium suffruticosum*	*Doryenium suffruticosum*	*Paeaedanum cervaria*
Sanguisorba minor	*Arabidopsis thaliana*	*Crucianella angustifolia*	*Bromus erectus*	*Populus nigra*	*Bromus erectus*	*Rhamnus alaternus*	*Phillyrea angustifolia*	*Echinops ritro*	
	Bromus madritensis	*Dactylis glomerata*	*Bromus macrostachys*	*Clematis vitalba*	*Hieracium murorum*		*Anslanchier rotundifolia*	*Euphorbia characias*	*Aphyllanthes monspeliensis*
Aegilops ovata	*Bromus sterilis*	*Euphorbia characias*	*Bromus madritensis*	*Verbascum sinuatum*	*Sanguisorba minor*	*Aphyllanthes monspeliensis*	*Bromus erectus*	*Hieracium murorum*	*Asparagus acutifolius*
Asparagus acutifolius	*Bupleurum baldense*	*Galium mollugo*	*Bromus mollis*	*Erigeron naudini*	*Thymus vulgaris*	*Asparagus acutifolius*	*Brachypodium phoenicoides*	*Paeaedanum cervaria*	*Brachypodium phoenicoides*
Brachypodium ramosum	*Carcamine hirsuta*	*Geranium rotundifolium*	*Calendula arvensis*			*Asperula cynanchica*	*Brachypodium ramosum*	*Quercus ilex*	*Brachypodium ramosum*
Bromus macrostachys	*Centranthus calcitrapa*	*Lamium amplexicaule*	*Cardamine hirsuta*	*Aegilops ovata*	*Aphyllanthes monspeliensis*	*Bonjeania hirsuta*		*Quercus pubescens*	*Brunella hyssopifolia*
Bromus mollis	*Cephalaria leucantha*	*Medicago minima*	*Carduus pycnocephalus*	*Bonjeania hirsuta*	*Brachypodium ramosum*	*Bromus erectus*	*Arbutus unedo*	*Sanguisorba minor*	*Buxus sempervirens*
Calendula arvensis	*Convolvulus arvensis*	*Muscari comosum*	*Centaurea soleticialis*	*Brachypodium phoenicoides*	*Bromus madritensis*	*Bupleurum rigidum*	*Aphyllanthes monspeliensis*	*Stachelina dubia*	*Campanula glomerata*
Centaurea soleticialis	*Convolvulus cantabricus*	*Rumex intermedius*	*Centranthus calcitrapa*	*Brassica oleracea*	*Bupleurum rigidum*	*Clematis vitalba*	*Asparagus acutifolius*		*Cephalanthera pallens*
Cichorium intybus	*Crepis vesicaria*	*Ruscus aculeatus*	*Cichorium intybus*	*Bromus madritensis*	*Clematis vitalba*	*Conyza canadensis*	*Astragalus monspessulanus*		*Cornus sanguinea*
Crepis pulchra	*Cruciancila angustifolia*	*Ruta chalepensis*	*Cynosurus echinatus*	*Bromus mollis*	*Conyza canadensis*	*Carex glauca*	*Bonjeania hirsuta*		*Doryenium suffruticosum*
Crucianella angustifolia	*Dactylis glomerata*	*Sanguisorba minor*	*Daucus carota*	*Bromus sterilis*	*Coris monspeliensis*	*Catananche caerulea*	*Brunella hyssopifolia*		*Euphorbia sp.*
Cynosurus echinatus	*Dianthus caryophyllus*	*Sedum nicaense*	*Erodium cicutarium*	*Bupleurum rigidum*	*Crepis foetida*	*Clematis vitalba*	*Bupleurum rigidum*		*Festuca ovina*
Dactylis glomerata	*Echinaria capitata*	*Trifolium angustifolium*	*Foeniculum vulgare*	*Carduus pycnocephalus*	*Diplotaxis erucoides*	*Coriaria myrtifolia*	*Carex glauca*		*Galium mollugo*
Daucus carota	*Euphorbia characias*	*Urospermum dalechampii*	*Galactites tomentosa*	*Catananche caerulea*	*Erigeron naudini*	*Coris monspeliensis*	*Centaurium erythrea*		*Hieracium murorum*
Echium vulgare	*Galactites tomentosa*		*Gaudinia fragilis*	*Coris monspeliensis*	*Fraxinus sp.*	*Festuca ovina*	*Cephalanthera pallens*		*Lavandula latifolia*
Euphorbia characias	*Geranium robertianum*		*Geranium molle*	*Cornus sanguinea*	*Fumana coridifolia*	*Fraxinus sp.*	*Chlora perfoliata*		*Lonicera implexa*
Galactites tomentosa	*Geranium rotundifolium*		*Geranium rotundifolium*	*Daucus carota*	*Galium mollugo*	*Fumana coridifolia*	*Cornus sanguinea*		*Potentilla reptans*
Galium mollugo	*Hedypnois rhagadioloides*		*Hedypnois rhagadioloides*	*Diplotaxis erucoides*	*Genista scorpius*	*Galium mollugo*	*Coronilla minima*		*Quercus pubescens*
Gaudinia fragilis	*Lamium amplexicaule*		*Lagoseris nemausensis*	*Echium vulgare*	*Hedera helix*	*Hedera helix*	*Euphorbia nicaensis*		*Rubia peregrina*
Geranium molle	*Lepidium graminifolium*		*Lamium amplexicaule*	*Epilobium tetragonum*	*Hordeum murinum*	*Hieracium murorum*	*Festuca ovina*		*Rosa canina*
Geranium robertianum	*Medicago minima*		*Lepidium graminifolium*	*Foeniculum vulgare*	*Juniperus oxycedrus*	*Juniperus oxycedrus*	*Fraxinus sp.*		*Ruscus aculeatus*
Geranium rotundifolium	*Melica bauhini*		*Lolium rigidum*	*Fraxinus sp.*	*Lactuca virosa*	*Lavandula latifolia*	*Fumana coridifolia*		*Sanguisorba minor*
Hedypnois rhagadioloides	*Melica ciliata*		*Medicago lupulina*	*Fumana coridifolia*	*Lolium rigidum*	*Lonicera implexa*	*Galium mollugo*		*Smilax aspera*
Inula viscosa	*Muscari comosum*		*Medicago minima*	*Galium aparine*	*Ononis minutissima*	*Ononis minutissima*	*Hippocrepis comosa*		*Teucrium chamaedrys*
Lagoseris nemausensis	*Myosotis collina*		*Medicago orbicularis*	*Galium mollugo*	*Picris hieracioides*	*Phillyrea angustifolia*	*Latnyrus aphaca*		*Thymus vulgaris*
Lathyrus aphaca	*Narduras halleri*		*Medicago tribuloides*	*Geranium robertianum*	*Pinus halepensis*	*Phillyrea latifolia*	*Lavandula latifolia*		
Lepidium graminifolium	*Plantago lagopus*		*Muscari comosum*	*Hedera helix*	*Polygala vulgaris*	*Polygala vulgaris*	*Phillyrea latifolia*		
Medicago tribuloides	*Reichardia picroides*		*Myosotis collina*	*Hieracium murorum*	*Populus alba*	*Potentilla verna*	*Rubia peregrina*		
Melica bauhini	*Rumex intermedius*		*Reichardia picroides*	*Inula viscosa*	*Reseda phyteuma*	*Quercus pubescens*	*Sanguisorba minor*		
Melilotus albus	*Sanguisorba minor*		*Rumex intermedius*	*Lagoseris nemausensis*	*Rubia peregrina*	*Rubia peregrina*	*Staehelina dubia*		
Muscari comosum	*Sedum acre*		*Sanguisorba minor*	*Medicago minima*	*Sonchus oleraceus*	*Smilax aspera*	*Teucrium chamaedrys*		
Myosotis collina	*Sedum album*		*Sedum nicaense*	*Medicago tribuloides*		*Teucrium polium*	*Thymus vulgaris*		
Oriaya platycarpos	*Sedum nicaense*		*Senecio vulgaris*	*Narduras halleri*					
Papaver rhoeas	*Sonchus oleraceus*		*Sherardia arvensis*	*Ononis minutissima*					
Polygonum aviculare	*Stellaria media*		*Sonchus oleraceus*	*Picris echioides*					
Reichardia picroides	*Thlaspi perfoliatum*		*Stellaria media*	*Plantago lanceolata*					
Rosa canina	*Trifolium angustifolium*		*Torilis nodosa*	*Platanus vulgaris*					
Sedum nicaense	*Trifolium stellatum*		*Tragopogon australis*	*Poa pratensis*					
Senecio vulgaris	*Trifolium striatum*		*Trifolium stellatum*	*Reseda phyteuma*					
Sherardia arvensis	*Tunica prolifera*		*Urospermum dalechampii*	*Sanguisorba minor*					
Sonchus oleraceus	*Vicia hirsuta*		*Vicia hirsuta*	*Scorpiurus subvillosus*					
Stellaria media				*Senecio vulgaris*					
Thlaspi perfoliatum				*Sonchus oleraceus*					
Torilis arvensis				*Thymus vulgaris*					
Trifolium angustifolium				*Torilis arvensis*					
Tunica prolifera				*Triticum vulgare*					
Veronica cymbalaria				*Vitis vinifera*					
Vicia sativa									

Tabl. 2 - Inventaire floristique, pour l'année 1982, dans chacune des stations étudiées.

HP - haut de pente ; PTE - pente très érodée ; PE - pente érodée ; BP - bas de pente ; T - talus.

Les espèces placées en début de liste sont classées par ordre décroissant de recouvrement. Les espèces suivantes, situées après l'intervalle plus important, ont un recouvrement négligeable et sont rangées par ordre alphabétique.

Mortiès, sont situées juste au-dessous des stations de haut de pente.

A Celles, dans la station PE, la végétation est peu recouvrante et les espèces dominantes sont essentiellement ligneuses, avec *Genista scorpius*, *Juniperus oxycedrus*, *Buxus sempervirens*, *Rhamnus alaternus* et, à un degré moindre, *Thymus vulgaris*. On y trouve aussi des herbacées comme *Sedum nicaense*, *Melica ciliata*, *Melica bauhini* ou *Galium mollugo*. Des annuelles, peu recouvrantes, arrivent à s'implanter, notamment aux abords des ligneux. La station Celles PTE possède un cortège floristique proche de celui de la station précédente, avec toutefois un appauvrissement sensible pour les annuelles.

A Sainte-Julie, le talus (station T) est colonisé par quelques ligneux, tels *Populus nigra*, *Thymus vulgaris*, *Dorycnium suffruticosum* ainsi que par des herbacées comme *Bromus erectus*, *Bromus sterilis*, *Sanguisorba minor* ou *Argyrolobium linnaeanum* (tabl. 2).

La station Mortiès PE, floristiquement très pauvre, est essentiellement dominée par des ligneux : *Genista scorpius*, *Buxus sempervirens* ou *Thymus vulgaris*. Les seules espèces herbacées ayant un recouvrement non négligeable sont *Sanguisorba minor*, *Bromus erectus* et *Brachypodium ramosum*.

3 - Les stations de bas de pente

Trois stations, situées à la base des pentes érodées, sont appelées Celles BP (bas de pente), Sainte-Julie F (fossé), Mortiès BP. Elles ont en commun un pendage nul et le fait d'être soumises au colluvionnement dû aux apports des surfaces inclinées. Ce phénomène est particulièrement ressenti dans le fossé de Sainte-Julie.

A Celles, la station BP est dominée durant une partie de l'année par des annuelles telles que *Bromus rigidus*, *Lolium rigidum*, *Geranium sp.*, *Torilis anthriscus* ou *Scandix pecten veneris*, espèces qui sont par la suite relayées par une géophyte, *Saponaria officinalis* (tabl. 2).

Dans le fossé de Sainte-Julie, ce sont les espèces annuelles ou bisannuelles qui sont les plus abondantes, avec notamment *Bromus sterilis*, *Lolium rigidum*, *Hordeum murinum*, *Picris hieracioides*, *Crepis foetida*, *Erigeron naudini* ou *Aegilops triuncialis*. Toutefois *Dorycnium suffruticosum* s'est bien développé durant la période d'étude.

A Mortiès, la station BP est essentiellement constituée d'espèces buissonnantes : *Pistacia lentiscus*, *Rosmarinus officinalis*, *Buxus sempervirens*, *Juniperus oxycedrus*, *Cistus monspeliensis*, *Coronilla emerus*, auxquelles s'ajoutent deux espèces à port plus élevé : *Quercus ilex* et *Arbutus unedo*. La végétation herbacée, peu importante, est notamment constituée par *Bromus erectus*, *Fumana coridifolia*, *Brachypodium phoenicoides* et *Brachypodium ramosum*.

II - RECOLTE DU MATERIEL

Trente-huit espèces, dont dix-sept annuelles et vingt et une bisannuelles ou vivaces, ont été testées. Cent-huit échantillons de semences, prélevés directement sur les individus producteurs, ont été récoltés d'avril à octobre 1982. Pour chaque échantillon, les semences ont été récoltées sur plusieurs plantes.

Selon les espèces, les lots ont été prélevés dans deux à sept stations différentes (tabl. 3). L'ensemble des diaspores collectées a été stocké en atmosphère sèche, à l'obscurité et à une température voisine de 20°C, pendant une durée connue (tabl. 3).

III - LES CONDITIONS EXPERIMENTALES

Pour chacun des cent-huit échantillons, l'influence des conditions d'éclairement sur la germination des semences a été étudiée à partir de semis effectués en boîtes de Pétri, garnies de coton et papier filtre humidifiés d'eau distillée, à raison de 50 diaspores par boîte.

Pour chaque échantillon, deux modes opératoires ont été parallèlement conduits :

- une première boîte a été mise à l'étuve obscure, à une température de 25°C ;
- une seconde boîte, placée près d'une source d'éclairement solaire, a été soumise au photopériodisme journalier, la température étant comprise entre 19°C et 20°C.

Les capacités germinatives, à l'obscurité comme à la lumière, ont été déterminées grâce au décompte journalier des semences germées.

Tabl. 3 - Capacités germinatives des échantillons testés à l'obscurité et à la lumière.

H - herbacées (31 espèces) ; L - ligneux bas ou sous)ligneux (7 espèces)
HP - haut de pente ; PTE - pente très érodée ; PE - pente érodée ;
BP - bas de pente ; T - talus ; F - fossé.

Noms d'espèces	Stations	Obscurité		Lumière	
		Durée de stockage	Capacité germinative	Durée de stockage	Capacité germinative
GRAMINEES					
Bromus erectus Huds. (H)	Ste Julie F	34 j.	96 %	97 j.	100 %
	Ste Julie T	33 j.	100 %	36 j.	86 %
	Ste Julie HP	74 j.	88 %	77 j.	88 %
	Mortiès BP	32 j.	100 %	36 j.	98 %
	Mortiès PE	50 j.	93 %	pas de test	
Bromus madritensis L. (H)	Celles PE	81 j.	100 %	53 j.	100 %
	Celles HP	65 j.	100 %	69 j.	84 %
	Ste Julie F	123 j.	98 %	125 j.	98 %
Bromus mollis L. (H)	Celles HP	126 j.	85 %	138 j.	92,5 %
	Ste Julie F	110 j.	96 %	112 j.	100 %
Bromus rubens L. (H)	Celles HP	126 j.	100 %	128 j.	87,5 %
	Ste Julie T	92 j.	96 %	180 j.	100 %
Bromus sterilis L. (H)	Celles BP	55 j.	96 %	82 j.	100 %
	Ste Julie F	55 j.	100 %	13 j.	100 %
Hordeum murinum L. (H)	Ste Julie F	110 j.	100 %	102 j.	100 %
	Ste Julie T	62 j.	48 %	62 j.	100 %
Lolium rigidum Gaud. (H)	Celles BP	17 j.	92 %	21 j.	72 %
	Ste Julie F	64 j.	77 %	66 j.	80 %
	Ste Julie T	65 j.	96 %	pas de test	
Melica bauhini All. (H)	Celles BP	43 j.	0 %	43 j.	96 %
	Celles PE	8 j.	3 %	8 j.	94 %
	Celles PTE	8 j.	0 %	8 j.	100 %
Melica ciliata L. (H)	Celles PE	42 j.	70 %	118 j.	100 %
	Celles HP	49 j.	94 %	110 j.	98 %
Nardurus halleri (Viv.) P. Fournier (H)	Ste Julie F	94 j.	0 %	94 j.	100 %
	Ste Julie T	88 j.	0 %	88 j.	98 %
LILIACEES					
Muscari comosum (L.) Miller (H)	Celles PE	57 j.	0 %	57 j.	0 %
	Celles PTE	50 j.	0 %	50 j.	0 %
	Celles HP	57 j.	0 %	57 j.	0 %
EUPHORBIACEES					
Euphorbia characias L. (L)	Celles BP	99 j.	11 %	99 j.	16 %
	Celles HP	78 j.	8 %	78 j.	0 %
CARYOPHYLLACEES					
Tunica prolifera (L.) Scop. (H)	Celles BP	27 j.	2 %	27 j.	0 %
	Celles PE	62 j.	17 %	62 j.	4 %
CRUCIFERES					
Diplotaxis erucoides (L.) DC (H)	Ste Julie F	13 j.	14 %	13 j.	100 %
	Ste Julie T	17 j.	4 %	17 j.	30 %
CISTACEES					
Cistus monspeliensis L. (L)	Ste Julie HP	33 j.	0 %	33 j.	8 %
	Mortiès BP	33 j.	22 %	33 j.	5 %
	Mortiès HP	32 j.	0 %	32 j.	6 %
Fumana coridifolia (Villars) P.F. (L)	Ste Julie T	13 j.	0 %	13 j.	80 %
	Ste Julie HP	74 j.	0 %	74 j.	0 %
	Mortiès BP	69 j.	2 %	69 j.	0 %
ROSACEES					
Sanguisorba minor Scop. (H)	Celles BP	64 j.	82 %	173 j.	96 %
	Celles PE	8 j.	0 %	8 j.	80 %
		126 j.	95 %	pas de test	
	Celles HP	72 j.	0 %	72 j.	55 %
	Ste Julie F	92 j.	78 %	147 j.	97 %
	Ste Julie T	88 j.	74 %	152 j.	96 %
	Ste Julie HP	87 j.	0 %	87 j.	67 %
	Mortiès PE	95 j.	0 %	95 j.	98 %
PAPILIONACEES					
Dorycnium suffruticosum (Vill.) (L)	Ste Julie T	38 j.	10 %	38 j.	0 %
	Mortiès HP	41 j.	0 %	41 j.	5 %

PAPILIONACEES (suite)					
Genista scorpius (L.) Lmk. (L)	Celles PE	49 j.	2 %	49 j.	10 %
	Celles PTE	58 j.	0 %	58 j.	4 %
	Mortiès BP	64 j.	4 %	64 j.	2 %
	Mortiès PE	60 j.	10 %	60 j.	7 %
	Mortiès HP	41 j.	12 %	41 j.	9 %
Hippocrepis comosa L. (H)	Ste Julie T	14 j.	8 %	14 j.	56,5 %
	Ste Julie HP	33 j.	0 %	33 j.	25 %
Melilotus albus Medik. (H)	Celles BP	37 j.	0 %	37 j.	4 %
	Ste Julie F	33 j.	22 %	33 j.	0 %
Onobrychis supina (Chaix) DC (H)	Mortiès BP	54 j.	20 %	54 j.	0 %
	Mortiès PE	53 j.	72 %	53 j.	44 %
Trifolium stellatum L. (H)	Celles PE	14 j.	4 %	14 j.	50 %
	Celles HP	16 j.	0 %	16 j.	4 %
SCROFULARIACEES *Chaenorrhinum minus* (L.) Lange (H)	Ste Julie F	60 j.	0 %	60 j.	0 %
	Ste Julie T	59 j.	0 %	59 j.	0 %
LABIEES *Rosmarinus officinalis* (L.) (L)	Ste Julie T	11 j.	0 %	11 j.	0 %
	Ste Julie HP	102 j.	14 %	102 j.	5 %
	Mortiès BP	90 j.	0 %	90 j.	0 %
Thymus vulgaris L. (L)	Celles PE	86 j.	86 %	86 j.	43 %
	Celles PTE	100 j.	26 %	100 j.	32 %
	Celles HP	73 j.	9 %	73 j.	4 %
	Ste Julie T	88 j.	42 %	88 j.	14 %
	Ste Julie HP	53 j.	0 %	53 j.	0 %
	Mortiès PE	69 j.	0 %	69 j.	0 %
RUBIACEES *Crucianella angustifolia* L. (H)	Celles BP	38 j.	40 %	38 j.	80 %
	Celles PE	65 j.	0 %	65 j.	11 %
Galium mollugo L. s.e. *corrudaefolium* Villars (H)	Celles BP	16 j.	22 %	16 j.	15 %
	Celles PE	37 j.	6 %	37 j.	23 %
	Celles PTE	16 j.	8 %	16 j.	15 %
COMPOSEES *Cirsium lanceolatum* (L.) Mill. (H)	Ste Julie F	12 j.	2,5 %	12 j.	0 %
	Ste Julie T	12 j.	0 %	12 j.	0 %
Crepis foetida L. (H)	Ste Julie F	33 j.	94 %	86 j.	98 %
	Ste Julie T	59 j.	92 %	62 j.	98 %
Crepis vesicaria L. s.e. *taraxacifolia* Thuiller (H)	Celles BP	6 j.	0 %	6 j.	96 %
	Celles PE	13 j.	0 %	13 j.	2 %
	Celles HP	17 j.	0 %	17 j.	0 %
Hedypnois rhagadioloides (L.) Willd. (H)	Celles BP	95 j.	0 %	95 j.	20 %
	Celles PE	109 j.	0 %	109 j.	18 %
	Celles HP	103 j.	0 %	103 j.	16 %
Hieracium murorum L. (H)	Ste Julie F	3 j.	0 %	3 j.	83 %
	Ste Julie T	23 j.	0 %	23 j.	98 %
	Mortiès PE	23 j.	0 %	23 j.	92 %
Picris hieracioides L. (H)	Ste Julie F	43 j.	36 %	43 j.	44 %
	Ste Julie T	33 j.	28 %	33 j.	53 %
Reichardia picroides (L.) Roth. (H)	Celles BP	58 j.	68 %	58 j.	100 %
	Celles PE	10 j.	14 %	10 j.	92 %
Senecio vulgaris L. (H)	Celles BP	150 j.	2 %	150 j.	88 %
	Celles HP	144 j.	0 %	144 j.	86 %
Sonchus oleraceus (H)	Celles BP	21 j.	97 %	104 j.	92 %
	Celles PE	17 j.	96 %	103 j.	92 %
	Celles PTE	14 j.	0 %	14 j.	100 %
	Celles HP	37 j.	96 %	114 j.	96 %
	Ste Julie F	72 j.	90 %	77 j.	100 %
	Ste Julie T	71 j.	90 %	pas de test	
Urospermum dalechampii (L.) Schmidt. (H)	Celles BP	79 j.	82 %	103 j.	92 %
	Celles PE	8 j.	36 %	8 j.	100 %
	Celles PTE	64 j.	92 %	88 j.	100 %
	Celles HP	88 j.	64 %	pas de test	

Tabl. 3 - Capacités germinatives des échantillons testés à l'obscurité et à la lumière(suite et fin).

La liste des espèces testées, la provenance des échantillons, la durée du stockage, ainsi que les capacités de germination à l'obscurité et à la lumière sont regroupées dans le tableau 3.

RESULTATS

Les réponses germinatives des semences à l'action de la lumière blanche traduisent leur type de photosensibilité (CHOUARD, 1954 ; COME, 1970) :

- semences à photosensibilité positive : la germination est favorisée par la lumière blanche ;
- semences à photosensibilité négative : la germination, inhibée à la lumière, est favorisée à l'obscurité ;
- semences non photosensibles : la germination n'est pas influencée par la quantité de lumière perçue.

Pour cette étude, la photosensibilité des semences d'un échantillon est considérée comme étant nulle lorsque la variation entre les taux de semences germées à l'obscurité et à la lumière demeure inférieure à 10 %. Lorsque cette valeur est dépassée, la photosensibilité est positive ou négative, en fonction de l'influence prédominante de l'un ou l'autre des deux traitements.

Les échantillons qui ont été testés au laboratoire se répartissent en trois catégories, en fonction du degré de photosensibilité des semences (tabl. 4) :

- la photosensibilité nulle : dans cette catégorie sont regroupés cinquante-deux échantillons issus de vingt-sept espèces différentes, 71 % des espèces annuelles et 70 % des bisannuelles ou vivaces ont au moins un lot de diaspores non photosensibles (les sept espèces sous-ligneuses ou ligneuses sont répertoriées dans cette catégorie) ;
- la photosensibilité positive : quarante et un échantillons, provenant de vingt et une espèces sont caractérisés par ce type de photosensibilité (parmi ces espèces, vingt sont herbacées, contre une seule sous-ligneuse) ;
- la photosensibilité négative : douze lots de semences seulement, correspondant à dix espèces, se situent dans cette troisième catégorie.

I - LES RELATIONS ENTRE LES CONDITIONS STATIONNELLES ET LA PHOTOSENSIBILITE DES SEMENCES

En ventilant, pour chacune des stations, les échantillons spécifiques en fonction de leur degré de photosensibilité, on constate que la plupart des lots provenant de six stations (Celles PTE, Sainte-Julie F, Celles HP, Sainte-Julie HP, Mortiès BP, Mortiès HP) ne sont pas photosensibles (tabl.5). Dans les quatre dernières stations citées, la végétation, très recouvrante et stable tout au long de l'année, est le plus souvent dominée par les ligneux bas ou hauts. Par contre, la plupart des espèces prélevées dans quatre autres stations (Celles BP, Celles PE, Sainte-Julie T, Mortiès PE) ont présenté une photosensibilité positive : le recouvrement végétal pour ces quatre stations est, au moins durant une partie de l'année, inférieur à 50 %. Par ailleurs, les trois dernières stations citées sont caractérisées par une érosion importante, et donc un fort ensoleillement à la surface du sol.

Photo-sensibilité	STATIONS										
	Celles BP	Celles PE	Celles PTE	Celles HP	Ste Julie F	Ste Julie T	Ste Julie HP	Mortiès BP	Mortiès PE	Mortiès HP	
nulle	6	5	5	8	9	5	5	4	2	3	52
positive	8	9	1	4	6	8	2	0	3	0	41
négative	1	2	0	2	1	3	0	2	1	0	12

Tabl. 5 - Relations entre les conditions stationnelles et la photosensibilité des espèces.

BP = bas de pente PE = pente érodée PTE = pente très érodée
HP = haut de pente F = fossé T = talus

II - LE POLYMORPHISME GERMINATIF INTRASPECIFIQUE

La comparaison des comportements germinatifs des différents échantillons d'une même espèce révèle que pour dix-huit espèces les photosensibilités des diaspores ont varié avec le biotope de

influence nulle	influence positive	influence négative
Bromus erectus (Ste Julie F) *Bromus erectus* (Ste Julie HP) *Bromus erectus* (Mortiès BP) *Bromus madritensis* (Celles PE) *Bromus madritensis* (Ste Julie F) *Bromus mollis* (Celles HP) *Bromus mollis* (Ste Julie F) *Bromus rubens* (Ste Julie T) *Bromus sterilis* (Celles BP) *Chaenorrhinum minus* (Ste Julie F) *Chaenorrhinum minus* (Ste Julie T) *Cirsium lanceolatum* (Ste Julie F) *Cirsium lanceolatum* (Ste Julie T) *Cistus monspeliensis* (Ste Julie HP) *Cistus monspeliensis* (Mortiès HP) *Crepis foetida* (Ste Julie F) *Crepis foetida* (Ste Julie T) *Crepis vesicaria* (Celles PE) *Crepis vesicaria* (Celles HP) *Dorycnium suffruticosum* (Mortiès HP) *Euphorbia characias* (Celles BP) *Euphorbia characias* (Celles HP) *Fumana coridifolia* (Ste Julie HP) *Fumana coridifolia* (Mortiès BP) *Galium corrudaefolium* (Celles BP) *Galium corrudaefolium* (Celles PTE) *Genista scorpius* (Celles PE) *Genista scorpius* (Celles PTE) *Genista scorpius* (Mortiès BP) *Genista scorpius* (Mortiès PE) *Genista scorpius* (Mortiès HP) *Hordeum murinum* (Ste Julie F) *Lolium rigidum* (St Julie F) *Melica ciliata* (Celles HP) *Melilotus albus* (Celles BP) *Muscari comosum* (Celles PE) *Muscari comosum* (Celles PTE) *Muscari comosum* (Celles HP) *Picris hieracioides* (Ste Julie F) *Rosmarinus officinalis* (Ste Julie T) *Rosmarinus officinalis* (Ste Julie HP) *Rosmarinus officinalis* (Mortiès BP) *Sonchus oleraceus* (Celles BP) *Sonchus oleraceus* (Celles PE) *Sonchus oleraceus* (Celles HP) *Trifolium stellatum* (Celles HP) *Thymus vulgaris* (Celles PTE) *Thymus vulgaris* (Celles HP) *Thymus vulgaris* (Ste Julie HP) *Thymus vulgaris* (Mortiès PE) *Tunica prolifera* (Celles BP) *Urospermum dalechampii* (Celles PTE)	*Bromus sterilis* (Ste Julie F) *Crepis vesicaria* (Celles BP) *Crucianella angustifolia* (Celles BP) *Crucianella angustifolia* (Celles PE) *Diplotaxis erucoides* (Ste Julie F) *Diplotaxis erucoides* (Ste Julie T) *Fumana coridifolia* (Ste Julie T) *Galium corrudaefolium* (Celles PE) *Hedypnois rhagadioloides* (Celles BP) *Hedypnois rhagadioloides* (Celles PE) *Hedypnois rhagadioloides* (Celles HP) *Hieracium murorum* (Ste Julie F) *Hieracium murorum* (Ste Julie T) *Hieracium murorum* (Mortiès PE) *Hippocrepis comosa* (Ste Julie T) *Hipocrepis comosa* (Ste Julie HP) *Hordeum murinum* (Ste Julie T) *Melica bauhini* (Celles BP) *Melica bauhini* (Celles PE) *Melica bauhini* (Celles HP) *Melica ciliata* (Celles PE) *Nardurus halleri* (Ste Julie F) *Nardurus halleri* (Ste Julie T) *Onobrychis supina* (Mortiès PE) *Picris hieracioides* (Ste Julie T) *Reichardia picroides* (Celles BP) *Reichardia picroides* (Celles PE) *Sanguisorba minor* (Celles BP) *Sanguisorba minor* (Celles PE) *Sanguisorba minor* (Celles HP) *Sanguisorba minor* (Ste Julie F) *Sanguisorba minor* (Ste Julie T) *Sanguisorba minor* (Ste Julie HP) *Sanguisorba minor* (Ste Julie PE) *Senecio vulgaris* (Celles BP) *Senecio vulgaris* (Celles HP) *Sonchus oleraceus* (Celles PTE) *Sonchus oleraceus* (Ste Julie F) *Trifolium stellatum* (Celles PE) *Urospermum dalechampii* (Celles BP) *Urospermum dalechampii* (Celles PE)	*Bromus erectus* (Ste Julie T) *Bromus madritensis* (Celles HP) *Bromus rubens* (Celles HP) *Cistus monspeliensis* (Mortiès BP) *Dorycnium suffruticosum* (Ste julie T) *Lolium rigidum* (Celles BP) *Melilotus albus* (Ste Julie F) *Onobrychis supina* (Mortiès BP) *Onobrychis supina* (Mortiès PE) *Thymus vulgaris* (Celles PE) *Thymus vulgaris* (Ste Julie T) *Tunica prolifera* (Celles PE)

Tabl. 4 - Influence de la lumière sur l'ensemble des échantillons de semences.

HP - haut de pente ; PTE - pente très érodée ;
PE - pente érodée ; BP - bas de pente ;
T - talus ; F - fossé .

prélèvement, alors que chez vingt autres le degré de photosensibilité est demeuré constant quelle que soit la provenance des échantillons.

1 - Espèces à photosensibilité variant avec l'origine des diaspores

Les espèces se répartissent en deux catégories : neuf espèces comprennent à la fois des échantillons à photosensibilité positive et des échantillons non photosensibles, alors que les neuf autres sont constituées d'une part de lots à photosensibilité négative, d'autre part de lots non photosensibles.

Aucune espèce n'a simultanément présenté des échantillons à photosensibilité négative et positive ; de même, aucune n'a présenté les trois types de photosensibilité.

- Etant donné que pour chacune des neuf espèces à photosensibilité positive ou nulle, nous disposions d'échantillons provenant, d'une part de stations érodées, d'autre part de stations non érodées, il est possible de rechercher une éventuelle influence de l'érosion sur le degré de photosensibilité des diaspores des espèces testées. Pour sept d'entre elles (*Fumana coridifolia, Galium corrudaefolium, Hordeum murinum, Melica ciliata, Picris hieracioides, Sonchus oleraceus, Trifolium stellatum*), les échantillons à photosensibilité positive proviennent exclusivement de stations érodées (tabl.6). Pour une seule espèce, *Crepis vesicaria*, le seul lot de diaspores ayant une photosensibilité positive provient d'une station non érodée. Enfin, dans le cas d'*Urospermum dalechampii*, les lots à germination favorisée par la lumière proviennent autant de stations érodées que de stations non érodées.

Espèces	Stations érodées		Stations non érodées	
	Nombre de stations de prélèvement	Degré de photosensibilité	Nombre de stations de prélèvement	Degré de photosensibilité
Hordeum murinum	1	+	1	0
Trifolium stellatum	1	+	1	0
Sonchus oleraceus	2	+ 0	3	0
Melica ciliata	1	+	1	0
Fumana coridifolia	1	+	2	0
Galium mollugo s.e. *corrudaefolium*	2	+ 0	1	0
Crepis vesicaria s.e. *taraxacifolia*	1	0	2	+ 0
Picris hieracioides	1	+	1	0
Urospermum dalechampii	2	+ 0	1	+

Tabl. 6 - Variation infraspécifique de la photosensibilité des semences avec leur origine.

\+ photosensibilité positive 0 photosensibilité nulle

- Les neuf espèces qui ont présenté une photosensibilité nulle ou négative selon les échantillons sont : *Bromus erectus, Bromus madritensis, Bromus rubens, Cistus monspeliensis, Dorycnium suffruticosum, Lolium rigidum, Melilotus albus, Thymus vulgaris* et *Tunica prolifera*.

Parmi les cinq espèces prélevées à la fois dans des stations érodées et non érodées, les échantillons à photosensibilité négative proviennent de surfaces érodées dans le cas de *Bromus erectus, Dorycnium suffruticosum, Tunica prolifera*, alors que le même type de photosensibilité, chez *Bromus madritensis* et *Bromus rubens*, caractérise les individus originaires de stations non érodées.

Si l'on se réfère à l'influence de la couverture végétale sur le degré de photosensibilité, les échantillons à photosensibilité négative proviennent, dans le cas de *Bromus erectus, Dorycnium suffruticosum, Thymus vulgaris* et *Tunica prolifera*, de stations où la couverture végétale n'a jamais dépassé 50 % au cours de l'année 1982, alors que pour les cinq autres espèces, les lots à photosensibilité négative ont été exclusivement récoltés dans des stations à fort recouvrement végétal, au moins pendant une partie de l'année.

Il ne se dégage donc pas une relation nette entre la présence de lots à photosensibilité négative et certaines conditions écologiques des stations où ils sont récoltés.

2 - Espèces à photosensibilité homogène en dépit des origines différentes du matériel

Les vingt espèces de ce groupe sont réparties en trois catégories :

- photosensibilité nulle pour tous les échantillons testés ; elle caractérise neuf espèces : *Bromus mollis, Bromus sterilis, Chaenorrhinum minus, Cirsium lanceolatum, Crepis foetida, Euphorbia characias, Genista scorpius, Muscari comosum, Rosmarinus officinalis* ;
- photosensibilité positive pour l'ensemble des lots de diaspores ; elle caractérise dix espèces : *Crucianella angustifolia, Diplotaxis erucoides, Hedypnois rhagadioloides, Hieracium murorum, Hippocrepis comosa, Melica bauhini, Nardurus halleri, Reichardia picroides, Sanguisorba minor, Senecio vulgaris* ;
- photosensibilité négative pour tous les échantillons ; elle ne caractérise qu'une seule espèce : *Onobrychis supina*.

Il apparaît toutefois, chez certaines de ces espèces, des variations sensibles (dépassant 10 %) entre les modes de germination des différents échantillons au cours de l'un ou l'autre des deux traitements "obscurité" ou "lumière". Chez *Bromus mollis, Reichardia picroides* et *Rosmarinus officinalis*, les taux de germination, à l'étuve obscure, ont sensiblement différé selon les échantillons expérimentés (fig. 1). Chez *Hieracium murorum*, alors que le comportement germinatif des trois lots testés a été identique à l'obscurité (absence totale de germination), les taux de germination ont par contre varié à la lumière avec l'origine des échantillons, puisque le taux de germination des akènes récoltés dans la station Sainte-Julie F est sensiblement plus faible que celui du lot "Sainte-Julie T" (fig. 1).

Chez *Onobrychis supina*, espèce caractérisée lors des tests par une photosensibilité négative, les taux de germination du lot provenant de la station Mortiès PE sont, pour les deux traitements, plus élevés que ceux de l'échantillon originaire de Mortiès BP (fig. 1). Des variations similaires existent également chez *Crucianella angustifolia* et *Diplotaxis erucoides*.

Chez *Sanguisorba minor*, pour laquelle huit lots de sept stations différentes ont été testés, nous avons observé une grande disparité dans les réponses germinatives, quel que soit le traitement appliqué. Le cas de cette espèce sera envisagé isolément.

III - LE POLYMORPHISME GERMINATIF CHEZ *SANGUISORBA MINOR*

Les individus provenant des populations Celles PE et Celles HP sont caractérisés par des fruits verruqueux, alors que ceux qui sont originaires de Celles BP, Sainte-Julie T, Sainte-Julie HP et Mortiès BP sont caractérisés par des fruits ailés et peu verruqueux. Ces caractéristiques des fruits constituent les éléments distinctifs de deux sous-espèces distinguées par P. FOURNIER (1977 : 496), subsp. *verrucosa* (Ehrenb.) A. Br. et subsp. *muricata* (Spach) Ash.-Gr. NORDBORG (1967) a mis en évidence la présence d'hybrides entre ces deux sous-espèces, caractérisés par une ornementation des diakènes intermédiaire entre les deux types précédemment décrits.

Selon NORDBORG (l.c.), l'étendue de l'aire de distribution de *Sanguisorba minor* a provoqué, chez cette espèce, une très grande amplitude de variations, notamment morphologiques. D'autre part, selon cet auteur, les taux de germination oscillent entre 30 % et 60 %, avec des délais de germination variant entre une dizaine de jours et quatre à cinq semaines. Toutefois, NORDBORG ne précise pas dans quelles conditions expérimentales de tels résultats ont été obtenus.

Pour les sept échantillons de provenance bas-languedocienne qui ont été testés au laboratoire, les taux de germination varient entre 0 % et 100 %, alors que les délais de germination, souvent inférieurs à dix jours, n'ont jamais dépassé trois semaines (tabl. 3). Malgré cette disparité entre les différents lots de diaspores, tous ont présenté une photosensibilité positive.

A l'étuve obscure, les réponses germinatives des semences, selon leur provenance, sont de deux types :

- absence de germination : quatre échantillons ;
- germination forte : trois échantillons (tabl. 3).

A la lumière, les processus germinatifs ont été déclenchés pour l'ensemble des échantillons. Toutefois, l'influence de ce facteur varie selon les lots testés : par exemple, l'écart entre les taux de germination obtenus pour deux échantillons, prélevés à Mortiès PE et Sainte-Julie HP, a atteint 31 % (98 % de diaspores germées dans le cas de Mortiès contre 67 % à Sainte-Julie HP).

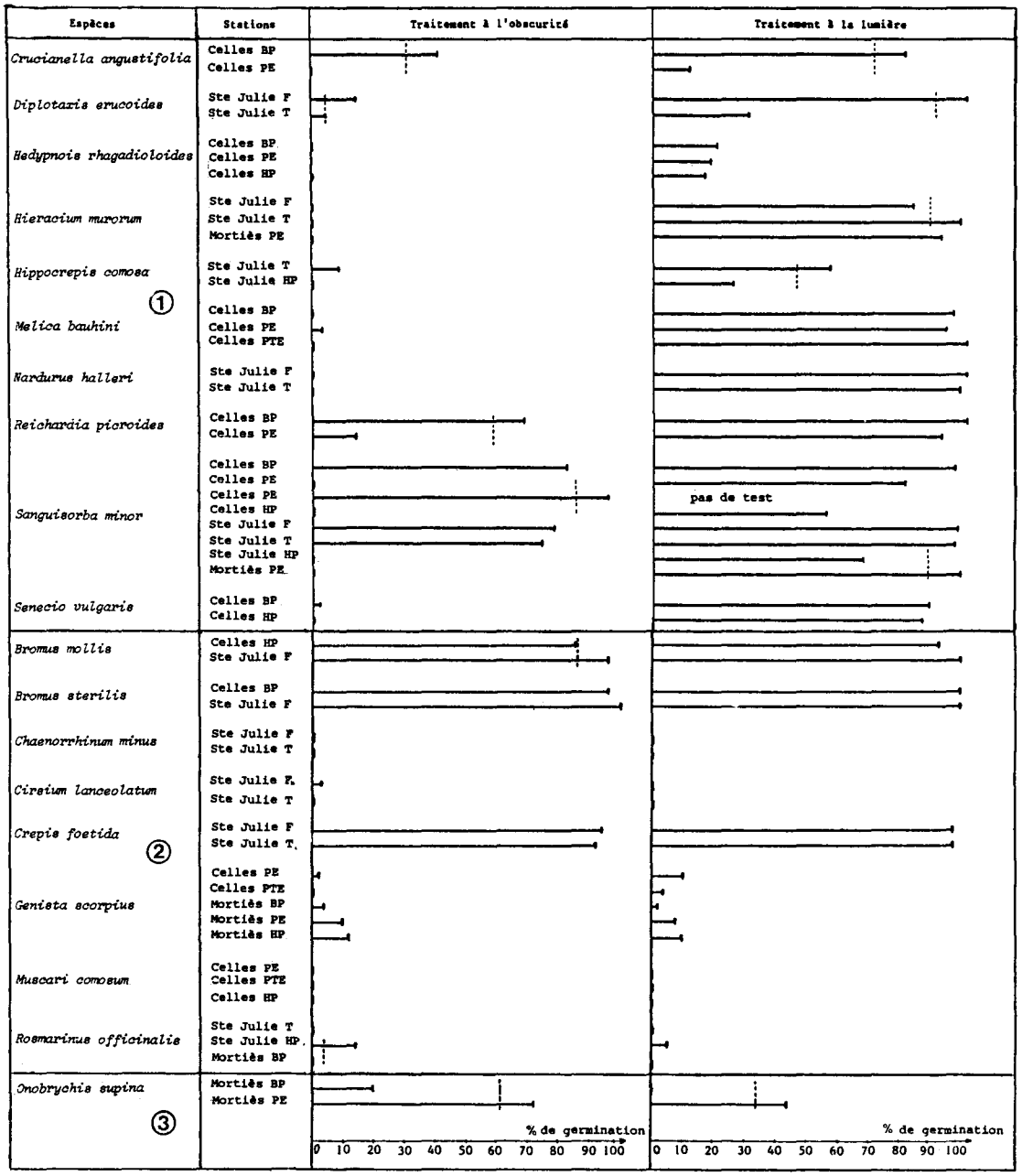


Fig. 1 - Aptitudes germinatives des semences, à l'obscurité et à la lumière, pour l'ensemble des espèces ayant montré, pour tous les échantillons, un degré de photosensibilité homogène.

1 - Espèces à photosensibilité positive;
2 - Espèces à photosensibilité nulle;
3 - Espèce à photosensibilité négative.

Les tirets verticaux visualisent les variations supérieures à 10% des taux de germination entre différents échantillons d'une même espèce.

La présence d'un tel polymorphisme germinatif nous a incités à vérifier les influences de quelques paramètres connus et contrôlés lors des tests sur le comportement germinatif des différents échantillons.

1 - L'influence taxinomique

Pour les deux stations Sainte-Julie T et Sainte-Julie HP, géographiquement proches et colonisées par la même sous-espèce, *Sanguisorba muricata*, les tests effectués en étuve obscure ont révélé de fortes variations d'un échantillon à l'autre : 74 % des diaspores provenant de Sainte-Julie T ont germé, alors qu'aucune diaspore récoltée à Sainte-Julie HP n'a germé. Par contre, le résultat, pour l'échantillon Sainte-Julie HP, est identique à celui obtenu, lors du même traitement, avec des semences récoltées à Celles HP sur des individus de la sous-espèce *verrucosa* (tabl. 3). Il n'est donc pas possible d'expliquer, pour les échantillons de *Sanguisorba minor* testés, la variation du comportement germinatif des échantillons par la présence de deux sous-espèces différentes.

2 - L'influence de la durée de stockage

Les caractéristiques germinatives des diaspores récoltées dans la station Celles PE ont varié en fonction de la durée de stockage (tabl. 3). Tandis que les semences testées à l'obscurité huit jours seulement après leur récolte n'ont pas germé, d'autres diaspores du même échantillon, semées dans les mêmes conditions, mais après cent-vingt-six jours de stockage, ont germé avec un pourcentage élevé. Ces résultats confirment que les diaspores de *Sanguisorba minor*, au moins chez certaines populations, ne peuvent germer qu'après postmaturation (COME, 1970).

Toutefois, en comparant, pour le traitement en étuve obscure, les résultats obtenus pour l'ensemble des échantillons, on note une grande variation de la durée de conservation nécessaire pour que les diaspores soient aptes à germer (tabl. 3). C'est ainsi que 82 % des semences récoltées à Celles BP ont germé après soixante-quatre jours de stockage, alors que quatre-vingt-quinze jours de conservation dans les mêmes conditions n'ont pas permis la germination des diaspores collectées à Mortiès PE. D'autre part, en comparant les résultats obtenus pour trois échantillons provenant de Sainte-Julie F, Sainte-Julie T et Sainte-Julie HP, récoltés à la même époque et stockés pendant des durées analogues (quatre-vingt-sept, quatre-vingt-huit, quatre-vingt-douze jours), on relève que les diaspores originaires des deux premières stations ont eu un comportement germinatif très proche (78 % contre 74 %), contrairement aux diaspores provenant de Sainte-Julie HP, qui n'ont pas germé.

A la lecture de ces résultats, on ne peut donc pas considérer que la durée de stockage des diaspores et leur comportement germinatif à l'obscurité soient étroitement liés.

A la lumière, pour quatre lots respectivement stockés pendant quatre-vingt-quinze, cent-quarante-sept, cent-cinquante-deux et cent-soixante-treize jours, les taux de germination n'ont pas varié (entre 96 % et 98 %). On peut donc considérer qu'après une certaine durée, la conservation des diaspores n'intervient plus sur leurs aptitudes germinatives. Toutefois, la comparaison des résultats pour les lots "Sainte-Julie HP" et "Mortiès PE", qui ont respectivement germé à 67 % et 98 %, après des durées de stockage proches (quatre-vingt-sept et quatre-vingt-quinze jours) confirme l'intervention d'autres processus que la durée de stockage dans le comportement germinatif des diaspores de *Sanguisorba minor*.

3 - L'influence des conditions stationnelles

Les échantillons qui ont germé à la fois à l'obscurité et à la lumière proviennent de Celles BP, Sainte-Julie F et Sainte-Julie T, trois stations caractérisées par une colonisation végétale intense (tabl. 1). Dans la station Celles BP, la couverture végétale qui est dominée par les annuelles, notamment de la famille des Graminées, a doublé au cours de l'année 1982. A Sainte-Julie, le débroussaillage effectué à intervalles réguliers par les services de l'Equipement le long des talus maintient la végétation des stations F et T à un stade jeune, propice à une colonisation active.

Par contre, les échantillons qui n'ont germé qu'à la lumière proviennent de stations, telles Celles PE, Celles HP, Sainte-Julie HP, caractérisées par une faible ou très faible évolution de la couverture végétale au cours de l'année. C'est par ailleurs à Celles HP et Sainte-Julie HP, stations où le recouvrement atteint ou dépasse 80 % tout au long de l'année (tabl. 1) qu'ont été prélevés les deux échantillons ayant présenté les plus faibles taux de germination à la lumière (tabl. 3).

Chez *Sanguisorba minor*, d'après les résultats obtenus au cours de ces expériences, il

apparaît donc un lien entre les aptitudes germinatives des diaspores et certaines conditions écologiques (intensité de la colonisation et couverture végétale) du biotope d'origine.

DISCUSSION ET CONCLUSION

Les tests de germination effectués sur cent-huit échantillons de semences provenant, pour trente-huit espèces de la garrigue languedocienne, de pentes érodées ou de talus routiers en voie de colonisation, ainsi que des bordures supérieures et inférieures de ces pentes, ont mis en évidence un polymorphisme germinatif en réponse aux conditions d'éclairement. Même si on ne peut exclure le rôle joué par les variations expérimentales des températures, il a été possible de confirmer les trois types de photosensibilité, positive, négative ou nulle selon les espèces. De plus on a pu constater que chez certaines d'entre elles, le degré de photosensibilité des diaspores varie en fonction des échantillons. D'autre part, même chez des espèces ayant présenté, pour l'ensemble des échantillons, un même type de photosensibilité, il peut apparaître des variations sensibles dans les aptitudes germinatives des semences.

En analysant les caractéristiques germinatives, dans chaque station, de toutes les espèces ayant produit des diaspores, on constate que les espèces à photosensibilité positive sont plus fréquentes sur les pentes érodées que dans les autres milieux (MINEAU, 1983). Dans le présent article, où n'ont été retenues que les espèces représentées dans plusieurs stations, nous arrivons aux mêmes conclusions que précédemment : les espèces à photosensibilité positive restent bien plus fréquentes sur les pentes et surtout, lorsqu'une espèce est constituée à la fois de populations à photosensibilité nulle et de populations à photosensibilité positive, celles du second type proviennent préférentiellement de surfaces inclinées.

Toutefois, on rencontre également sur ces pentes des populations à photosensibilité nulle, et même quelques populations ayant présenté une photosensibilité négative.

De même au sein même d'une population, la photosensibilité peut ne pas être identique pour toutes les diaspores. Si, chez des espèces comme *Nardurus halleri* ou *Melica bauhini*, la quasi-totalité des caryopses testés ont montré une photosensibilité positive accentuée (cf. tabl. 3), chez d'autres, la gamme de réponses est plus vaste. Ainsi, chez *Sanguisorba minor*, chez laquelle tous les lots testés ont montré une photosensibilité positive, les diaspores provenant de Celles BP, Sainte-Julie F ou Sainte-Julie T n'ont pas toutes eu les mêmes aptitudes germinatives (alors que les akènes récoltés à Mortiès PE ont présenté une photosensibilité positive accusée). Dans ces trois populations, bien qu'un fort éclairement favorise la germination d'une plus grande proportion de diaspores que l'obscurité, une quantité non négligeable d'entre elles peut germer en l'absence de lumière. Nous ne savons pas d'après les expériences effectuées si celles-ci ont une photosensibilité négative ou nulle.

Chez les espèces à photosensibilité nulle, deux interprétations sont possibles :
- les diaspores n'ont pas d'exigence de luminosité pour germer ; elles ont alors toutes les mêmes caractéristiques germinatives vis-à-vis de l'éclairement ;
- la population traduit un équilibre entre les diaspores à photosensibilité positive et les diaspores à photosensibilité négative.

Le second cas, comme celui de *Sanguisorba minor* précédemment exposé, est intéressant du point de vue sélectif, car il peut être le résultat de plusieurs causes sélectives produisant des effets différents au niveau germinatif. Le polymorphisme pourrait ainsi apparaître entre des individus d'une même population, ou encore sur un même individu.

Dans certaines stations, notamment les pentes, les conditions du milieu ne sont pas totalement homogènes ; la présence d'obstacles naturels (replats, présence d'un buisson ou d'un caillou) favorise le colluvionnement et l'enfouissement de diaspores. Dans ces microstations, seules les diaspores à photosensibilité négative pourront germer, permettant dans de tels milieux la descendance des individus dont elles sont issues. La présence d'une telle microhétérogénéité peut être, dans ce cas, génératrice du polymorphisme au sein d'une population.

Toutefois, au-delà de ce polymorphisme individuel, la disparition des individus ayant notamment les caractéristiques germinatives les moins adaptées aux conditions du milieu permet de mettre en évidence un comportement germinatif d'ensemble propre à la population.

BIBLIOGRAPHIE

BAKER H.G., STEBBINS G.L. (1965). The genetics of colonizing species.
Academic press, 587 p.

CAVERS P.B. (1963). The comparative biology of *Rumex obtusifolius* L. and *R. crispus* L. includind the variety *trigranulatus*.
PhD thesis, Univ. of Wales.

CHOUARD P. (1954). Dormances et inhibitions des graines et des bourgeons. Préparation au forçage. Thermopériodisme.
C.D.U. ed., Paris, 157 p.

COME D. (1970). Les obstacles à la germination.
Masson, Paris, 162 p.

FOURNIER P. (1977). Les quatre flores de France. Nouvelle édition.
Ed. Paul Lechevalier, Paris, 1105 p. + annexes.

MAC WILLIAMS E.L., LANDERS R.Q., MAHLSTEDE J.P. (1968). Variation in seed weight and germination in populations of *Amaranthus retroflexus*.
Ecology, 49, 290-296.

MERGEN F. (1963). Ecotypic variation in *Pinus strobus* L.
Ecology, 44, 716-727.

MINEAU H. (1983). Les aptitudes germinatives de quelques espèces de la garrigue languedocienne et la colonisation de pentes érodées.
D.E.A. Ecologie, Université des Sciences et Techniques du Languedoc, Montpellier, 36 p. + annexes.

NORDBORG G. (1967). The genus *Sanguisorba*, section *Poterium*. Experimental studies and taxonomy.
Opera botanica, 16, 166 p.

Variability in chlorophyll content along a gradient in a mediterranean ecosystem.

L.GRATANI ★

RESUME - Cette recherche se propose de vérifier l'hypothèse que le contenu en chlorophylle concorde avec les variations du microclimat dans un milieu déterminé. En effet la lumière, la température et le vent montrent de remarquables variations d'un milieu à l'autre et la formation des pigments photosynthètiques constitue un des procès physiologiques les plus sensibiles à ces facteurs extérieurs.

SUMMARY - It is hypothesized that chlorophyll response varies to accomodate the environmental differences in microclimate. Light, temperature and wind show the most remarkable variations from one habitat to another, and chlorophyll content is a physiological process most sensitive to variations in these external factors.

KEY-WORDS : Chlorophyll content, Microclimatic factors, Gradient sea-inland, Mediterranean ecosystem.

INTRODUCTION

The present study is designed to determine the variability in chlorophyll content in the species along a gradient from coast to inland (from *Agropyretum mediterraneum* (Kuhnh) Br. Bl. 1933, to the first stages of *Viburno (tini)-Quercetum ilicis* (RIVAS-MARTINEZ, 1974) at Castelpoziano (S SW of Rome, Lazio, Italy).

Such an approach provides to quantitative test of one hypothesis. It is hypothesized that chlorophyll response varies to accomodate the environmental differences in microclimate. In fact the local microclimate is of primary importance as a selective factor. Light, temperature and wind show the most remarkable variations from one habitat to another, and chlorophyll content is a physiological process most sensitive to variation in these external factors (BJORKMAN, 1963; MOONEY et al., 1970, 1975; OECHEL, 1982).

MATERIAL AND METHODS

1 - Field measurements

The study area is described in NAPOLEONE (1970), GRATANI et al. (1983). Sampling was

---

★Department of Plant Biology, University of Rome "La Sapienza", P.le A. Moro 5, 00184 ROME (ITALY).

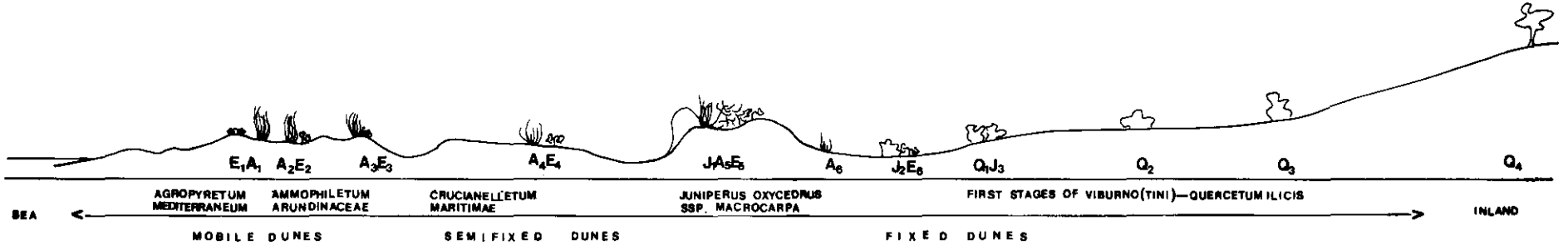


Fig. 1 - The gradient from the Agropyretum mediterraneum (Kuhnh) Br. Bl. 1933 to the first stages of Viburno (tini) Quercetum ilicis at Castelporziano. (1 cm = 20 m; E_1 = 54 m from the sea, A_1 = 56 m, A_2 = 75 m, E_2 = 78 m, A_3 = 120 m, E_3 = 121 m, A_4 = 200 m, E_4 = 202 m, J_1 = 280 m, A_5 = 282 m, E_5 = 285 m, A_6 = 345 m, J_2 = 380 m, E_6 = 383 m, Q_1 = 420 m, J_3 = 422 m, Q_2 = 500 m, Q_3 = 570 m, Q_4 = 680 m).

carried out from May 1983 to April 1984. Leaves were collected from the species of the psammophilous communities and of the first stages of *Viburno (tini)-Quercetum ililcis*. The species were chosen on account of their position on the dunes, in relation with the gradient, rather than on account of their belongings to a particular community. The species were: *Agropyron junceum* (L.) Beauv., *Ammophila litoralis* (Beauv.) Rothm., *Cakile maritima* Scop., *Cyperus kalli* (Forsskal) Murb., *Eryngium maritimum* L., *Anthemis maritima* L., *Sporobolus pungens* (Schreber) Kunth, *Crucianella maritima* L., *Juniperus oxycedrus ssp. macrocarpa*★(S. et S.) Ball, *Smilax aspera* L., *Erica arborea* L., *Phillyrea angustifolia* L., *Cistus incanus* L., *Pistacia lentiscus* L., *Quercus ilex*★L..

Twelve sampling sets were completed in a sunny day. In every monthly sampling occasion a series of leaves was picked from the medium-external part of the epigean portion of the plant exposed to Sud (VANSEVEREN, 1973).

In every sampling occasion were executed measurements of light intensity (by a photometer LI-COR 188-B), measurements of wind velocity (by an istantaneous anemometer at warm cable, TERMAN), measurements of rainfall and measurements of temperature (data relative to the metereological station placed in the Estate). The microclimatic measurements were executed along the gradient, at the level of the vegetation and in the points of the drawing (Fig. 1).

2 - Chlorophyll analyses

Chlorophyll analyses were based on the technique described by MACLACHLAN and ZALIK (1963), using 1.5 g of fresh leaf material. Chlorophyll was extracted with acetone at a level of 80% containing a small quantity of $MgCO_3$. Acetone solution was removed by filtration after centrifugation at a speed of 8000 spins for ten minutes. Determination of optical density of solution was made with a spectrophotometer (BECKMAN DU-8). Readings of each sample were taken at 645 nm and 663 nm, corresponding to the maximum absorption of chlorophyll a and b.

RESULTS AND CONCLUSIONS

The chlorophyll content of the sampled species along the gradient is in relation with microclimatic variations (LARCHER, 1961; BJORKMAN, 1963; OECHEL, 1982; MITRAKOS, 1982). Light, temperature and wind variations along the examined gradient, affect the composition and the structure of the species and the chlorophyll content also changes, according that the species is differently exposed to these environmental factors.

At Castelporziano in the aphytoic area and in the first dunes (*Agropyretum*) insolation is rather high, but temperature is affected by wind coming from the sea (Tab. 1). At the level of the

---

★Several samples of *Juniperus* and *Quercus* were sampled in progression along the gradient (that is: if the samples are three, the first grew nearer the sea, while the second and the third respectively grew nearer to the boundary of the gradient, that is the maquis area).

	SPRING			SUMMER			AUTUMN			WINTER		
	LIGHT INTEN. Lux	TEMP. °C	WIND VEL. Km/h	LIGHT INTEN. Lux	TEMP. °C	WIND VEL. Km/h	LIGHT INTEN. Lux	TEMP. °C	WIND VEL. Km/h	LIGHT INTEN. Lux	TEMP. °C	WIND VEL. Km/h
Agropyretum	35.000	12	22.1	65.500	28	19.5	32.000	10	19.3	29.000	7	21.8
Ammophiletum	35.000	12	16.9	65.500	28	14.9	32.000	10	14.8	29.000	7	16.7
Crucianelletum	47.000	13	11.4	74.000	29	10.1	33.000	10	9.9	30.000	10	11.3
Juniperus	48.000	12	16.3	76.000	28	14.4	34.000	9	14.2	32.000	8	16.1
F.stages of *V.* (400 m)	48.000	13	5.3	72.000	28	4.7	32.000	10	4.7	20.000	8	5.3
F.stages of *V.* (650 m)	46.000	12	8.8	75.000	28	7.8	32.000	9	7.7	21.000	7	8.7

Tab. 1 - Mean seasonal light intensity (lux), temperature (°C) and wind velocity (Km/h) along the gradient sea-inland at Castelporziano. Light intensity was measured at the vegetation level. Data represent the period 1983/84. Each measurement of light intensity, temperature and wind velocity is a mean of six measurements (F. stages of *V.* = First stages of *Viburno (tini)-Quercetum ilicis*).

second dunes (*Ammophiletum*) and the third dunes (*Crucianelletum*) there is an increase in temperature. Proceeding towards the maquis, varied conditions are created, due to the vegetation cover, with green areas (cover superior to 100%, in the maquis), areas with no vegetation and areas with very different conditions (borders).

Fig. 2 (and Tab. 2) shows the chlorophyll content in the examined species. The species placed in more favourable conditions: sea-wind★★, moderate temperature (as at Castelporziano in the *Agropyretum*), have a chlorophyll content greater as regards those species placed in "choked" or very sunny areas (as at Castelporziano in the *Crucianelletum*).

In fact *Agropyron* and *Ammophila* have generally a chlorophyll content greater as regards the species of the *Crucianelletum*. *Cyperus*, *Anthemis*, *Sporobolus*, *Crucianella*, are subjected, on account of their position, to unfavourable physiological conditions (Fig. 1). The same happen for the three sampled *Juniperus*. In fact *Juniperus 1* has a chlorophyll content greater as regards *Juniperus 2*. *Juniperus 1* is placed in its belongings community, on the top of the dune, and enjoys benefic advantage of the sea-wind.

On the contrary *Juniperus 2* placed in the first maquis formation, remains in unfavourable position. The maquis species (*Erica*, *Phillyrea*, *Cistus*, *Smilax*, *Pistacia*) show a variable content due to the above mentioned variable conditions, that are determined in this cenosis (maquis). As regards the four samples of *Quercus ilex*, it can be noted how *Quercus ilex 4* shows a chlorophyll content greater than the others, being placed in a relief belt and exposed to a better ventilation, confirming once again the above mentioned hypothesis.

★★The wind coming from the sea affects differently the dunes in progression. *Agrpyretum* and *Ammophiletum* are placed about 50-60 m from the sea; and the species as *Ammophila* and *Agropyron* (height 50-70 cm) are directly influenced by the wind. *Crucianelletum* is placed at 150 m from the sea; the species placed there have an height of 4 cm (as *Crucianella maritima*) or 30 cm (as *Pancratium maritimum*) and, on account of the distance from the sea and of their moderate height, are little influenced by sea-wind.

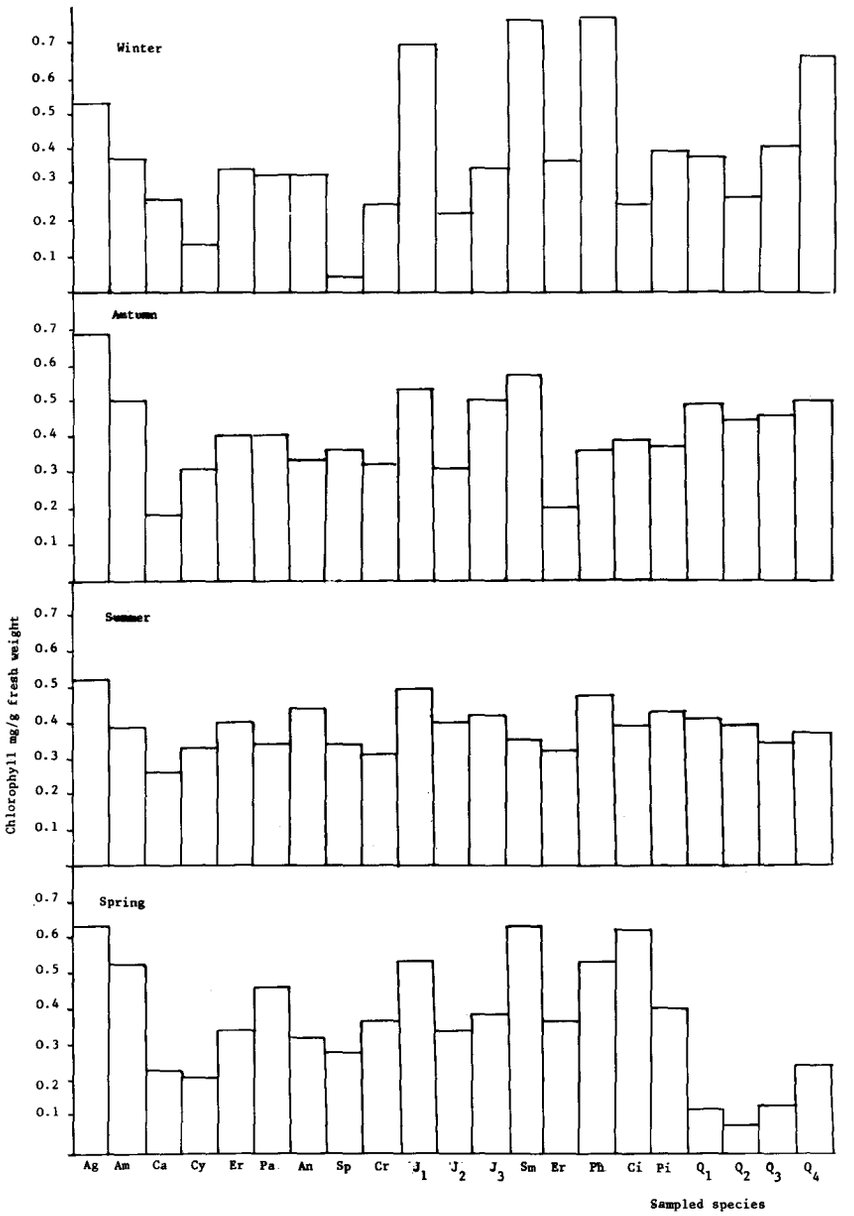


Fig. 2 - Chlorophyll content in the sampled species along the gradient sea-inland: Ag = *Agropyron junceum*, Am = *Ammophila littoralis*, Ca = *Cakile maritima*, Cy = *Cyperus kalli*, Er = *Eryngium maritimum*, Pa = *Pancratium maritimum*, An = *Anthemis maritima*, Sp = *Spo robolus pungens*, Cr = *Crucianella maritima*, J = *Juniperus oxycedrus* (J_1 sampled at 280 m from the sea, J_2 at 380 m from the sea, J_3 at 422 m from the sea), Sm = *Smilax aspera*, Er = *Erica arborea*, Ph = *Phillyrea angustifolia*, Ci = *Cistus incanus*, Pi = *Pistacia lentiscus*, Q = *Quercus ilex* (Q_1 sampled at 420 m from the sea, Q_2 at 500 m from the sea, Q_3 at 570 m from the sea, Q_4 at 680 m from the sea). Chlorophyll content for each species is a mean of six values. The number of six samples is justified by the fact that at three or four samples, on the average, for the different species, the standard error is stabilized.

SPECIES	SPRING	SUMMER	AUTUMN	WINTER
Ammophila littoralis (Ag)	0.35 ± 0.03	0.32 ± 0.03	0.41 ± 0.05	0.55 ± 0.04
Ammophila littoralis (Am)	0.55 ± 0.05	0.60 ± 0.05	0.70 ± 0.06	0.85 ± 0.08
Ammophila littoralis (a Am)	0.40 ± 0.02	0.58 ± 0.04	0.65 ± 0.07	0.79 ± 0.03
Ammophila littoralis (Cr)	0.13 ± 0.008	0.03 ± 0.007	0.15 ± 0.03	0.12 ± 0.02
Ammophila littoralis (J)	0.41 ± 0.02	0.27 ± 0.01	0.64 ± 0.05	0.67 ± 0.05
Ammophila littoralis (a J)	0.35 ± 0.03	0.07 ± 0.005	0.35 ± 0.03	0.37 ± 0.04
Eryngium maritimum (Ag)	0.30 ± 0.04	0.43 ± 0.03	0.29 ± 0.06	0.14 ± 0.01
Eryngium maritimum (Am)	0.17 ± 0.01	0.44 ± 0.06	0.34 ± 0.07	0.24 ± 0.02
Eryngium maritimum (a Am)	0.22 ± 0.02	0.54 ± 0.08	0.44 ± 0.01	0.34 ± 0.06
Eryngium maritimum (Cr)	0.03 ± 0.005	0.32 ± 0.06	0.25 ± 0.008	0.18 ± 0.008
Eryngium maritimum (J)	0.32 ± 0.01	0.45 ± 0.02	0.37 ± 0.03	0.28 ± 0.05
Eryngium maritimum (a J)	0.28 ± 0.05	0.48 ± 0.01	0.46 ± 0.04	0.23 ± 0.01
Eryngium maritimum (M 1)	0.35 ± 0.05	-	0.34 ± 0.03	0.30 ± 0.01
Eryngium maritimum (M 2)	0.42 ± 0.04	-	0.65 ± 0.01	0.55 ± 0.03
Quercus ilex (M 2)	0.42 ± 0.04	0.16 ± 0.02	0.70 ± 0.06	0.78 ± 0.08
Quercus ilex (M 3)	0.30 ± 0.05	0.03 ± 0.007	0.18 ± 0.05	0.33 ± 0.02
Quercus ilex (M 4)	0.25 ± 0.01	0.03 ± 0.005	0.10 ± 0.03	0.26 ± 0.04
Quercus ilex (M 5)	0.28 ± 0.01	0.12 ± 0.03	0.41 ± 0.08	0.72 ± 0.007

Tab. 3 - Chlorophyll content of the examined species (it concerns Fig. 3) ± standard error. Chlorophyll content for each species (mean of six values) is expressed in mg/g of fresh weight.

of the two samples (*Quercus 1, Quercus 4*) placed in relief as regards to others (*Quercus 2, Quercus 3*), that remain rather "choked", with photosynthetic conditions certainly unfavourable.

On the basis of the effected observations, it is hypothesized that chlorophyll content varies to accomodate the environmental differences in microclimate, particularly: light, temperature and wind. In fact in the examined area happen different chlorophyll contents whether in different species or in the same species placed in different positions along the gradient sea-inland. The greater chlorophyll contents happen in individuals of different species or of the same species placed in favourable physiological conditions for the plants.

REFERENCES

BJORKMAN O., HOLMGREN P. (1963). Adaptability of the photosynthetic apparatus to light intensity in ecotypes from exposed and shaded habitats. *Physiologia Plantarum, 16,* 889-914.

GRATANI L., MARINUCCI C., AMADORI M., BRUNO F. (1983). Relationship between phytosociological table and biomass estimation of psammophilous vegetation at Castelporziano (Rome) Italy. *Acta Oecologica, 4* (4), 307-314.

LARCHER W. (1961). Jahresgang des assimilations und respirationsvermögens von *Olea europea* L.*ssp. sativa* Hoff. et Link., *Quercus ilex* L. und *Quercus pubescens* Willd. aus dem nördlichen gardaseegebiet. *Planta, 56,* 575-606.

MACLACHLAN S., ZALIK S. (1963). Plastid structure, chlorophyll concentration and free amino acid composition of a chlorophyll mutant of barley. *Canad.J.Botany, 42,* 1053-1062.

MITRAKOS K. (1982). Winter low temperature in mediterranean-type ecosystem. *Ecologia mediterranea, 8* (1/2), 95-102.

MOONEY H.A., DUNN E.L. (1970). Photosynthetic systems of mediterranean climate shrubs and trees of California and Chile. *American Naturalist, 104,* 447-453.

MOONEY H.A., DUNN E.L. (1970). Convergent evolution of mediterranean climate evergreen sclerophyll shrubs. *Evolution, 24,* 292-303.

MOONEY H.A., HARRISON A.T., MORROW P.A. (1975). Environmental limitations of photosynthesis on a California evergreen shrub. *Oecologia Plantarum, 19,* 293-301.

NAPOLEONE I. (1970). Osservazioni sulla flora e vegetazione delle dune di Castelporziano (Roma). *Ann.Bot., Roma, 30,* 33-46.

OECHEL W.C., MUSTAFA J. (1982). Photosynthetic variability along an elevational gradient in the chaparral. *Ecologia mediterranea, 8* (1/2), 417-433.

RIVAS-MARTINEZ S. (1974). La vegetation de la clase *Quercetea ilicis* en Espana y Portugal. *Anal.Inst. Bot., Cavanilles, 31* (2), 205-259.

VANSEVEREN J.P. (1973). Variations saisonnières de la teneur en chlorophylles des feuilles de la strate arborescente. *Bull.Soc.Roy.Bot.Belg., 106,* 279-288.

Etude cyto-taxonomique et comportement écologique de quelques éléments orophiles du Mont-Ventoux et de la montagne de Lure: signification évolutive.

S.BLAISE ★
D.CARTIER ★

RESUME - L'existence de cytotypes diploïdes de MYOSOTIS ALPESTRIS (2n = 24) et de LOTUS ALPINUS (2n =12) au Mont Ventoux et à la Montagne de Lure confirme le rôle de refuge joué par ces deux massifs durant les glaciations; ces cytotypes se rencontrent habituellement à plus haute altitude. Trois autres taxons ont été étudiés : BISCUTELLA LAEVIGATA à 2 n = 2 x = 18, ANTHYLLIS MONTANA à 2 n = 4 x = 28 et KOELERIA VALLESIANA à 2 n = 6 x = 42; il est difficile de préciser leur origine, autochtone ou allochtone, compte-tenu des aires de répartition de leurs différents cytotypes.

SUMMARY - The occurence of diploïd MYOSOTIS ALPESTRIS (2n = 24) and LOTUS ALPINUS (2n = 12) at Mont Ventoux and Montagne de Lure, demonstrates that these unglaciated massifs served as Quaternary refuges for some alpine plants. Generally, these diploïd taxas were found at higher altitude. Three other taxas were studied : BISCUTELLA LAEVIGATA with 2 n = 2 x = 18, ANTHYLLIS MONTANA with 2 n = 4 x = 28 and KOELERIA VALLESIANA with 2 n = 6 x = 42; it was difficult to conclude about their allochtonous or autochtonous origin, according to repartition areas of their chromosomic races.

MOTS CLES : Alpes françaises, massifs refuges méditerranéens, espèces alpines, races chromosomiques, biogéographie, phytosociologie.

INTRODUCTION

Les études géologiques et en particulier celles de tracé morainique, révèlent que quelques massifs alpins marginaux n'ont pas été touchés par les glaces du début du quaternaire. Les analyses biosystématiques et phytosociologiques confirment cette situation privilégiée de sommets extérieurs à la chaîne des Alpes, épargnés par les glaciations et bien distincts des nunatakker internes.

Ainsi en est-il de toutes les crêtes calcaires situées entre la Drôme et la Durance, depuis le Diois jusqu'au Lubéron en passant par le Mont Ventoux (Vaucluse) et la Montagne de Lure (Alpes de Haute-Provence). Ces deux derniers massifs d'altitude plus élevée, 1.909 et 1.826 m respectivement, dotés d'un climat plus rigoureux, ont pu conserver dans leur zone sommitale quelques unes des espèces alpines réfugiées sur leur flanc au plus fort des glaciations. Des études caryologiques (FAVARGER 1965-1969 - 1971, KÜPFER 1974) sur plusieurs de ces taxons ont révélé le caractère relictuel de certains d'entre eux; nous y ajoutons nos propres résultats, lesquels confirment également la thèse de massif refuge proposée pour le Mont Ventoux et tenterons une comparaison avec la Montagne de Lure qui a vraisemblablement supporté les mêmes contraintes climatiques au début du quaternaire.

Les études phytosociologiques menées par BARBERO et QUEZEL (1975), BARBERO et al. (1978) au Mont Ventoux, ainsi que celles de MATHON (1952) et plus récemment de SIFRE (1982) à la Montagne de Lure, nous ont fourni un cadre "écologique" appréciable.

Cinq taxons ont particulièrement retenu notre attention. Trois d'entre eux sont diploïdes; il s'agit de *Myosotis alpestris, Biscutella laevigata, Lotus alpinus. Anthyllis montana* est tétraploïde tandis que *Koeleria vallesiana* présente la valence chromosomique hexaploïde parmi un important complexe polyploïde.

Nous avons essayé de replacer nos résultats obtenus à partir de populations récoltées

★ Laboratoire de Systématique et Ecologie végétales. L.A. 121 - Bâtiment 362. Université de Paris-Sud 91 405 ORSAY Cedex.

dans les deux massifs, dans le contexte général de distribution des différents cytotypes et plus particulièrement au niveau des Alpes méridionales.

RÉSULTATS

1 - *Myosotis alpestris* Schmidt

2 n = 2 x = 24 - Montagne de Lure. Falaise de la face nord, *Aveno-galietum*, 1.820 m.
- Mont Ventoux. Crête sommitale, *Iberidetum candolleanae*, 1.900 m.*

Au Mont Ventoux comme à la Montagne de Lure, *M. alpestris* est diploïde avec 2 n = 2 x =24 chromosomes. Il s'agit là d'une découverte tout à fait inattendue. Au regard du schéma général de répartition des deux cytotypes de ce taxon à travers l'arc alpin,(BLAISE 1965 - BLAISE et ROUX 1971 - GRAU 1964 - SOKOLOVSKAYA et STRELKOVA 1948), ces populations devraient être tétraploïdes.

En effet, la situation générale est la suivante : le cytotype diploïde existe seul en Asie et dans la zone boréo-arctique d'une part, en Afrique du Nord d'autre part, un tel schéma illustre d'ailleurs relativement bien la thèse de la disjonction arcto-tertiaire proposée par TOLMATCHEV (1960).

Lorsqu'on se restreint aux seules Alpes on s'aperçoit que toute la partie interne de l'arc est occupée par le cytotype diploïde, la forme tétraploïde colonisant essentiellement la bordure externe calcaire (Jura suisse et français, Préalpes calcaires du nord et du sud).

La limite entre les deux aires de répartition est relativement floue : dans les Alpes françaises septentrionales elle passe par les massifs du Mont-Blanc et de l'Oisans. Dans les zones de contact, quand existe une mosaïque de substrats calcaires et granitiques, le cytotype diploïde est silicicole et alpin, le tétraploïde calcicole et subalpin. Pour exemple, au col du Lautaret, le taxon diploïde se trouve au Sud de la route (massif du Combeynot siliceux par exemple) tandis qu'au Nord, sur les flancs des crêtes calcaires de Chaillol, le taxon est tétraploïde(BLAISE 1972). Pour remarque, lorsqu'on poursuit la route vers l'Est (Briançon) dans le massif des Cerces comme dans celui de Montbrison tous deux calcaires, on ne trouve plus que le cytotype diploïde. Un phénomène identique observé dans le massif du Mont-Blanc sera décrit dans une publication ultérieure.

Enfin, au niveau des Alpes du Sud, le schéma conforme au schéma général, montre le cytotype tétraploïde à l'Ouest dans les chaînes calcaires (Dévoluy, chaînes subalpines de Haute Provence) et le diploïde à l'Est dans le massif du Mercantour, que le substrat y soit calcaire ou granitique (fig.).

Il ressort de ceci que les populations à 2 n = 24 du Mont Ventoux et de la Montagne de Lure représentent un minuscule îlot calcicole et subalpin, isolé de l'aire générale plutôt silicicole et alpine de ce cytotype. Précisons qu'au Massif central les populations comptées sur basalte sont tétraploïdes (BLAISE 1965).

La morphologie des individus du Mont Ventoux et de la Montagne de Lure suggère deux types de conclusions.

En raison d'une alternance d'entre-noeuds successivement longs et courts le long des cymes scorpioïdes, les calices très courtement pédicellés sont groupés par deux en position presque opposée, ces caractères ainsi que l'absence de pilosité à la face inférieure des feuilles permettent de rapprocher ces populations de *M. corsicana* (Fiori) Grau et de *M. alpina* Lapeyr. et de les rattacher à la branche méridionale de la flore orophile comme les deux espèces précitées, ainsi d'ailleurs que *M. albomarginata* Maire du Maroc, taxons tous diploïdes.

Ces taxons méditerranéens sont évidemment isolés les uns des autres de longue date et ont subi des évolutions divergentes se traduisant par des traits morphologiques originaux. De plus, les effectifs du Mont Ventoux et de la Montagne de Lure sont réduits, ceci impliquant une dérive génétique rapide; les nucules de ces plantes sont anormalement grandes pour l'espèce et les feuilles radicales, habituellement appliquées au sol, sont ici longuement pétiolées et redressées à la verticale;

* Le premier matériel à 2 n = 24 du Mont Ventoux nous a été envoyé par Jean Vivant (Versant nord, 1.750 m., éboulis à *Viola cenisia*, *Iberis candolleana*, *Alyssum cuneifolium*, *Galium pumilum* race *hypnoides*, *Galium megalospermum*, *Avena montana* et *A. setacea*). En 1980, C. Roux échantillonna dans la zone sommitale 20 individus vivants qui ont été également comptés. Nous les remercions de leurs envois.

ce caractère se conserve en culture et résulte vraisemblablement de l'influence du lithosol consistant en un amoncellement sur environ 20 cm de petites plaquettes calcaires à travers lesquelles les feuilles sont obligées de se frayer un chemin.*

D'après les études phytosociologiques de BARBERO et QUEZEL (1975) et nos propres observations, *M. alpestris* colonise au Mont Ventoux comme à la Montagne de Lure, en face nord uniquement, les individus d'association de l'*Iberidetum candolleanae* (*Thlaspion rotundifolii*) de recouvrement 10% ainsi que ceux de l'*Aveno-Galietum* de recouvrement 40%; les pentes y sont toujours relativement importantes (15 à 40%).

BARBERO et QUEZEL signalent également l'espèce dans des individus de l'*Anthoxantho-Deschampsietum* au Mont Serein à 1.450 m environ (recouvrement 100%); ces données ne concordent absolument pas avec nos observations sur les conditions stationnelles du taxon dans les deux massifs; il pourrait s'agir là de *Myosotis decumbens* Host. à 2 n = 32, plante de clairières et reposoirs des étages montagnard et subalpin . Cette espèce existe à la Montagne de Lure sous le sommet, en face sud dans les zones anthropisées, recolonisées par le Genévrier. SIFRE (1982) la signale d'ailleurs dans l'*Anthoxantho-Plantaginion* sous le nom de *Myosotis silvatica* (Ehrh.) Hoffm.; des comptages sur ses récoltes et les nôtres ont confirmé l'appartenance à *M. decumbens*.

2 - *Lotus alpinus* (DC.) Schleicher

2 n = 2 x = 12 - Montagne de Lure :

a) falaise de la face nord, *Aveno-Galietum* 1.820 m

b) crête sommitale, face sud, *Ononidion-cenisiae*, 1.800 m.

- Mont Ventoux . Crête sommitale, *Seslerion coeruleae*, 1.910 m.

Les index chromosomiques donnent le plus souvent *L. alpinus* comme diploïde (2 n= 2 x =12) mais des auteurs comme URBANSKA et WILDI (1975) dans les Alpes suisses et ZERTOVA (1964) dans les Alpes autrichiennes mentionnent l'existence d'une race tétraploïde chez cette espèce.

D'après les importants travaux de URBANSKA et al. (1975, 1979, 1980) réalisés essentiellement dans les Alpes suisses, *L. alpinus* diploïde ne se rencontre qu'exceptionnellement sur substrat calcaire et dans ce cas sa limite inférieure se situe autour de 2.400 m. La présence de *L. alpinus* 2 x à la Montagne de Lure et au Mont Ventoux est donc intéressante à signaler, étant donné la nature calcaire et l'altitude relativement faible de ces massifs.

De plus, compte-tenu des observations réalisées dans d'autres secteurs des Alpes françaises (CARTIER et BLAISE, 1984) et suisses (URBANSKA et WILDI 1975) nous constatons l'existence d'un gradient décroissant Nord-Est/Sud-Ouest de l'altitude la plus basse à laquelle on rencontre *L. alpinus* sur calcaire. Ainsi, dans les Alpes suisses, il ne se trouve qu'autour de 2.400 m et encore très rarement, dans les massifs du Mont Blanc et du Dévoluy il descend jusqu'à 2.000 m et dans les Préalpes méridionales il pousse dès la limite montagnard/subalpin. Ce gradient s'expliquerait par l'existence de massifs refuges périméditerranéens calcaires d'altitude relativement faible, comme le Mont Ventoux et la Montagne de Lure, à partir desquels ce taxon aurait recolonisé l'ensemble des Alpes en se diversifiant progressivement. On peut donc penser que *L. alpinus* 2 x appartient très probablement à la branche méridionale de la flore tertiaire alpine, comme le suggère KÜPFER (1971). Cette hypothèse est renforcée par l'existence de *L. alpinus* en Sardaigne, à 1.000 m d'altitude dans la chaîne de Marghine (CORRIAS et CORRIAS, 1976).

Il est classique de considérer *L. corniculatus* 4 x comme le pseudo-vicariant planitiaire de *L. alpinus* 2 x; or la limite altitudinale séparant ces taxons est très variable et dépend d'autres facteurs de l'environnement.

Ainsi, à la montagne de Lure nous avons mis en évidence le rôle primordial de la nature du groupement dans la répartion des 2 taxons. En effet, sur la face nord de la zone sommitale, on trouve, rarement d'ailleurs, *L. alpinus* sur les gradins occupés par l'*Aveno-Galietum*, association abritant la plupart des espèces alpines rares. Sur le versant sud de pente faible, toujours près du sommet, *L. alpinus* plus fréquent, colonise les groupements de l'*Ononidion-cenisiae*. Là, il pousse côte à côte avec *L. corniculatus* (2 n = 4 x = 24) installé dans les groupements anthropiques proches, voire identiques

* J. Vivant nous avait fait part de remarques similaires concernant les différences et ressemblances avec *M. alpina* et se demandait s'il n'y avait pas là "une espèce de première catégorie parfaitement méconnue".

à l'*Anthoxanto-Deschampsietum*, sous-association *poetosum alpinae* observée par BARBERO et QUEZEL (1975) au Mont Ventoux.

Dans ce cas, à altitude égale, on remarque une coexistence étroite des 2 taxons en rapport avec une mosaïque fine de différents types de groupements.

Des observations plus nombreuses concernant les répartitions géographiques et phytosociologiques du taxon diploïde dans les chaînes subalpines de Haute-Provence (Mourre de Chanier, Lachens, Audibergue etc..) devraient permettre de vérifier nos hypothèses tant chorologiques qu'écologiques.

3. *Biscutella laevigata* L.

2 n = 2 x = 18 : crête sommitale de la Montagne de Lure, *Ononidion cenisiae* 1.826 m.

MANTON ((1932-1934) fut le premier auteur à réaliser des recherches cytotaxonomiques sur l'espèce collective *B. laevigata*. Ses travaux ont montré la distribution des différentes races chromosomiques de ce taxon dans les Alpes orientales essentiellement.

Les comptages effectués depuis dans les Alpes semblent montrer que les tétraploïdes se rencontrent plutôt dans les zones internes : Slovénie(LOVKA et al. 1972), Otztal, Monte Baldo(SCHÖNFELDER 1968), Valais à basse altitude, Queyras, Ubaye, Pelvoux (FAVARGER, 1971), Haute-Savoie (GADELLA et KLIPHUIS, 1970).

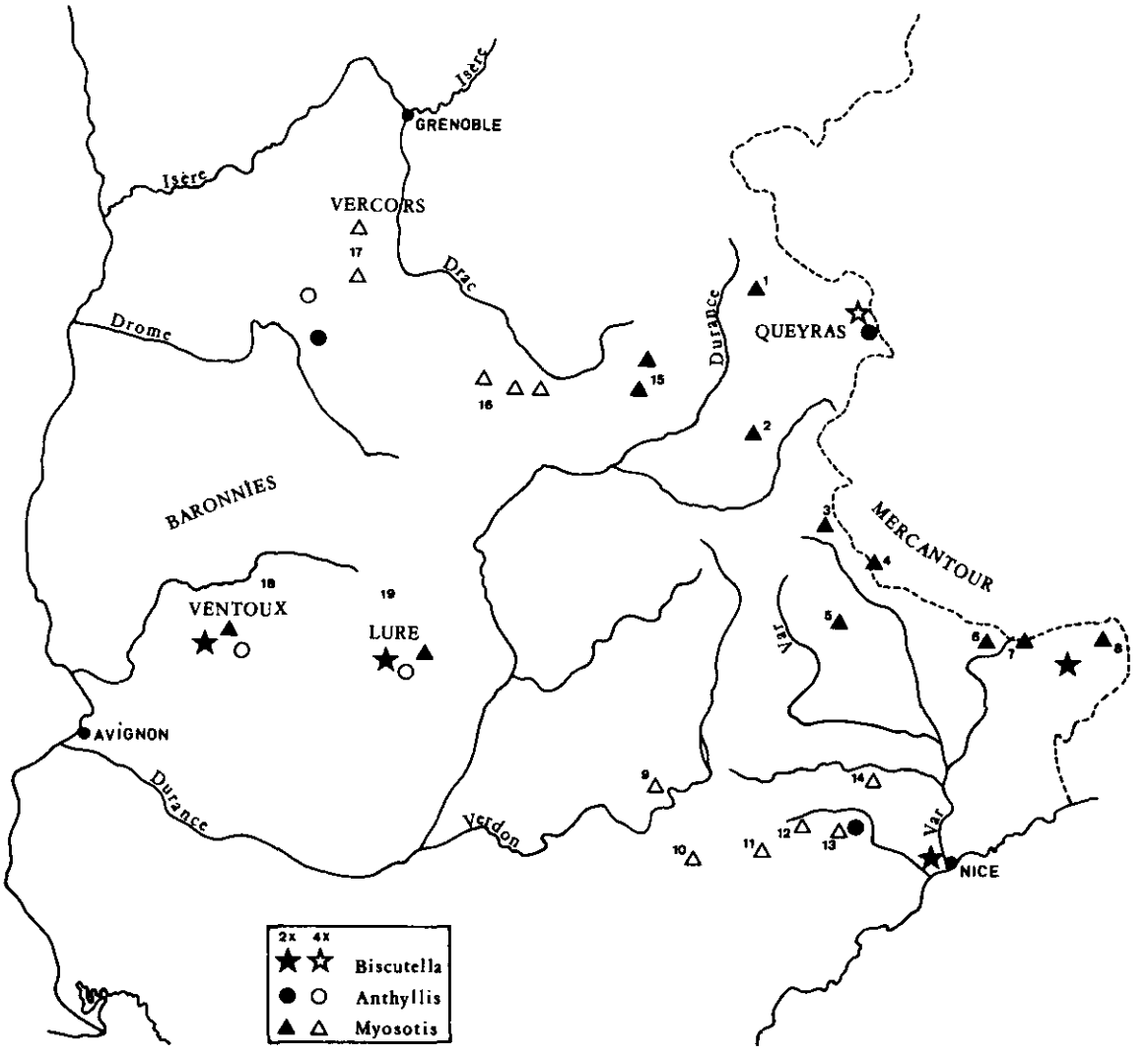


Fig. 1 - Résultats caryologiques obtenus sur quelques populations d'*Anthyllis montana*, de *Biscutella laevigata*, de *Myosotis alpestris* dans les Alpes du Sud (cf. texte).
Signification des chiffres : 1 - Col de l'Izoard, 2 - Col de Vars, 3 - Col de la Bonnette, 4 - Lac de Vens (Mercantour), 5 - Auron, 6 - Haut-Boréon, 7 - Authion, 8 - Col de Tende, 9 - Mourre de Chanier, 10 - Comps -sur-Artuby, 11 - Montagne de Lachens, 12 - Montagne de l'Audibergue, 13 - Plateau de Caussols , 14 - Montagne du Cheiron, 15 - Pelvoux (2 populations), 16 - Dévoluy (3 populations), 17 - Vercors (2 populations), 18 - Mont Ventoux (2 populations),19 - Montagne de Lure.

Dans la bordure méridionale des Alpes françaises, ce sont les diploïdes que l'on trouve : Authion, Mont Chauve sur Nice dans les Alpes-maritimes(FAVARGER l.c.), Ventoux dans le Vaucluse (KÜPFER, 1974), environ de Montpellier (NATARAYAN, 1981). Le matériel récolté à la Montagne de Lure, dans les groupements se rattachant à l'*Ononidion cenisiae* nous a révélé aussi 2 n = 2 x = 18 chromosomes (fig.)

En outre, des populations diploïdes ont été signalées en Corse(CONTANDRIOPOULOS, 1962), dans le Wiener Schneeberg en Autriche (MANTON l.c.), dans les Tatras (SKALINSKA, 1950), en Slovaquie (MAJOWSKY et al., 1970 - HINDAKOVA 1978) et au Mont Cenis en Savoie (DELAY, 1971).

Toutes ces populations diploïdes sont généralement rapportées à des taxons affines de *B. laevigata;* leur distribution géographique suggère qu'elles résultent probablement du morcellement de l'aire d'un taxon ancien né en Méditerranée occidentale.

A la faveur des bouleversements climatiques et géologiques créés par les glaciations, les tétraploïdes, rapportés aussi à plusieurs infrataxons, ont pu prendre naissance et s'installer dans les grands espaces libérés par le retrait des glaciers.

FAVARGER (1971) propose pour les Alpes un schéma général de distribution de l'espèce au sens large, schéma dans lequel l'aire alpienne actuelle des taxons tétraploïdes est continue tandis que des populations reliques diploïdes subsistent uniquement aux deux extrémités de l'arc alpin, c'est-à-dire dans les massifs refuges:Wiener Schneeberg en Autriche d'une part, Authion, Mont-Chauve dans les Alpes-Maritimes d'autre part. Il convient d'y ajouter la population que nous avons étudiée à la Montagne de Lure, ainsi que celles du Mont Ventoux (KÜPFER l.c.) et des environs de Montpellier (NATARAYAN, l.c.).

FAVARGER souligne aussi la présence de diploïdes orophiles dans les Tatras et pense comme SKALINSKA (l.c.) qu'il s'agit de populations ayant enduré les glaciations sur des nunatakker.

D'après CONTANDRIOPOULOS (1962), il existe également des populations diploïdes en Corse rapportées au var. *Rotgesii,* vicariantes de celles de Provence.

Le comptage de DELAY (l.c.) au Mont Cenis est difficile à interpreter dans un tel contexte et démontre la nécessité d'une exploration plus fine de l'ensemble des Alpes.

On peut se demander si la population de la Montagne de Lure est d'origine autochtone ou allochtone ? KÜPFER (l.c.) penche pour la première hypothèse en ce qui concerne les plantes du Mont Ventoux. Les populations de basse altitude comme celles des environs de Montpellier en sont-elles issues ? Il serait intéressant de savoir s'il s'agit toujours de la même entité taxonomique.

4. *Anthyllis montana* L.

2 n = 4 x = 28 : Montagne de Lure, pelouses écorchées, *Ononidion cenisiae,* 1.800 m.

Les données caryologiques mentionnent 2 races chromosomiques : 2 n = 2 x = 14 et 2 n = 4 x = 28.

Dans les Alpes françaises, les populations tétraploïdes colonisent les Préalpes occidentales et s'étendent aussi au Jura(FAVARGER 1965, 1969 - PARREAUX 1971 - RITTER 1972), alors que les diploïdes sont établies des Alpes Maritimes au Queyras (GUINOCHET et LOGEOIS 1962 [+] - FAVARGER 1969). Il faut cependant remarquer, qu'à notre connaissance, aucune prospection caryologique n'a été effectuée au Nord du Queyras (Fig. 1).

RITTER (l.c.) a signalé dans le Sud du massif du Vercors, à Châtillon-en-Diois, une population à 2 n = 14 chromosomes alors que l'on aurait pu s'attendre à la trouver tétraploïde vu sa situation géographique. Mais, selon cet auteur, une répartition écologique fine se surimposerait à une répartition géographique, les populations 4 x coloniseraient les groupements des *Festuco-Brometea* et les 2 x comme par exemple la population de Châtillon-en-Diois, ceux des *Ononido-Rosmarinetea.* C'est d'ailleurs dans ce dernier groupement que GUINOCHET et LOGEOIS (l.c.), puis RITTER (l.c.) ont trouvé à Caussols à 1.000 m d'altitude, des plantes diploïdes (Fig. 1).

Les comptages de FAVARGER au Ventoux (1965) ainsi que les nôtres à la Montagne de Lure (Fig. 1) donnent 2 n = 4 x = 28. Les plantes que nous avons récoltées dans ce massif, colonisent des groupements des *Seslerio-Brometea, (Ononidion cenisiae)*, proches à la fois des *Festuco-Brometea,* où *A. montana* serait tétraploïde et des *Ononido-Rosmarinetea* où cette espèce serait diploïde, d'après RITTER. Le schéma de répartition des races chromosomiques en fonction de la nature des groupements

[+] Dans cet article, le nombre 2 n = 12 est donné, mais ultérieurement il a été vérifié qu'il s'agissait bien de 2 n = 14.

proposé par cet auteur est donc à préciser.

Pour avoir une bonne idée de la distribution des 2 races chromosomiques, il serait intéressant de comparer les quelques résultats obtenus dans les Alpes françaises à ceux de toute l'aire de répartition de l'espèce dans laquelle il existe encore de nombreuses lacunes au niveau des données caryologiques (ex. : les Alpes autrichiennes, celles du nord de l'Italie et de Savoie, les Apennins).

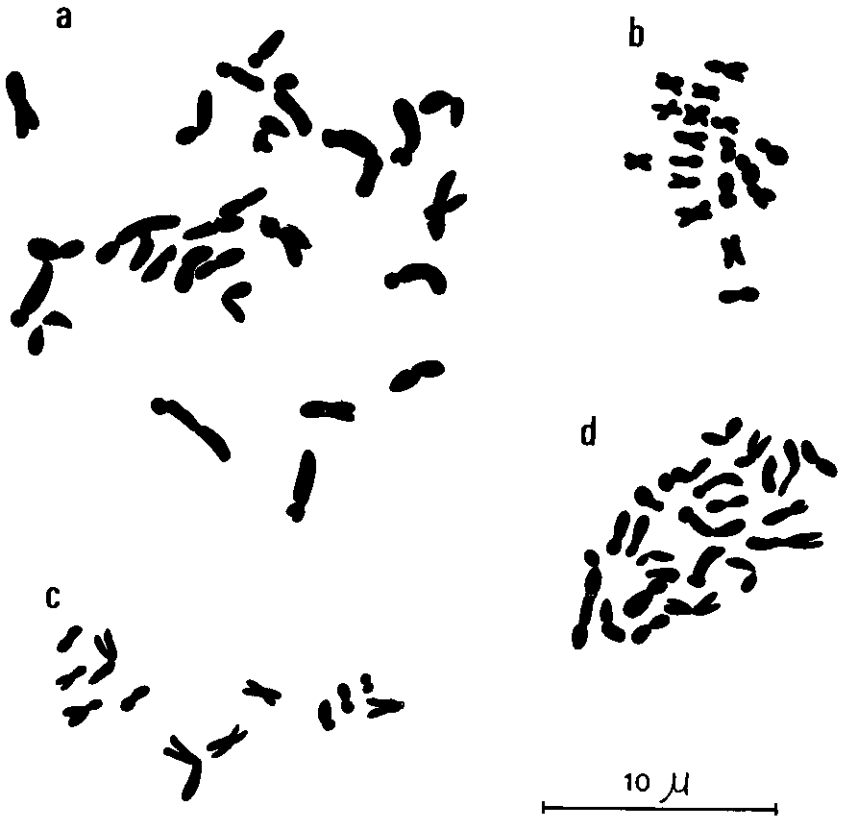


Figure 2 - Métaphases mitotiques ; a : *Anthyllis montana*; b : *Biscutella laevigata*; c : *Lotus alpinus* 2 x; d : *Lotus corniculatus* 4 x. Les quatres taxons proviennent de la Montagne de Lure.

5. *Koeleria vallesiana* (Honckeny) Bertol. var. *vallesiana*

2 n = 6 x = 42 - Montagne de Lure : *Thlaspion rotundifolii* (*Aveno-Galietum*), crête sommitale, 1.800 m.

C'est une espèce qui croît depuis le bord de mer (rochers maritimes) jusqu'à près de 3.000 m. d'altitude.

Plusieurs études ont déjà été consacrées au *K. vallesiana*. KÜPFER (1974) en fait un historique complet. De plus, son inventaire cytologique ayant porté sur environ 70 populations récoltées des chaînes bétiques au Jura neuchâtelois, échelonnées entre 60 - 2.400 m., lui permet de tracer les aires de distribution des différentes races chromosomiques (2 n = 2 x = 14, 2 n = 4 x = 28, 2 n = 6 x = 42).

Nos comptages réalisés sur le matériel récolté à la Montagne de Lure révèlent 2 n = 6 x = 42.

Ce nombre a déjà été trouvé dans 2 stations au Mont Ventoux à 450 et 1.900 m. par KÜPFER (l.c.). C'est d'ailleurs la valence chromosomique signalée dans les Alpes françaises et le Jura.

En Espagne et dans la chaîne des Pyrénées où existent les 3 cytotypes, la situation confuse et complexe est longuement décrite par l'auteur cité ci-dessus. Cependant, les plantes alticoles sont diploïdes ou tétraploïdes dans les Pyrénées centrales, uniquement diploïdes dans les Pyrénées orientales, hexaploïdes au Picos de Europa seulement.

Il est intéressant de remarquer avec KÜPFER, que le cytotype hexaploïde ne végète qu'à basse altitude à l'exception du Picos de Europa à 2.000 m, du Mont Ventoux à 1.900 m. et du Mont Mounier

à 2.000 m. Nous y ajoutons notre population d'altitude de la Montagne de Lure.

Pour remarque, GALLAND et KÜPFER (1983) signalent l'existence d'une race octoploïde propre aux chaînes marocaines.

CONCLUSION

S'il est évident que la Montagne de Lure comme le Mont Ventoux doivent être considérés comme des massifs refuges, la flore qu'ils abritent n'est pas pour autant constituée uniquement d'espèces relictuelles. Il ne fait pas de doute que les populations diploïdes de *M. alpestris* et de *L. alpinus* font partie de ce cortège floristique ayant survécu aux glaciations.

Par contre, les populations de *K. vallesiana* (6 x) et *A. montana* (4 x) sont sûrement d'origine allochtone, tandis que pour celles de *B. laevigata* (2 x) le problème reste entier.

BIBLIOGRAPHIE

BAJON R., GREBER F. (1971). Application de l'analyse factorielle des correspondances à l'identification d'une population alpine silicicole du *Poa cenisia* All. (Graminées). *Actes du colloque sur la flore et la végétation des chaînes alpine et jurassienne. Ann. litt. Univ. Besançon,* 255-270.

BARBERO M., QUEZEL P. (1975). Végétation culminale du Mont Ventoux, sa signification dans une interprétation phytogéographique des Préalpes Méridionales. *Ecologia Mediterranea, N°1,* 3-33.

BARBERO M. et al. (1978). Le massif du Ventoux, Vaucluse. Eléments d'une synthèse écologique : La végétation du Mont Ventoux. *Revue d'écologie appliquée, supplément 1,*21-37.

BLAISE S. (1965). Observation sur la caryosystématique et l'écologie de *M. silvatica* (Ehrh.) Hoffm. sensu latissimo. *C. R. Acad. Sc. Paris, 260,* 647-650.

BLAISE S. (1972). Problèmes taxonomiques posés par l'homogénéité apparente du genre *Myosotis*. *Candollea, 27-1,* 65-81.

BLAISE S., ROUX G. (1971). Répartition de quelques espèces de *Myosotis* dans les Alpes françaises : problèmes chorologiques, écologiques et morphologiques. *Actes du colloque sur la flore et la végétation des chaînes alpine et jurassienne. Ann. Litt. Univ. Besançon,* 223-229.

CARTIER D., BLAISE S. (1984). Etude préliminaire concernant la variation du nombre de chromosomes et de la cyanogenèse chez *Lotus corniculatus* L. s. l.*Saussurea, 15,* 45-53.

CONTANDRIOPOULOS J. (1962). Recherches sur la flore endémique de la Corse et sur ses origines. *Thèse Montpellier,* 354 p.

CORRIAS S. D., CORRIAS B. (1976). Ad floram italicum notulae taxonomicae e geobotanicae- 19. *Lotus alpinus* (DC.) Schleicher ex Ramond in Sardegna. *Webbia,* 299-302.

DELAY J. (1971). Orophytes. *Inf. Ann. Caryosyst. et Cytogénét., 5,* 17-28.

FAVARGER C. (1959). Notes de caryologie alpine III. *Bull. Soc. Neuch. Sci. nat., 82,* 255-285.

FAVARGER C. (1965). Notes de caryologie alpine IV. *Bull. Soc. Neuch. Sci. nat., 88,* 5-60.

FAVARGER C. (1969). Notes de caryologie alpine V. *Bull. Soc. Neuch. Sci. nat., 92,* 13-30.

FAVARGER C. (1971). L'exploration cytotaxonomique des flores alpienne et jurassienne. *Actes du Coll. sur la flore et la végétation des chaînes alpine et jurassienne. Ann. Litt. Univ. Besançon,* 139-165.

FAVARGER C., KUPFER Ph. (1968). Contribution à la cytotaxonomie de la flore alpine des Pyrénées. *Collect. Bot. (Barcelona), 7,* 325-357.

GALLAND N., KÜPFER Ph. (1983). Caryological differentiation on some West-mediterranean orophytes. *4ème Colloque OPTIMA,* Palerme (in press).

GRAU P. (1964). Die zytotaxonomie der *Myosotis-alpestris-und Myosotis-silvatica*-gruppe in Europa. *Österr. Bot. Zeitschr., III,* 561-617.

GUINOCHET M., LOGEOIS A. (1962). Premières prospections caryologiques dans la flore des Alpes-Maritimes. *Rev. Cytol. et Biol. vég.,25,* 465-480.

GADELLA Th. W. J., KLIPHUIS E. (1970). Chromosome studies in some flowering plant collected in the French Alps (Haute-Savoie). *Rev. gén. Bot., 77,* 487-497.

HINDAKOVA M. (1978). Index of chromosome numbers of slovakian flora. Part. 6. *Acta fac. Rerum Nat. Univ. Comenianae, Bot., 26,* 1-42.

KÜPFER Ph. (1971). Liens génétiques entre les flores alpienne et pyrénéenne. *Actes du Colloque sur la flore et la végétation des chaînes alpine et jurassienne. Ann. litt. Univ. Besançon,* 167-185.

KÜPFER Ph. (1974). Recherches sur les liens de parenté entre la flore orophile des Alpes et celle des Pyrénées. *Boissiera, 23,* 1-322, 10 pl.

LOVKA M., SUSNIK F., LÖVE A. et LÖVE D. (1972). Correction in IOPB chromosome number, reports XXXVI. *Taxon, 21,* 333-346.

MAJOWSKY J. and all. (1970). Index of chromosome numbers of slovakian flora (Part. I). *Acta Fac. Rerum Nat. Univ. Comenianae Bot., 16,* 1-20.

MANTON I. (1932). Introduction to the Cytology of the *Cruciferae. Ann. Bot., 46,* 509-536.

MANTON I. (1934). The problem of *Biscutella laevigata. Zeitschr. f. ind. Abst. u. Vererb., 67,* 41-57.

MATHON C. (1952). Description, écologie et dynamique de quelques phytocénoses en Haute-Provence occidentale (Montagne de Lure). *Thèse (Toulouse),* 215 p. + annexes.

NATARAYAN G. (1981). IOPB chromosome number, report LXXII. *Taxon, 30,* 694-708.

PARREAUX M. J. (1971). Etude du nombre chromosomique de quelques espèces xérophiles du Jura. *Actes du Coll. sur la flore et la végétation des chaînes alpine et jurassienne. Ann. Litt. Univ. Besançon,* 113-126.

RITTER J. (1972). Sur la présence dans le Vercors méridional, des cytotypes diploïdes et tétraploïdes d'*Anthyllis montana* L. et du cytotype diploïde de *Ranunculus pyrenaeus* L. *Compt . Rend. Heb. Séances Mem. Soc. Biol., 166,* 1622-1625.

SCHÖNFELDER (1968). Chromosomenzahlen einiger Arten der Gattung *Biscutella* L. *Oesterr. Bot. Z., 115,* 363-371.

SKALINSKA M. (1950). Studies in chromosome numbers of Polish Angiosperms. *Acta Soc. Bot. Pol., 20,* 45-68.

SIFRE C. (1982). Contribution à l'étude phytosociologique de la Montagne de Lure. *Rapport de D.E.A. d'Ecologie végétale,Université Paris-Sud* (Centre d'Orsay), 37 p.

SOKOLOVSKAYA A. P., STRELKOVA O. S. (1948). Geografischeskoe raspredelenie poliploidov. III. Issledovanie Flory alpiysko oblasti tsentralnogo Kavkazkogo Khrebta. *Uchen. Zap. Ped. Inst. im. Gertsena, 66,* 195-216.

STOEVA M. P. (1977). IOPB chromosome number, report LVIII. *Taxon, 26,* 557-565.

STRID A., FRANZEN R. (1981). IOPB chromosome number, reports LXXIII. *Taxon, 30,* 829-861.

TOLMATCHEV A. I. (1960). Der autochtone grundstock der arktische Flora und ihre Beziehungen zu den Hochgebirgsfloren Nord und Zentralasiens. *Bot. Tidsskr.,* 55.

URBANSKA K. (1979). Some variation patterns in *Lotus alpinus* (DC.) Schleich. from Switzerland . *Lotus Newsletters, 10,* 3-7.

URBANSKA K., SCHWANK O. (1980). Variation within *Lotus corniculatus* L. s. l. from Switzerland. III. Microdifferentiation in *L. alpinus* (DC.) Schleicher above the timberline. *Ber. Geobot. Inst. ETH, Stiftung Rübel , (Zürich), 47,* 29-45.

URBANSKA K., WILDI O. (1975). Variation within *Lotus corniculatus* L. s. l. from Switzerland. I. Preliminary report on chromosome numbers and cyanogenesis. *Ber. Geobot. Inst. ETH., Stiftung Rübel, (Zurich),43,*54-82.

ZERTOVA A. (1964). Bemerkungen zu *Lotus alpinus* Schleich. ex. Ser. in Osterreich. *Oesterr. Bot. Zeitschr., 111,* 337-344.

Mycoflore du sol de l'Italie alpine et méditerranéenne. II. Aspects de la distribution géographique et de l'environnement

A. BARTOLI ★
G. MASSARI ★

RIASSUNTO - Si è proceduto a disaggregare e riaggregare gli elenchi di 374 taxa di microfunghi del suolo isolati, negli ultimi 4 anni, nell'Italia settentrionale e centrale (Prealpi venete, Appennino d'Abruzzo, fasce costiere tirreniche). Tale disaggregazione è stata effettuata adottando criteri ambientali e/o vegetazionali, al fine di ottenere dei quadri micologici più omogenei e significativi di quelli derivati dagli isolamenti. In pratica si è proceduto al confronto fra i taxa dei vari isolamenti; in tal modo, si sono ottenuti dei nuovi elenchi che includono i microfunghi isolati in una sola fitocenosi, quelli che mostrano preferenze per gli ambienti temperato-freddi, quelli che sembrano preferire gli ambienti temperato-caldi, i microfunghi indifferenti. La finalità di questo studio è di avviare delle ricerche di tipo micogeografico in Italia, ancora poco nota sotto questo profilo, in particolare nella regione mediterranea.

RESUME - Nous avons essayé de "désagréger-réagréger" les listes qui contiennent les 374 taxa microfongiques isolés, depuis 1980, dans les sols de l'Italie du Nord e du Centre (Préalpes de la Venetie, Apennins d'Abruzzes, bande côtière tyrrhénienne). La désagrégation a été effectuée en utilisant les critères du milieu et/ou de la végétation. Le but de l'étude est d'obtenir des tableaux plus homogènes et significatifs que les précédents. Nous avons pratiquement rapproché les taxa isolés dans les différentes zones et nous avons obtenu des nouvelles listes qui comprennent les espèces présentes dans un seul type de végétation, celles qui semblent préférer les milieux tempérés-froids, les autres qui apparaissent plus affines aux milieux tempérés-chauds et, enfin, les indifférentes. Cette étude est une mise en oeuvre de recherches mycogéographiques en Italie, recherches encore peu developpées sous cet angle, en particulier, en région méditerranéenne.

SUMMARY - The disagregation and reaggregation of the lists of 374 soil microfungi, isolated after 1980 from Northern and Central Italy, was carried out. This work is based on environmental and vegetational criteria. Aim of this study is to obtain a mycological distribution pattern more homogeneous and meaningfull than that obtained from the isolament lists. Taxa from different isolations were confronted and nex lists were obtained including or microfungi isolated in only one type of vegetation, or those showing preference for cold or warm temperate environments and the "indifferents". This study is the beginning of a mycogeographic research in Italy, which is yet poorly studied on these topics, particularly in mediterranean area.

MOT CLES : Mycoflore du sol, Etude chorologique, Vénetie-Abruzzes-Toscane-Latium.

INTRODUCTION

La finalité de nos recherches est d'étudier la distribution géographique et de l'environnement de la mycoflore du sol. Ces recherches ont donc un caractère mycogéographique et se déroulent dans le domaine même de la Mycologie que DIEHL, aux Etats Unis et BISBY, en Angleterre, ont approché il y a environ quarante ans.

★ Dipartimento di Biologia Vegetale, Università di Roma "La Sapienza", 00165 ROMA, Italie

Actuellement, on peut trouver de documentation considérable sur la spécificité écologique et géoclimatique de la flore microfongique (WARCUP, 1951; TRESNER *et al.*, 1954; ENGLAND et RICE, 1957; ORPURT et CURTIS, 1957; SEWELL, 1959; CHRISTENSEN et NOVAK, 1962; COWLEY, 1962; DANIELSON, 1973; DOWDING et WIDDEN, 1974; MORRALL, 1974; CHRISTENSEN, 1977; GOCHENAUR, 1978; BISSET et PARKINSON, 1979a, 1979c; BÅÅTH, 1981). L'un des mérites de ces recherches est d'avoir contribué à modifier l'opinion sur le cosmopolitisme fongique, fondée probablement (MORRALL, 1968) sur le peu d'attention accordé autrefois, par les mycologues, aux milieux où la mycoflore a été isolée.

Récemment, KJØLLER et STRUWE (1982) ont recueilli les principales observations sur l'activité et sur la présence des populations microfongiques dans le sol et la litière. Les conclusions démontrent, entre autres, que si certaines zones ont été analysées en profondeur, d'autres apparaissent pratiquement inconnues sous le profil mycologique.

Nos recherches se déroulent en Italie, territoire encore presque inexplorée surtout dans la région méditerranéenne, et se basent sur l'étude des rapports entre la mycoflore du sol et la flore phanérogamique. Les deux principaux objectifs que nous poursuivons sont: i) contribuer à la définition des groupes chorologiques microfongiques; ii) contrôler dans quelles mesures peuvent être utilisées, pour les recherches mycologiques, les nombreuses connaissances dont on dispose sur les plantes vasculaires.

Dans cette étude, nous avons tenté de valoriser certains aspects de la distribution des populations du sol de l'Italie alpine (sens géographique) et méditerranéenne, après avoir analysé préalablement les mêmes populations par méthodes statistiques (MASSARI et BARTOLI, 1983).

ZONES D'ETUDES

Les zones étudiées sont au nombre de six. Les trois premières se trouvent dans les Préalpes de la Venetie; dans ce milieu, nous avons étudié (MASSARI et PICCOLI, 1983) la mycoflore du sol de zones à végétation subalpine (bois à *Acer pseudoplatanus* et *Fagus sylvatica*) et subméditerranéenne (bois à *Ostrya carpinifolia*). La quatrième zone est située dans les Apennins d'Abruzzes (Italie centrale); il s'agit d'une Hêtraie dans laquelle est présente une population de *Pinus nigra*. L'étude a été effectué en une zone de contact entre Pins noirs et Hêtres pour identifier les changements des populations microfongiques en fonction des variations de la flore vasculaire (MASSARI et BARTOLI, 1982). La cinquième zone est située à proximité de la bande côtière tyrrhénienne (Promontoire du Mont Argentario, Toscane); c'est un "maquis" à *Quercus ilex* (zone mésoméditerranéenne), point de repère utilisé pour définir les successions des populations microfongiques depuis l'incendie de l'été 1981 (MASSARI et BARTOLI, 1983). La sixième zone, située plus au Sud par rapport à la précédente (Monts de Tolfa, Latium), est constituée d'un autre type de végétation à sclérophylles persistantes avec *Myrtus communis* et *Pistacia lentiscus* (BARTOLI *et al.*, 1981).

METHODES

Dans toutes les recherches effectuées, les échantillons ont été prélevés au niveau de la couche superficielle du sol, après avoir déplacé la litière. Dans les trois zones préalpines on a adopté une méthode d'échantillonnage, que nous avons récemment proposée (MASSARI, 1983), basée sur l'analyse d'un nombre d'échantillons déterminé par le pourcentage d'accroissement d'espèces nouvelles constaté en élargissant, progressivement, la surface à échantillonner. L'échantillonnage est achevé quand l'accroissement d'espèces nouvelles devient négligeable. Dans le bois des Apennins et dans le "maquis" à *Myrtus communis* et *Pistacia lentiscus*, nous avons prélevé les échantillons en appliquant la méthode

des transepts; par contre, dans le "maquis" à *Quercus ilex*, l'échantillonnage a été effectué au hasard sur environ 15% de l'aire totale d'étude.

L'isolement de la mycoflore, appliqué à toutes nos recherches, est effectué au moyen de la méthode des suspensions, en employant le substrat Agar Mycological Difco et l'antibiotique sulfate de streptomycine.

Pour la nomenclature scientifique de la mycoflore on a adopté: RAPER et THOM (1949), BROWN et SMITH (1957), MORTON et SMITH (1963), BARRON (1968), RIFAI (1969), ZYCHA *et al.* (1969), GAMS (1971), ELLIS (1971, 1976), SAMSON (1974), CARMICHAEL *et al.* (1980), DOMSCH *et al.* (1980).

RESULTATS ET DISCUSSION

L'objectif de cette étude est d'établir un rapprochement entre les résultats de six études déjà effectuées; nous n'avons mentionné que les données utiles à ce rapprochement. Pour une information plus complète, le lecteur pourra consulter chacune des études.

Dans ces recherches nous avons isolé 374 taxa microfongiques (identifiés 357, mycélia stériles 17). Ce nombre, divisé par les 104 échantillons de sol examinés (Tableau 1), donne une moyenne approximative de 3.6 taxa pour chacun des isolements. Du fait que le nombre de taxa réel est, effectivement, beaucoup plus élevé, il apparaît évident que la plupart des genres et des espèces est commune dans tous les isolements. A partir de cette constatation, nous avons essayé de séparer ces taxa en les "désagrégeant" des listes originaires pour les "réagréger" sur la base de nouvelles considérations, en particulier les types d'environnement et de végétation. Le but du travail est de reconstituer des groupes microfongiques potentiellement plus homogènes.

Tableau 1 - Caractéristiques principales des études de la mycoflore du sol effectuées dans l'Italie alpine et méditerranéenne.

Groupement végétal	Méthode d'échantillonnage	Nombre d'échantillons	Genre	Espèce	Mycélia stériles
Bois à *A. pseudoplat.*	Accroissement progressif	21	44	105	3
Bois à *F. sylvatica*	Accroissement progressif	21	30	88	6
Bois à *O. carpinif.*	Accroissement progressif	17	34	112	7
Bois à *F. sylvatica* et *P. nigra*	Transept	15	33	89	
Maquis à *Q. ilex*	Au hasard	20	15	58	1
Maquis à *M. communis* et *P. lentiscus*	Transept	10	30	120	

Nous avons rapproché les listes des différentes isolements et nous avons dressé six nouvelles listes (Tableaux de 2 à 7) dans lesquelles ont été incorporés les taxa présents en une seule cénose. Toutes les autres espèces microfongiques, communes à plusieurs isolements, ont été divisées selon le type d'environnement, en séparant les espèces isolées en milieux "tempérés-froids" (Préalpes de Venetie et Apennins d'Abruzzes) de celle isolées en milieux "tempérés-chauds" (les "maquis" de la bande côtière tyrrhénienne). Ces taxa sont mentionnés dans les Tableaux 8 et 9. Enfin, le Tableau 10 reporte

les espèces microfongiques présentes, indifféremment, en milieux tempérés-froids et tempérés-chauds et qui sont donc apparues peu enclines aux barrières climatiques. Il nous faut préciser que la définition du "milieu tempéré-froid" et du "milieu tempéré-chaud" est purement indicative et repose, uniquement, sur les différences de végétation.

Pour le groupement à *Ostrya carpinifolia* en raison du caractère thermophile de ce type de végétation, nous avons divisé les espèces microfongiques en deux groupes, l'un tempéré-chaud et l'autre tempéré-froid.

Les nombres indiqués dans les Tableaux de 2 à 10, près du nom des espèces, sont les valeurs de fréquence en pourcentage de chaque taxon.

Avant de passer à quelques brèves considérations sur chacune des listes, il nous semble opportun de préciser ce qui suit: nos efforts pour "désagrégér" les données de chaque isolement, ne signifient automatiquement que les populations microfongiques indiquées, par example, dans l'Erablière soient exclusives à cette forme de végétation; ni que celles qui figurent dans la liste du milieu tempéré-froid aient, uniquement, une telle spécificité écologique. Nous ne disposons pas actuellement de données qui consentent des généralisations de cette portée. Nous avons rapproché, seulement, des taxa microfongiques avec les contextes de végétation et/ou de milieu, lorsque ceci a été rationellement possible. Nous nous réservons de vérifier, par la suite, la cohérence de ces rapprochements. Cette étude ne est donc qu'une hypothèse de travail dont il faut vérifier aussi bien l'utilité que la praticabilité.

Dans le Tableau 1 on a reporté les caractèristiques principales, issues des recherches, dont les résultats ont été utilisés pour cette étude.

Bois à *Acer pseudoplatanus*

Dans ce bois préalpin, on a isolé 105 taxa (et 3 mycélia stériles), dont 51 ne semblent être présentes que dans cette cénose (Tableau 2), alors que 32 sont en commun avec d'autres taxa des milieux tempérés-froids et que 22 ne paraissent pas subir l'influence de la température.

Tableau 2. - Espèces présentes dans le bois à *Acer pseudoplatanus*.

Acladium sp.	76.2	*Monodictys sp.*	4.8
Acremonium restrictum	9.6	*Mortierella sec. stylospora*	19
Acremonium sp.	9.6	*Mortierella sp.*	19
Actinocladium sp.	4.8	*Mucor sp.*	4.8
Alysidium aureofulvum	4.8	*Nigrospora sp.*	4.8
Arthrinium sp.	4.8	*Paecilomyces fumosoroseus*	4.8
Aspergillus cervinus group	4.8	*Paecilomyces sp.*	23.8
Beauveria sp.	4.8	*Papulaspora sp.*	28.5
Chalara sp.	4.8	*Penicillium carneolutescens*	19
Chrysosporium sp.	28.5	*Penicillium chrysogenum*	4.8
Cladosporium state of Venturia acerina	14.4	*Penicillium lilacinum*	4.8
Cladosporium sp.	28.5	*Penicillium lilacinum serie*	9.6
Cylindrocarpon destructans	80.9	*Penicillium megasporum*	57.1
Cylindrocladium sp.	23.8	*Penicillium sublateritium*	4.8
Doratomyces sp.	4.8	*Penicillium sp.*	14.4
Fusarium dimerum	4.8	*Pestalotia sp.*	4.8
Fusarium sp. 1	9.6	*Phoma sp.*	9.6
Fusarium sp. 2	9.6	*Rhinocladiella sp.*	19
Fusidium sp.	4.8	*Scopulariopsis fimicola*	9.6
Gliocephalotrichum sp.	4.8	*Scopulariopsis sp.*	9.6
Gliomastix sp.	9.6	*Sporotrix inflata*	9.6
Harposporium sp.	4.8	*Trichocladium canadense*	28.5
Humicola sp.	19	*Trichocladium opacum*	28.5
Isaria felina	80.9	*Trichoderma sp.*	9.6
Monilia sp.	14.4	*Virgariella atra*	28.5
		Wardomyces inflatus	4.8

Par rapport à la liste originelle des populations isolées, on denote que sur les six espèces à haute fréquence, *Acremonium charticola, Mortierella alpina, Penicillium fuscum, Trichoderma longibrachiatum, Cylindrocarpon destructans* et *Isaria felina,* les deux dernières, seulement, figurent dans le Tableau 2, et que sur les 50 espèces rares - c'est à dire celles qui au moment de l'isolement présentaient une valeur de fréquence inférieure à 10% - il n'en reste que 30. Sur les 16 espèces de *Penicillium* présentes, il n'en résulte que 6 dans le Tableau 2. Les espèces microfongiques qui avaient été indiquées, avec toute la prudence qui s'impose, comme les plus intéressantes, semblent également, selon cette désagrégation, "appartenir" à cette végétation; il s'agit d'*Acladium* sp., parmi celles qui ont des valeurs de fréquence moyennes-hautes, *Alysidium aureofulvum* et *Actinocladium* sp. parmi celles qui sont rares.

Bois à *Fagus sylvatica*

Dans cette Hêtraie subalpine, nous avons isolé 88 taxa (en plus de 6 mycélia stériles), dont 38 ne semblent être présents que dans cette cénose (Tableau 3), 23 figurent dans le Tableau des espèces microfongiques qui s'adaptent de préférence aux milieux tempérés-froids, 27 sont indifférentes aux variations de température.

Tableau 3 - Espèces présentes dans le bois à *Fagus sylvatica.*

Acremonium incrustatum	9.6	*Mortierella sp. 1*	28.5
Acremonium sp. 1	9.6	*Mortierella sp. 2*	19
Acremonium sp. 2	4.8	*Mucor hiemalis f. sylvaticus*	9.6
Ampulliferina fagi	14.4	*Oidiodendron sp.*	9.6
Chaetomium sp.	4.8	*Paecilomyces sp. 1 (parvus?)*	100
Chysosporium sp.	9.6	*Paecilomyces sp. 2 (fusisporus?)*	9.6
Cladosporium sp.	9.6	*Penicillium albidum (?)*	14.4
Cylindrocarpon orthosporum	9.6	*Penicillium cyclopium serie*	4.8
Cylindrocladium sp.	4.8	*Penicillium lavendulum (?)*	33.3
Doratomyces sp.	9.6	*Penicillium paxilli (?)*	4.8
Echinobotrium sp.	14.4	*Penicillium sp.*	19
Fusarium nivale	14.4	*Rhinocladiella sp.*	23.8
Fusidium sp.	9.6	*Scopulariopsis canadensis*	19
Gliocladium penicilloides	4.8	*Scopulariopsis sp.*	28.5
Gliomastix murorum var. felina	47.6	*Sporotrix sp. 1*	4.8
Humicola sp. 1	19	*Sporotrix sp. 2*	4.8
Humicola sp. 2	19	*Thielaviopsis sp.*	14.4
Monilia sp.	14.4	*Ulocladium sp.*	28.5
Mortierella hyalina	4.8	*Verticillium sp.*	4.8

Au moment de l'isolement, cinq espèces étaient présentes avec des valeurs de fréquence maximum: *Mortierella alpina, Trichoderma longibrachiatum, Paecilomyces farinosus, Penicillium restrictum* et *Paecilomyces sp. 1*; cette dernière, seulement, figure dans le Tableau 3 (il s'agit probablement de *Paecilomyces parvus* que nous avons préféré indiquer par son genre à cause des difficultés de classification), alors que *Mortierella alpina* et *Trichoderma longibrachiatum* apparaissent plutôt parmi les espèces microfongiques des milieux tempérés-froids; *Paecilomyces farinosus* et *Penicillium restrictum* parmi celles, apparemment, qui n'ont pas de préférence en fait de température. Sur les 44 taxa classés rares, en phase d'isolement, 20 seulement font partie de la liste de ce groupement. Sur les 19 espèces de *Penicillium* il n'en résulte que 5, dont le classement est assez douteux.

Au moment de l'isolement il nous a semblé que les taxa les plus intéressants pouvaient être *Ampulliferina fagi* et quelques unes des 8 espèces de *Mortierella.* Parmi ces dernières, trois seule

ment font partie de la liste de ce groupement. Sur les 19 espèces de *Penicillium* il n'en résulte que 5, dont le classement est assez douteux.

Au moment de l'isolement il nous a semblé que les taxa les plus intéressants pouvaient être *Ampulliferina fagi* et quelques unes des 8 espèces présentes de *Mortierella*. Parmi ces dernières, trois seulement figurent encore dans ce Tableau, mise à part *Ampulliferina fagi* qui n'apparaît pas isolée, en d'autres occasions, dans le sol italien.

Bois à *Ostrya carpinifolia*

Dans cette végétation subméditerranéenne on a isolé 112 taxa (en plus de 7 mycélia stériles), dont 5 ne sont présents que dans ce groupement (Tableau 4), 14 sont en commun avec des populations microfongiques qui apparaissent plus couramment dans les milieux tempérés-froids et 26 en commun avec les indifférentes. Il est possible que les espèces microfongiques isolées dans ce bois à *Ostrya carpinifolia* présentent au moins deux groupes bien distincts, l'un de type à tendance subméditerranéenne, l'autre à tendance mesoméditerranéenne. La désagrégation effectuée pourrait démontrer l'existence de ces deux groupes.

Tableau 4 - Espèces présentes dans le bois à *Ostrya carpinifolia*.

Acremonium hyalinulum	47	*Penicillium herquei serie*	5.9
Acremonium lichenicola	23.6	*Penicillium lanoso-viride*	5.9
Alternaria sp.	5.9	*Penicillium lanosum*	5.9
Botryotrichum piluliferum	5.9	*Penicillium ochro-chloron*	5.9
Chrysosporium sp.	5.9	*Penicillium olivinoviride*	58.8
Fusarium solani v. coeruleum	5.9	*Penicillium rolfsii*	5.9
Fusarium sp.	5.9	*Penicillium stoloniferum*	5.9
Fusidium griseum	5.9	*Penicillium terrestre*	41.2
Geniculisporium sp.	5.9	*Penicillium sp. 1*	5.9
Gliocladium sp.	5.9	*Penicillium sp. 2*	11.8
Humicola sp.	5.9	*Penicillium sp. 3*	5.9
Hyalodendron sp.	23.6	*Penicillium sp. 4*	11.8
Monilia sp.	5.9	*Phialophora sp.*	5.9
Monodictys sp.	5.9	*Phoma sp.*	5.9
Mortierella gemmifera	17.7	*Scopulariopsis asperula*	5.9
Mortierella stylospora	100	*Sporotrix sp.*	17.7
Mortierella sp.	11.8	*Trichocladium sp.*	11.8
Mucor fuscus	5.9	*Trichoderma pseudokoningii*	5.9
Mucor genevensis	5.9	*Trichophyton sp.*	5.9
Mucor hiemalis f. hiemalis	29.4	*Tritirachium sp.*	64.7
Paecilomyces sp. 1	5.9	*Ulocladium atrum*	5.9
Paecilomyces sp. 2	5.9	*Verticillium lateritium*	5.9
Paecilomyces sp. 3	11.8	*Verticillium sp.*	35.3
Penicillium chermesinum	5.9	*Volutella ciliata*	5.9
Penicillium digitatum	5.9	*Volutella sp. 1*	70.6
Penicillium gladioli serie	5.9	*Volutella sp. .2*	5.9
Penicillium godlewski	17.7	*Volutella sp. 3*	5.9

Parmi les espèces à haute fréquence, présentes dans cette phytocénose au moment de l'isolement, c'est à dire *Mortierella stylospora, Paecilomyces carneus, Penicillium nigricans, Trichoderma aureoviride* et *Mortierella tirolensis*, il n'y a que cette dernière qui figure dans le Tableau 4. Sur les 59 espèces à basse fréquence, 37 sont présentes seulement dans ce groupement. Sur les 39 espèces de *Penicillium*, indiquées dans la liste originaire, il n'en figure que 16 dans le Tableau 4 mais, contrairement à ce qui a été affirmé pour les espèces de *Penicillium* de l'Erablière, dans ce cas il s'agit d'espèces bien connues pour être assez diffusées dans le sol.

Bois à *Fagus sylvatica* et *Pinus nigra*

Sur les 89 taxa isolés dans ce groupement végétal des Apennins d'Abruzzes, 33 ne sont présents que dans ce sol (Tableau 5), 17 sont en commun avec ceux des milieux tempérés-froids et 39 avec ceux qui n'ont pas de préférence.

Tableau 5 - Espèces présentes dans le bois à *Fagus sylvatica* et *Pinus nigra*.

Absidia glauca	20	*Mucor sp.*	13.3
Absidia sp.	13.3	*Oidiodendron sp.*	6.6
Acremonium sp.	26.6	*Paecilomyces sp.*	20
Alternaria sp.	13.3	*Penicillium canescens*	20
Emericella sp. (Aspergillus nidulans group)	6.6	*Penicillium decumbens*	13.3
Candida sp.	6.6	*Penicillium sp.*	6.6
Chaetomium sp.	6.6	*Phialophora fastigiata*	6.6
Chrysosporium sp.	6.6	*Phoma sp.*	6.6
Cladosporium sp.	6.6	*Rhinocladiella sp.*	6.6
Cylindrocarpon candidum	40	*Scopulariopsis sp.*	6.6
Cylindrocarpon sp.	6.6	*Scytalidium sp.*	13.3
Fusarium sp.	26.6	*Sporotrix schenkii*	13.3
Gliomastix murorum	26.6	*Stachybotrys atra*	13.3
Humicola sp.	6.6	*Torula sp.*	6.6
Mortierella sp.	86.6	*Trichoderma sp.*	6.6
Mucor hiemalis	66.6	*Ulocladium sp.*	6.6
		Verticillium sp.	6.6

L'identification de la plus part des taxa de cette cénose est, malheuresement, limité aux genres, entre autre plutôt communs; c'est la raison pour laquelle cette liste apparait insuffisamment significative. Nous voudrions rappeler la présence, à basse valeur de fréquence, du *Penicillium decumbens*, très diffusé dans le sol, isolé dans un autre bois à *Pinus nigra* (PARKINSON et CLARKE, 1969).

"Maquis" à *Quercus ilex*

Dans cette zone mesoméditerranéenne on a isolé 58 taxa (plus un mycélium stérile), dont 15 figurent dans le Tableau 6 qui ne comporte que la mycoflore de cette cénose, 17 sont compris dans la liste des taxa de milieux tempérés-chauds, 26 sont classés parmi les indifférentes.

Tableau 6 - Espèces présentes dans la "maquis" à *Quercus ilex*.

Acremonium sp.	30	*Penicillium psittacinum*	10
Aspergillus niger	20	*Penicillium rubrum*	25
Chrysosporium sp.	10	*Penicillium rugulosum*	10
Doratomyces sp.	25	*Penicillium sp.*	10
Humicola sp.	10	*Sporotrix sp.*	25
Neosartorya fischeri	15	*Torula sp.*	50
Paecilomyces bacillisporus	10	*Trichoderma sp.*	35
Penicillium cyaneum	40		

Les taxa ici isolés sont les moins nombreux de toutes les groupements analysées jusqu'à présent et nous ne connaissons pas les raisons de cette "pauvreté" floristique. A l'occasion de contrôles effectués par la suite, on a pu vérifier que ceci ne dépendait pas de la saison, de la taille des

phanérophytes, ni du passage des incendies, très fréquents dans cette zone. Peut être, donc, une question méthodologique car nous avons prélevé "au hasard" les échantillons du sol.

Parmi les 17 taxa compris dans la liste de ceux qui semblent préférer les climats tempérés-chauds, 15 sont en commun avec l'autre "maquis" plus thermophile à Myrte et Lentisque. Tout comme pour les plantes vasculaires, les populations microfongiques de ces "maquis" présentent des ressemblances entre elles.

Parmi les espèces microfongiques figurant dans le Tableau 6, *Neosartorya fischeri* mérite d'être signalée du fait de sa présence dominante dans les premiers mois qui ont suivi le passage de l'incendie. Cette espèce est intéressante du point de vue écologique car elle apparait également dominante dans les sols incendiés du chaparral californien; elle est également intéressante du point de vue physiologique. *Neosartorya fischeri* est le stade téléomorphe de *Aspergillus fischeri* et sa présence, dans les sols brûlés, confirme l'opinion selon laquelle l'incendie favorise le développement des Ascomycètes (AHLGREN, 1974).

Une brève considération également sur le retrouvement simultané de *Penicillium rubrum* et *Aspergillus niger* qui n'est pas en harmonie avec l'action antagoniste reconnue (REISS, 1972) de la rubratoxine, produite par le *Penicillium* envers cet *Aspergillus*. La présence de *Penicillium rugulosum* et *Aspergillus niger* pourrait être en rapport, par contre, avec l'hyperparasitisme pratiqué par la première de ces espèces aux dépens de la seconde (ROMANKOVA, 1936).

"Maquis" à *Myrtus communis* et *Pistacia lentiscus*

Dans ce "maquis" tyrrhénien à sclérophylles persistantes, on a isolé 120 taxa dont 60 ne sont présents que dans la liste qui comprend les espèces de cette cénose (Tableau 7), 19 sont en commun avec les autres qui, en apparence, préférent les milieux tempérés-chauds et 41 sont compris parmi les indifférents.

Tableau 7 - Espèces presentes dans la "maquis" à *Myrtus communis* et *Pistacia lentiscus*.

Acremonium pteridii	30	*Mucor flavus*	10
Acremonium recifei	10	*Paecilomyces flavescens*	10
Acremonium roseum	30	*Paecilomyces sp. 1*	20
Acremonium sp. 1	10	*Paecilomyces sp. 2*	20
Acremonium sp. 2	20	*Paecilomyces sp. 3*	10
Acremonium sp. 3	20	*Penicillium clavigerum*	10
Acremonium sp. 4	30	*Penicillium humuli*	20
Alternaria sp. 1	20	*Penicillium implicatum*	30
Alternaria sp. 2	10	*Penicillium multicolor*	40
Aspergillus flavus	20	*Penicillium novae-zelandiae*	30
Aspergillus terricola	10	*Penicillium sclerotiorum*	30
Aureobasidium sp.	10	*Penicillium turbatum*	10
Botrytis cinerea	20	*Penicillium sp. 1*	10
Chrysosporium merdarium	20	*Penicillium sp. 2*	10
Chrysosporium sp.	10	*Penicillium sp. 3*	30
Cladosporium sp. 1	20	*Pestalotia sp.*	10
Cladosporium sp. 2	20	*Phoma sp.*	10
Cladosporium sp. 3	10	*Rhizopus nigricans*	10
Cladosporium sp. 4	10	*Scopulariopsis brumptii*	10
Diheterospora catenulata	40	*Scopulariopsis candida*	10
Diheterospora chlamidosporia	30	*Scopulariopsis parvula*	10
Emericella nidulans	10	*Scytalidium sp.*	40
Epicoccum purpurascens	10	*Sesquicillium sp. 1*	20
Fusarium heterosporum	10	*Sesquicillium sp. 2*	10
Fusarium moniliforme	10	*Stachybotrys cylindrospora*	20

Fusarium solani	10	*Stemphylium sp.*	20
Fusarium sp.	20	*Torula sp.*	10
Gliocladium sp.	30	*Veronaea sp.*	10
Mortierella sp. 1	40	*Verticillium lecanii*	30
Mortierella sp. 2	70	*Verticillium sp.*	10

Ce "maquis" est situé à proximité de zones entièrement défrichées. L'aire même où a été étudiée la mycoflore du sol était constituée, avant 1950, d'une Oliveraie, utilisée comme pâturage. A ces événements pourrait être attribuée la présence d'espèces appartenantes aux genres *Fusarium* et *Botrytis*, parasites bien connus des plantes cultivées, qui figurent uniquement dans la liste du Tableau 7.

Toutes les espèces qui présentaient une haute valeur de fréquence, au moment de l'isolement, n'apparaissent pas dans cette liste. Sur les 40 espèces de *Penicillium*, il n'en reste que 10. Il faut noter, cependant, que la mycoflore des sols à végétation meso- et thermoméditerranéenne est la moins connue entre celles qui ont été analysées. De ce fait nos résultats n'ont pu être rapprochés aux autres des études similaires.

Les Tableaux 8 et 9 ont été complétés en adoptant, donc, les critères de l'influence du milieu; en réalité, on a procédé à une subdivision basée sur la seule présence d'un taxon dans les milieux tempérés-froids ou tempérés-chauds. La crédibilité de ces Tableaux devrait être supérieure aux Tableaux précédents (taxa isolés en une seule cénose), du fait que le nombre de données utilisé à cette occasion est plus important et que les références bibliographiques spécifiques sont plus nombreuses.

Tableau 8 - Espèces microfongiques présentes, au moins, en 2 phytocénoses du milieu tempéré-froid.

	Acer pseudoplatanus	*Fagus sylvatica*	*Fagus* et *Pinus*	*Ostrya carpinifolia* °)
Beauveria bassiana	76.2	4.8	13.3	52.9
Trichoderma viride	33.3	23.8	93.3	17.7
Acremonium charticola	85.7	14.4	6.6	
Alternaria alternata	19		20	5.9
Humicola fuscoatra	23.8		6.6	5.9
Mortierella alpina	100	100	40	
Mucor mucedo	4.8		6.6	29.4
Paecilomyces terricola	4.8	4.8	20	
Penicillium janthinellum		42.8	20	5.9
Trichoderma longibrachiatum	90.5	100	6.6	
Xylohypha nigrescens	23.8	9.6	20	
Acremonium apii	14.4			11.8
Acremonium crotocinigenum	4.8			11.8
Acremonium incoloratum	4.8	9.6		
Acremonium minutisporum		28.5		5.9
Alternaria tenuissima	4.8		13.3	
Cladosporium cucumerinum	4.8		13.3	
Cladosporium macrocarpum	42.8			17.7
Cylindrocarpon didimum	4.8	4.8		
Cylindrocarpon scoparium	4.8	38.1		
Fusarium tabacinum	4.8	4.8		
Monodictys levis	4.8		13.3	
Mortierella elongata		9.6		5.9
Mortierella isabellina			6.6	5.9
Mortierella ramanniana	19	23.8		
Mortierella rhizogena	66.6	9.6		

	Acer pseudoplatanus	*Fagus sylvatica*	*Fagus* et *Pinus*	*Ostrya carpinifolia*
Mortierella tirolensis		19		100
Mucor heterosporus	14.4	47.6		
Paecilomyces humicola	4.8	4.8		
Penicillium claviforme	4.8			11.8
Penicillium commune serie	9.6			11.8
Scopulariopsis acremonium	4.8			11.8
Scopulariopsis brevicaulis			20	5.9
Torula herbarum	28.5			5.9
Trichoderma hamatum	52.4	33.3		
Trichoderma koningii	4.8	23.8		
Trichoderma piluliferum	19	4.8		
Zygorhynchus moelleri	4.8		6.6	

°) La mycoflore de ce groupement est indiquée aussi dans le Tableau 9.

Tableau 9 - Espèces microfongiques présentes, au moins, en 2 phytocénoses du milieu tempéré-chaud.

	Quercus ilex	*Myrtus communis* et *Pistacia lentiscus*	*Ostrya carpinifolia* °)
Absidia cylindrospora	45	70	5.9
Acremonium breve	30	10	5.9
Acremonium sclerotigenum	15	10	5.9
Cladosporium sphaerospermum	25	20	35.3
Gliocladium roseum	100	30	5.9
Humicola parvispora	25	10	5.9
Absidia spinosa	15	70	
Aspergillus petrakii	25	10	
Aspergillus versicolor	15	20	
Neosartorya fischeri var. spinosa	20	10	
Penicillium aurantio-virens		10	17.7
Penicillium funiculosum	95		29.4
Penicillium granulatum	20	30	
Penicillium lapidosum		10	5.9
Penicillium purpurrescens	30	10	
Penicillium soppi		10	5.9
Penicillium spinulosum	60	10	
Penicillium thomii		10	11.8
Penicillium thomii serie	50	80	
Penicillium urticae	45		17.7

°) La mycoflore de ce groupement est indiquée aussi dans le Tableau 8.

Dans le Tableau 10 on a classé tous les taxa isolés, indifféremment, soit en milieux tempérés-froids que tempéré-chauds. Ces espèces pourraient être considérées comme ubiquitaires, dans le sens écologique du terme.

La plupart des espèces qui appartiennent au genre *Mortierella* - en particulier celles qui présentaient des valeurs élevées de fréquence dans les cénoses préalpines, des Apennins - figure dans le Tableau 8 qui comprend la mycoflore des milieux froids. Dans le Tableau 9, qui comprend les espèces des milieux chauds, figurent *Aspergillus, Neosartorya, Penicillium* en particulier les monoverticillés, qui sont présents dans les sols de la végétation thermophile, généralement réputés pour être diffusés en milieux xérothermique. Ceci constitue donc une confirmation qui n'est pas sans intérêt.

En conclusion, la désagrégation-réagrégation effectuée sur la base des différences de

milieu et de végétation semble avoir atteint son but, car nous avons réuni, dans les mêmes listes, les espèces qui proviennent de zones diverses mais sont peut-être caractérisées par une même écologie.

Tableau 10 - Espèces microfongiques indifféremment présentes dans les milieux tempérés-froids et tempérés-chauds.

	Acer pseud.	*Fagus sylv.*	*Ostrya carpin.*	*Fagus* et *Pinus*	*Quercus ilex*	*Myrtus commun.*
Acremonium strictum	47.6	4.8	11.8	66.6	25	30
Penicillium frequentans	19	4.8	11.8	6.6	35	30
Penicillium fuscum	100	9.6	64.7	33.3	100	10
Penicillium fuscum serie	66.6	52.4	64.7	6.6	100	40
Penicillium lilacinum	4.8	4.8	35.3	33.3	70	40
Aureobasidium pullulans	28.5	42.8	11.8	66.6		40
Cladosporium cladosporioides	42.8	52.4	29.4	53.3		70
Humicola grisea		9.6	17.7	6.6	30	30
Paecilomyces carneus	14.4	61.9	94.1	66.6		70
Penicillium cyclopium	4.8	14.4	23.6	20		70
Penicillium expansum	14.4		35.3	20	35	60
Penicillium jenseni	4.8	23.8		26.6	20	40
Penicillium restrictum		100	64.7	6.6	95	70
Verticillium cephalosporum	14.4	57.1	11.8	13.3		20
Acremonium bactrocephalum		14.4		6.6	30	30
Cladosporium herbarum			64.7	53.3	25	70
Mucor racemosus f. sphaerosporus	19	9.6			20	30
Paecilomyces farinosus	38.1	100		26.6		20
Penicillium brevi-compactum		4.8	58.8	26.6		30
Penicillium fellutanum	23.8			6.6	80	50
Penicillium nigricans		4.8	94.1	6.6		50
Penicillium steckii			5.9	20	5	10
Penicillium variabile		9.6	5.9	13.3		10
Penicillium viridicatum		4.8	29.4	20	20	
Penicillium waksmani			41.2	13.3	40	40
Trichoderma harzianum	23.8	19	35.3		50	
Chrysosporium pannorum	4.8		5.9			20
Doratomyces stemonitis	14.4	4.8			20	
Fusarium oxysporum		4.8	5.9	6.6		
Mucor racemosus f. racemosus	4.8		5.9		20	
Paecilomyces marquandi				13.3	50	80
Penicillium citreo-viride				26.6	30	80
Penicillium citrinum		4.8		33.3	15	
Penicillium corylophilum			5.9	6.6		30
Penicillium nalgiovensis				33.3	15	50
Penicillium oxalicum	33.3				20	10
Penicillium roseo-purpureum				20	100	100
Sporotrix ramosissima	19	23.8			60	
Acremonium curvulum				6.6		100
Acremonium kiliense				6.6		40
Acremonium verruculosum		4.8				30
Mucor heterosporus		47.6	14.4			
Penicillium adametzi				6.6		80
Penicillium cyclopium var. echinulatum				13.3		10
Penicillium lividum				13.3		10
Penicillium purpurogenum				6.6		30
Penicillium velutinum				6.6		30
Trichoderma polysporum	19					100

La prédominance constante du genre *Penicillium* dans toutes les études effectuées, a été mise en relief dans la Figure 1. On peut remarquer que le groupement végétal à *Ostrya carpinifolia* est caractérisé par le même nombre de *Penicillium* que pour le "maquis" à Myrte et Lentisque, et on enregistre une augmentation accrue de ce genre, depuis les zones de type tempéré-froid à celles de type tempéré-chaud. Les genres plus représentés dans les différentes cadres de végétation sont presque toujours les mêmes; *Acremonium*, *Cladosporium*, *Paecilomyces*, *Mortierella*, *Trichoderma* figurent aux premières places en confirmant, ainsi, leur grande diffusion dans le sol.

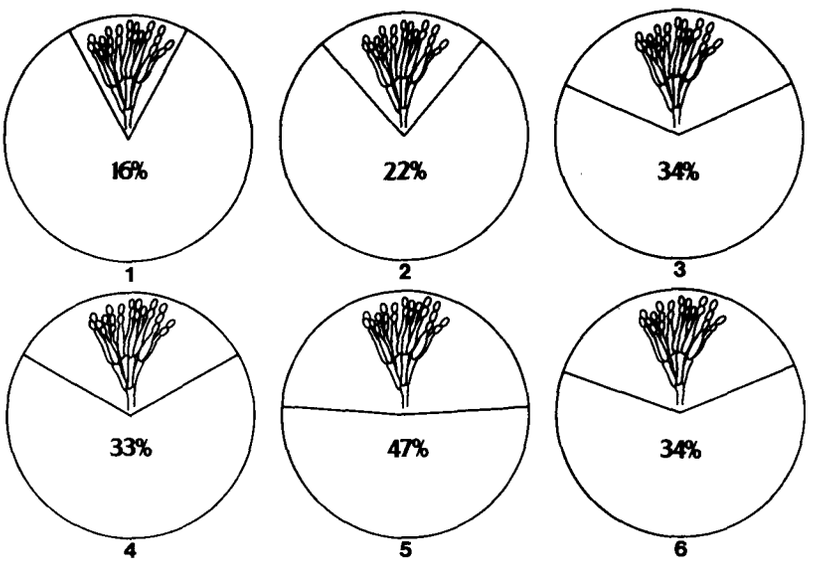


Fig. 1 - Pourcentage de présence du genre *Penicillium* dans le groupement végétal à: 1) *Acer pseudoplatanus*, 2) *Fagus sylvatica*, 3) *Ostrya carpinifolia*, 4) *Fagus* et *Pinus*, 5) *Quercus ilex*, 6) *Myrtus* et *Pistacia*.

BIBLIOGRAPHIE

AHLGREN I.F. (1974). The effect of fire on soil organism. In: Fire and ecosystems, pp. 47-72. Ed. T.T. Kozlowski and C.E. Ahlgren. *Academic Press, New York.*

BÅÅTH E. (1981). Microfungi in a clear-cut forest soil in central Sweden. *Can. J. Bot., 59,* 1331-1337.

BARRON G.L. (1968). The genera of Hyphomycetes from soil. *Williams & Wilkins, Baltimore,* 364 pp.

BARTOLI A., DOWGIALLO M.G., MASSARI G., SPADA F.(1981). Prime indicazioni sulle relazioni fra micoflora, suolo e vegetazione a sclerofille sempreverdi per il territorio dei Monti della Tolfa. *Rendiconti Acc. Sci., 12,* 249-264.

BISBY G.R. (1943). Geographical distribution of fungi. *Bot. Rev., 9,* 466-497.

BISSET J., PARKINSON D. (1979a). The distribution of fungi in some alpine soils. *Can. J. Bot., 57,* 1609-1629.

BISSET J., PARKINSON D. (1979c). Functional relationships between soil fungi and environment in alpine tundra. *Can. J. Bot., 57,* 1642-1659.

BROWN A.H.S., SMITH G.(1957). *Paecilomyces* and *Byssochlamys*. *Trans. Br. Mycol. Soc., 40,* 17-89.

CARMICHAEL J.W., BRYCE KENDRICK W., CONNERS I.L., SIGLER LYNNE. (1980). Genera of Hyphomycetes. *The University of Alberta, Alberta, Canada,* 386 pp.

CHRISTENSEN M., NOVAK R.O. (1962). The soil microfungi of wet-mesic forests in southern Wisconsin. *Mycologia, 54,* 374-388.

CHRISTENSEN M. (1977). Species diversity and dominance in fungal communities. In: Bigelow H.E. & Simmons E.G. (eds.). *Second Intern. Mycological Congress, Abstract vol. A-L, USA.* p. 99.

COWLEY G.T. (1962). Contribution to a study of the physiological basis for distributional patterns of soil microfungi in Wisconsin. *Ph. D. thesis Univ. Wisconsin,* 82 pp.

DANIELSON R.M., DAVEY C.B. (1973). The abundance of *Trichoderma* propagules and distribution of species in forest soils. *Soil. Biol. Biochem., 5,* 485-494.

DIEHL W.W. (1937). A basis for mycogeography. *J. Wash. Acad. Sci., 27,* 244-286.

DOMSCH K.H., GAMS W., TRAUTE-HEIDE ANDERSON (1980). Compendium of soil fungi. *Academic Press, London, New York, Vol.1,* 859 pp.

DOWDING P, WIDDEN P. (1974). Some relationships between fungi and their environment in tundra regions. *A.J. Holding, O.W. Heal, S.F. MacLean Jr & P.W. Flanagan (Ed.), Tundra Biome Steering Committee. Stockholm,* p. 123-150.

ELLIS M.B. (1971). Dematiaceous Hyphomycetes. *Commonw. Mycol. Inst. Misc. Publ.,* 608 pp.

ELLIS M.B. (1976). More Dematiaceous Hyphomycetes. *Commonw. Mycol. Inst. Misc. Publ.,* 507 pp.

ENGLAND C.M., RICE E.L. (1957). A comparison of the soil fungi of a tall-grass praire and of an abandoned field in Central Oklahoma. *Bot. Gaz. 118,* 186-190.

GAMS W. (1971). Cephalosporium-artige Schimmelpilze (Hyphomycetes). *Fischer, Stuttgart.*

GOCHENAUR S.E. (1978). Fungi of a Long Island oak-birch forest. 1. Community organization and seasonal occurrence of the opportunistic decomposers of the A horizon. *Mycologia, 70,* 975-994.

KJØLLER A., STRUWE S. (1982). Microfungi in ecosystems: fungal occurrence and activity in litter and soil. *Oikos, 39,* 389-422.

MASSARI G. (1983). Pour une méthode d'étude de la mycoflore du sol. *Rev. Ecol. Biol. Sol, 20,* 445-460.

MASSARI G., BARTOLI A. (1982). Confronto fra popolazioni di micromiceti del suolo di cenosi a *Fagus sylvatica* et *Pinus nigra* dell'Appennino d'Abruzzo. *Arch. Bot. Biog. Ital., 58,* 190-198.

MASSARI G., BARTOLI A. (1983). Variazioni delle popolazioni di microfunghi del suolo durante il post-incendio di Monte Argentario. *Giorn. Bot. Ital., 117,* 47-55.

MASSARI G., PICCOLI F. (1982). Microfunghi del suolo di aree floristicamente omogenee di tre cenosi boschive delle Prealpi bellunesi. *Giorn. Bot. Ital., 116,* 235-253.

MASSARI G., BARTOLI A. (1984). Mycoflore du sol de l'Italie alpine et méditerranéenne. 1. Utilisation des méthodes statistiques pour l'analyse des populations. *Rev. Ecol. Biol. Sol, 21,* 221-233.

MORRALL R.A.A. (1974). Soil microfungi associated with aspen in Saskatchewan: synecology and quantitative analysis. *Can. J. Bot., 52,* 1803-1817).

MORRALL R.A.A., VANTERPOOL T.C. (1968). The soil microfungi of upland boreal forest at Candle Lake, Saskatchewan. *Mycologia, 60,* 642-654.

MORTON F.J., SMITH G. (1963). The genera *Scopulariopsis* Bainier, *Microascus* Zukal and *Doratomyces* Corda. *Mycol. Papers* no. 86.

ORPURT P.A., CURTIS J.T. (1957). Soil microfungi in relation to the prairie continuum in Wisconsin. *Ecology, 38,* 628-637.

PARKINSON D., CROUCH R. (1969). Studies on fungi in a Pine-wood soil. 5. Root mycoflora of seedlings

of *Pinus nigra* var. *laricio*. *Rev. Ecol. Biol. Sol*, *6*, 263-275.

RAPER K.B., THOM C. (1948). A manual of the Penicillia. *Williams & Wilkins Co., Baltimore. Reprint Hafner, New York*, 1968.

REISS J. (1972). Toxicity of rubratoxin-b to fungi. *J. Gen. Microbiol.*, *71*, 167-172.

RIFAI M.A. (1969). A revision of the genus *Trichoderma*. *Mycol. Papers*, *116*, 1-56.

ROMANKOVA A.G. (1936). Ueber parasitismus des Schimmelpilzes *Penicillium rugulosum* auf *Aspergillus niger*. *C.R. Acad. Sci. USSR. 1*, 137-138.

SAMSON R.A. (1974). *Paecilomyces* and some allied Hyphomycetes. *Stud. Mycol.,Baarn*, *6*, 119 pp.

SEWELL G.W.F. (1959). The ecology of fungi in *Calluna*-heathland soils. *New Phytol.*, *58*, 5-15.

TRESNER H.D., BACKUS M.P., CURTIS J.T. (1954). Soil microfungi in relation to the hardwood forest continuum in southern Wisconsin. *Mycologia*, *46*, 314-333.

WARCUP J.H. (1951). The ecology of soil fungi. *Trans. Brit. Mycol. Soc.*, *34*, 376-399.

ZYCHA H, SIEPMAN R., LINNEMANN G. (1969). Mucorales. *J. Cramer, Lehre*, 355 pp.

Etude comparée du peuplement bryophytique de taillis de chêne vert d'âge différent en forêt domaniale de la Gardiole de Rians(Var, France)

J.P. HEBRARD ★
C. ROLANDO ★

RESUME - Dans les taillis de chêne vert de la forêt domaniale de la Gardiole de Rians, le peuplement bryophytique occupant l'ensemble constitué par la roche affleurante et le sol proprement dit comporte une forte proportion de mousses photoxérophiles, de saxicoles, d'espèces de l'étage mésoméditerranéen, de cosmopolites et de circumboréales. L'analyse des variances des coefficients de similitude des relevés ne met pas en évidence de différence significative en fonction de l'âge des taillis ; par contre, elle indique une influence de l'exposition des stations sur la composition spécifique des relevés. On observe par ailleurs, dans les peuplements les plus anciens, une légère décroissance du pourcentage d'espèces photoxérophiles, corrélative à l'augmentation de celui des mésophiles.

Du point de vue de la dynamique, l'effet litière et la xéricité des microclimats limitent considérablement les possibilités d'implantation des bryophytes. Ainsi, dans chaque ensemble de deux classes d'âge, ce sont surtout les espèces à fréquence et (ou) à dominance moyenne très faible qui sont les plus nombreuses. Seules deux mousses à très large amplitude écologique sont à la fois constantes et dominantes : Hypnum cupressiforme var. cupressiforme sur la roche et le sol et Homalothecium sericeum sur la roche uniquement.

SUMMARY - Comparative study of the bryophytic vegetation in holm-oak thickets on calcareous bedrock belonging to four age groups in the forest of La Gardiole de Rians (Var, France).

On rocks and soil considered as a whole, photoxerophilous and saxicolous mosses, species widely distributed through the mesomediterranean level and cosmopolitan or circumboreal ones are strongly represented.

Variance analysis of Sörensen's quotient of similarity does not show significative differences between relevés according to the age of the thickets. On the other hand, the exposure of the plots has an influence on their species composition. In the oldest plots, a slight decrease of the percentage of photoxerophilous species, related to an increase in the mesophilous ones, was noticed. As far as dynamism is concerned, the effect of litter and the dryness of the microclimates considerably restrict the possibilities of settlement for bryophytes. Thus, in each set of two age groups, species with very low frequency and (or) mean dominance are far more numerous. Only two mosses with very wide ecological range are both constant and dominant : Hypnum cupressiforme var. cupressiforme on rocks and soil, and Homalothecium sericeum solely on rocks.

MOTS CLES : Bryophytes - Chêne vert - Classe d'âge.

★Laboratoire de Botanique et d'Ecologie Méditerranéenne, Faculté des Sciences et Techniques de Saint-Jérôme, rue Henri Poincaré, F-13397 Marseille, cedex 13

Affinités - Type de substrat	Répartition mondiale																				
		Numéros des relevés	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20
		Code des relevés	4-92	1-152	2-53	3-53	4-53	2-63	3-73	4-133	5-133	1-143	3-62	5-62	1-92	2-92	3-92	2-143	1-153	2-153	3-153	4-263
		Surface de mesure (m^2)	9	9	9	9	9	9	9	9	9	9	10	10	9	9	9	9	9	9	9	9
		Exposition	E	W	NNW	E	NE	S	SE	S	E	SE	S	Ind.	SE	Ind.	SW	N	W	ENE	N	N
		Pente (°)	10	1	5	20	25	8	10	10	25	30	2	0	2	0	1	2	15	5	5	1
		Altitude (m)	440	450	440	430	440	550	500	570	490	490	470	490	530	510	550	520	510	520	570	620
		Classe d'âge du taillis (ans, janv. 1984)	6-11	6-11	6-11	6-11	6-11	26-31	26-31	26-31	26-31	26-31	41-46	41-46	41-46	41-46	41-46	61-66	61-66	61-66	61-66	61-66
		Hauteur de *Quercus ilex* (évaluée en m)	2-2,2	3	2-3	2-3	2-3	3	2-3	3-3,5	2-3	3	4	3-4	4	4	3-4	4	4	4-4,5	3-3,5	3-4
		Recouvrement de *Q. ilex* (% surf. mesure)																				
		Parties aériennes (évalué)	90	85	60	70	90	90	95	90	90	95	95	95	90	90	90	90	90	60	80	90
		Base des troncs (mesuré)	-	-	0,017	0,29	-	0,30	0,61	0,48	0,46	0,33	-	-	0,37	0,85	0,67	1,04	0,53	0,14	-	-
		Recouvrement litière *Q. ilex* (% surf. mesure)	97,54	96,02	85,48	87,75	86,35	94,40	94,55	97,83	91,34	97,98	98,31	92,43	94,90	97,89	93,63	96,79	95,24	96,22	93,51	96,58
		Recouvrement muscinal (% surf. mesure)	2,46	3,98	13,27	10,96	6,98	1,33	2,16	0,13	4,30	0,14	1,68	7,57	4,73	1,25	5,69	1,65	2,77	2,80	3,24	1,12
		Sur roche	2,38	2,89	12,73	8,26	6,98	1,33	2,02	0,003	4,15	0,05	1,50	5,60	4,71	1,21	4,46	1,65	2,77	2,78	2,96	1,12
		Sur sol	0,08	1,09	0,54	2,70	0	0	0,14	0,13	0,15	0,09	0,18	1,97	0,02	0,04	1,23	0	0	0,02	0,28	0
		Recouvrement roche nue (% surf. mesure)	-	-	1,23	0,99	6,67	3,96	2,67	1,55	3,89	1,54	-	-	-	-	-	0,52	1,45	0,83	3,25	2,30
		Roche-mère	Ca.	Ca.	Ca.	Ca.	Ca.	Ca.	Ca.	Ca.	Ca.	Ca.	Ca.	Ca.	Ca.	Ca.	Ca.	Ca.	Ca.	Ca.	Ca.	Ca.
		Bryophytes présentes sur la roche																				
		. Espèces de l'étage mésoméditerranéen																				
		- Photophiles et xérophiles																				
Sax.	Circb.	*Orthotrichum anomalum*			0,09	0,01	0,08	0,08	0,05	0,003	0,05	0,78	0,89	+	0,28	0,09	+	0,07		0,24	0,07	0,40
Sax.	M.A.	*Tortella nitida*	4,52	+	+		+	2,59		+	0,36	11,62		+	0,02		11,08	1,62	3,76		5,36	6,06
Sax.	M.A.	*Eurhynchium meridionale*	+		+		+		+		+								+	1,35		
Sax.-Te.	Em.	*Pleurochaete squarrosa*	+		0,43	+	7,80				0,41				0,30		2,07					
In.	M.A.	*Scorpiurium circinatum*					+				0,77			2,64	+					+		
Sax.	Circb.	*Orthotrichum cupulatum* var. *cupulatum*					0,02				+				0,56	+					+	
Co.-Sax.	Em.	*Leptodon smithii*		+			2,86				6,79								+			
Co.-Sax.	Em.	*Pterogonium gracile*	10,75															1,41	39,27		+	
Sax.-Te.	Scosm.	*Tortula ruralis* var. *calcicola*	1,08			+	5,34															
Sax.	Em.	*Tortula intermedia*						0,08			0,15						1,03					
Sax.	M.A.	*Grimmia orbicularis*			0,03	0,24													+			
Sax.-Te.	Em.	*Tortula princeps*									+		+									
Te.	Em.	*Rhynchostegium megapolitanum*			0,54																	
Sax.-Te.	M.A.	*Bryum canariense* var. *provinciale*																	+			
		- Sciaphiles et mésophiles																				
In.	M.A.	*Rhynchostegium confertum*							6,08		0,85		+		+		+					
Sax.	SA.	*Didymodon sinuosus*						+	1,44									+		+		
Sax.	Sm.	*Rhynchostegiella tenella* var. *tenella*																	+			
		. Espèces répandues dans les étages mésoméditerranéen et supraméditerranéen																				
		- Photophiles et xérophiles																				
Sax.	Scosm.	*Grimmia pulvinata* var. *pulvinata*	+		0,01	1,04	0,92		0,15	+	0,97	0,78	0,30	+	+	0,09	0,33		1,08		0,38	3,28
Sax.	Scosm.	*Tortula muralis* var. *muralis*			+	0,06			0,05	+	+		+		0,35		0,02				+	0,60
Co.-Sax.	Circb.	*Frullania dilatata*	+					3,26	5,15								+	+	0,72	0,24	+	
Sax.	Scosm.	*Grimmia trichophylla*			+		1,24				1,03								+		0,41	
Co.-Sax.	Scosm.	*Leucodon sciuroides*					7,43							+								
Co.	M.A.	*Tortula laevipila* var. *laevipila*													+	0,53	+					
Co.-Sax.	Em.	*Orthotrichum diaphanum*								+												

		Numéros des relevés	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20
		- Plus mésophiles																				
Te.	Em.	*Tortella humilis*		+	0,17	+		+	+	+	1,39		+		0,16	+	+			0,43		
Sax.	-	*Homalothecium fallax*			7,33	4,61	+		2,06		7,39				6,15		+	1,81				+
Sax.	M.A.	*Eurhynchium striatulum*						2,67			8,47							+			+	
Co.-Sax.	Circb.	*Neckera complanata*		+			+												+	+	+	
Sax.-Te.	Circb.	*Fissidens cristatus*	+		0,34						+											
In.	Circb.	*Homalothecium lutescens*														+						
		. Espèces répandues dans les étages supraméditerranéen et montagnard																				
		- Mésophiles																				
In.	Circb.	*Brachythecium velutinum*	1,26			0,07	1,00		+			+	0,77	+	+	23,92	3,36			+		+
Sax.-Te.	Circb.	*Tortella tortuosa*					+				6,97									1,58		0,99
In.	SA.	*Campylium calcareum*													+	27,45				+		
Co.-Sax.	Circb.	*Isothecium alopecuroides*																+				
		. Espèces à très large amplitude écologique																				
In.	Circb.	*Homalothecium sericeum*	31,17	18,61	2,44	6,97	41,06	72,77	31,00	+	6,10	+	16,17	3,79	49,10	36,19	23,56	5,19	22,62	2,45	13,38	2,98
In.	Cosm.	*Hypnum cupressiforme* var. *cupressiforme*	47,92	53,39	84,51	62,34	31,42	12,20	44,44		54,60	23,25	68,60	67,52	41,52	7,06	36,67	87,88	23,86	91,68	68,12	84,70
Sax.-Te.	Scosm.	*Schistidium apocarpum* var. *apocarpum*	+	0,56	+	+	+	2,51	3,09		0,05	+	2,31	+	0,19	1,06	0,25	1,89	0,16	0,04	0,82	0,99
Co.-Sax.	Circb.	*Radula complanata*	0,09	+			0,83	3,84			0,10				+			0,13	8,53	1,19	0,31	
In.	Cosm.	*Bryum capillare* var. *capillare*										+										
Sax.-Te.	Circb.	*Campylium chrysophyllum*																			2,50	
		. Autres espèces																				
-	-	*Tortula sp.*													0,82							
		Nombre d'espèces par relevé (roche)																				
		- Surface de mesure	7	3	10	8	12	9	10	1	17	4	6	3	11	8	9	8	8	9	9	8
		- Surface de mesure + inventaire (sur 100m²)	13	8	15	12	19	11	13	7	22	8	10	9	18	11	15	12	15	14	15	10
		Bryophytes présentes sur le sol																				
		. Espèces de l'étage mésoméditerranéen																				
		- Photophiles et xérophiles																				
Te.	Em.	*Rhynchostegium megapolitanum*	1,58	1,03	0,15	+										0,53						
Sax.-Te.	Em.	*Pleurochaete squarrosa*				0,12					0,15		+									
Te.	Scosm.	*Weissia controversa* var. *controversa*				+					0,77											
Te.	M.	*Homalothecium aureum*				4,12																
Sax.	Em.	*Tortula intermedia*								+												
Sax.-Te.	Em.	*Tortula princeps*																				+
		- Sciaphiles et mésophiles																				
In.	M.A.	*Rhynchostegium confertum*	+				+		+			+	0,36					+		+		

		Numéros des relevés	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20
		. Espèces répandues dans les étages mésoméditerranéen et supraméditerranéen																				
		- Mésophiles																				
Te.	Em.	*Tortella humilis*	1,63	1,56	0,68	0,18	+		6,49	1,65	2,14	53,49	10,60	+	0,30					+		+
Sax.-Te.	Circb.	*Fissidens cristatus*	+		0,12						0,46		+					+		+	+	
In.	Circb.	*Homalothecium lutescens*		13,67	1,01	2,77			+		+					2,12						+
Te.	Em.	*Reboulia hemisphaerica*					+															
		. Espèces répandues dans les étages supraméditerranéen et montagnard																				
		- Mésophiles																				
In.	Circb.	*Brachythecium velutinum*								+			+									
In.	SA.	*Campylium calcareum*																		+		
		. Espèces à très large amplitude écologique																				
In.	Cosm.	*Hypnum cupressiforme* var. *cupressiforme*		11,18	2,13	17,45				+		10,08	+	26,05	0,23	0,97	21,65	+		0,79	8,65	+
Co.-Sax.	Circb.	*Radula complanata*										+								+		
		. Autres espèces																				
-	-	*Bryum sp.*								95,87												
		Nombre d'espèces par relevé (sol)																				
		- Surface de mesure	2	4	5	5	0	0	1	2	4	2	2	1	2	3	1	0	0	1	1	0
		- Surface de mesure + inventaire (sur 100 m^2)	4	4	5	7	3	0	3	5	5	4	6	2	2	3	1	3	0	6	2	4
		Nombre global d'espèces par relevé (roche et sol, surface de mesure et inventaire)	16	10	16	16	22	11	14	11	24	11	12	10	18	12	15	14	15	16	16	13

Tableau 1 - Végétation muscinale présente sur la roche et le sol dans les taillis de chêne vert d'âge différent (Forêt domaniale de la Gardiole de Rians).

Pour la localisation géographique des relevés, se reporter à la figure 1.

Abréviations et conventions : Ind. : Indéfinie (exposition) ; Ca. : calcaire (roche-mère) ; - : valeur non notée, donnée non précisée ; + : espèce présente dans la station de relevé, hors de la surface de mesure (inventaire complémentaire sur environ 100 m^2) ; pour chaque espèce, les valeurs chiffrées correspondent à la dominance (en % de la surface totale occupée par les bryophytes sur l'ensemble roche + sol dans un carré de 9 ou 10 m^2)

I - GENERALITES

I.1 - INTRODUCTION

La présente contribution a été réalisée dans le cadre du programme "formations à chênes sclérophylles" du Greco 130043 du C.N.R.S. (Ecologie des forêts méditerranéennes) et vient compléter les recherches phytoécologiques entreprises sur les peuplements à *Quercus ilex* L. (mais également à *Quercus pubescens* Willd.) de la forêt domaniale de la Gardiole de Rians (MIGLIORETTI, 1983), au cours desquelles les cryptogames et en particulier les bryophytes n'ont pas été prises en compte.

Elle constitue la première partie d'une analyse comparative des structures et de la dynamique de la végétation muscinale des yeuseraies et chênaies pubescentes présentes sur le site,afin de mettre en évidence les interrelations et les différences apparaissant à ce niveau entre les deux types d'écosystèmes. La forêt domaniale de la Gardiole, située entre Pourrières et Rians (département du Var), s'étend sur 714 ha 98 a à l'intérieur d'une aire limitée du nord au sud et d'ouest en est par les points dont les coordonnées (en grades) sont les suivantes : 3,720/E X 48,415/N, 3,746/E X 48,395/N, 3,776/E X 48,429/N et 3,785/E X 48,401/N. Le relief est accusé, l'altitude varie de 380 à 630 m et les affleurements géologiques (surtout calcaires, plus localement dolomitiques) appartiennent au Jurassique supérieur.

Du point de vue climatique, par référence à la station la plus proche (Pourrières, période 1951-1970), la moyenne annuelle est de 746,7 mm pour la pluviométrie (régime de type AHPE) et de + 13,1 °C pour la température (moyenne des maxima du mois le plus chaud : + 30,3 °C, moyenne des minima du mois le plus froid : 0 °C).

Enfin, la végétation forestière, étudiée en détail par MIGLIORETTI (1983) est essentiellement constituée par des yeuseraies des *Pistacio-Rhamnetalia alaterni* Rivas-Martinez, 1975 et des *Quercetalia ilicis* Braun-Blanquet (1931) 1936 (seules les secondes ont été envisagées ici), ainsi que par des chênaies des séries méditerranéenne et supraméditerranéenne du chêne pubescent qui feront l'objet de publications ultérieures.

I.2 - MATERIEL ET METHODES

Pour chacune des quatre classes d'âge (entre 6 et 66 ans en janvier 1984) définies par MIGLIORETTI (1983) pour les taillis de chêne vert, cinq stations ont été choisies au hasard.

Dans chacune d'elles, après avoir noté l'exposition et l'altitude et évalué les valeurs de la pente et de la hauteur des arbres, une surface (B) a été délimitée temporairement à l'aide de tubes de plastique s'emboîtant pour former un carré de 3 m de côté. Sur cette surface, nous avons chiffré approximativement le recouvrement des parties aériennes de *Quercus ilex* L. et mesuré de façon précise (résultats bruts en cm^2) la circonférence des troncs au ras du sol (d'où nous avons déduit la surface) ainsi que le recouvrement des affleurements et fragments de roche nue et des colonies de chaque bryophyte présente sur les rochers et sur le sol. Nous avons ramené les aires à des figures géométriques simples (surtout carré et rectangle, plus rarement cercle ou triangles). La place occupée par la litière de feuilles mortes, toujours très importante, a été obtenue par soustraction.

Enfin, de façon à disposer de données complètes sur la composition des communautés muscinales, un inventaire exhaustif des espèces présentes d'une part sur les rochers (à l'exception des parois verticales) et d'autre part sur le sol proprement dit a également été effectué sur environ 100 m^2 (espèces notées + dans le tableau n° 1).

II - PRINCIPAUX CARACTERES DU PEUPLEMENT BRYOPHYTIQUE SELON L'AGE DES TAILLIS DE CHENE VERT DANS LA FORET DOMANIALE DE LA GARDIOLE DE RIANS (TABLEAU N° 1)

II.1 - CONDITIONS STATIONNELLES (TABLEAU N° 2, FIGURE N° 1)

La figure n° 1 donne la localisation géographique des stations de relevés (cf. tableau n° 1). Le tableau n° 2 résume les conditions dans lesquelles ont été effectuées les observations correspondantes (inventaire bryofloristique et mesures précises de recouvrement et de dominance). La hauteur des chênes verts constituant les taillis étudiés varie dans de faibles proportions (≃ 2 à 3,5 m entre 6 et 31 ans, ≃ 3 à 4,5 m entre 41 et 66 ans).

Le substratum géologique est presque exclusivement représenté par les calcaires blancs très compacts du Portlandien et, beaucoup plus rarement, par des dolomies de la partie inférieure de cet étage et du Kimmeridgien supérieur.

L'altitude (moyenne = 504 m pour l'ensemble des observations) se situe entre 430 (6-11 ans) et 620 m (61-66 ans), alors que la pente (0 à 30° pour l'ensemble des observations) est en moyenne un peu plus importante pour les relevés consacrés aux peuplements les plus jeunes (12,2 et 16,6 ° en 6-11 et 26-31 ans contre 1 et 5,6 ° en 41-46 et 61-66 ans).

Enfin, il ne nous a pas été possible de toujours choisir des expositions comparables pour les peuplements d'âge différent, en raison de la distribution spatiale des classes d'âge dans la forêt de la Gardiole de Rians et de la localisation préférentielle des yeuseraies sur les versants. Ainsi, les expositions à dominante Nord ou Est constituent l'essentiel (80 %) des relevés en 6-11 ans et 61-66 ans alors qu'au contraire celles à dominante Sud dont surreprésentées (80 et 60 %) en 26-31 ans et 41-46 ans.

II.2 - STRUCTURE DU PEUPLEMENT BRYOPHYTIQUE DES TAILLIS DE CHENE VERT D'AGE DIFFERENT, SELON LES PREFERENCES ECOLOGIQUES ET LES AFFINITES BIOGEOGRAPHIQUES DE SES COMPOSANTES

II.2.1 - Préférences écologiques

II.2.1.1 - Proportion de bryophytes photoxérophiles, mésophiles et à très large amplitude vis-à-vis des facteurs humidité et éclairement (tableaux n° 3 et 4)

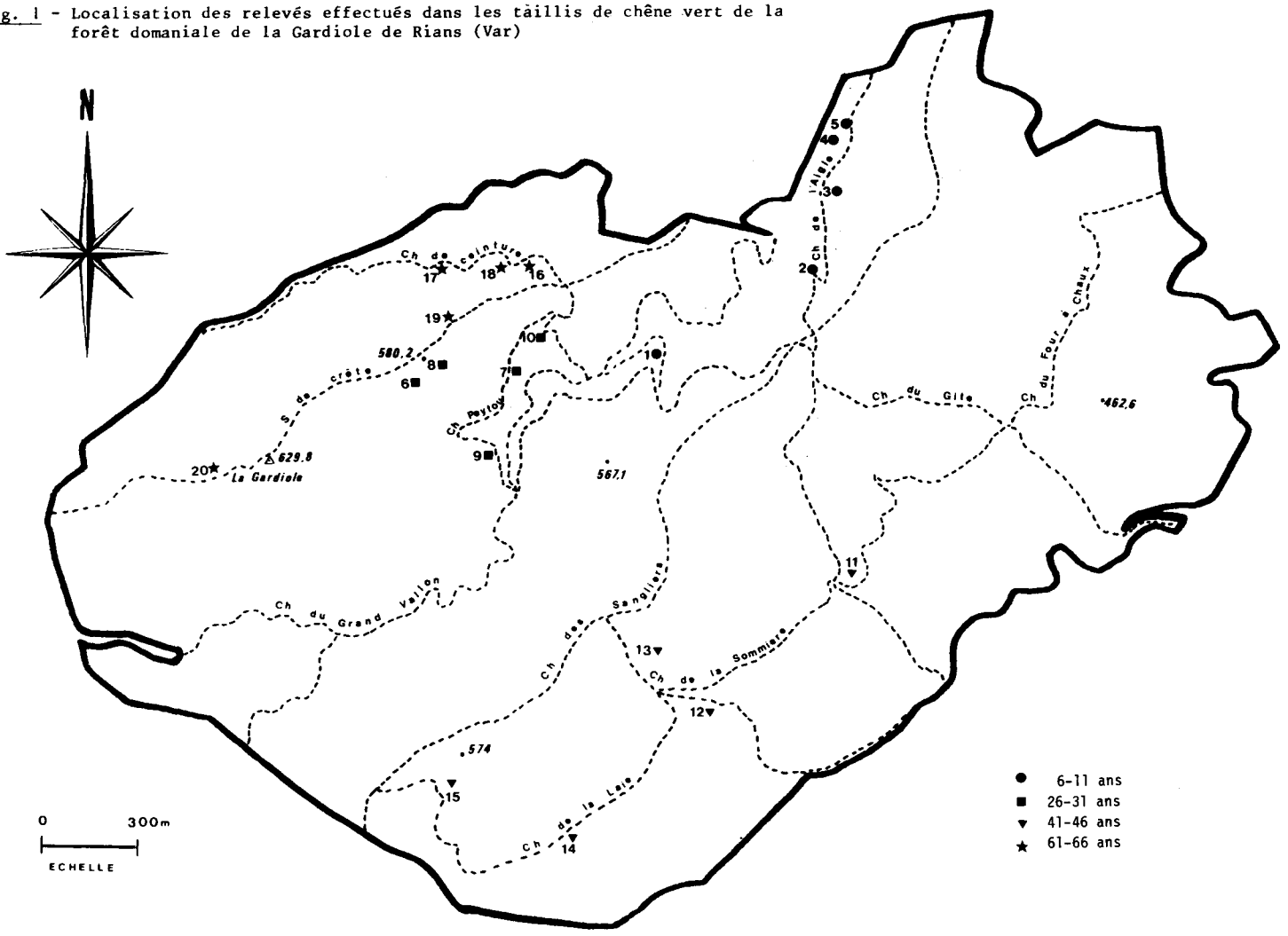
A - Espèces photophiles et xérophiles

Pour l'ensemble des observations (roche et sol, surface de mesure et inventaire confondus, tableau n° 3) on note 51,1 % de bryophytes photophiles et xérophiles, résultat identique à celui concernant la roche (51,2 % en A : surface de mesure + inventaire et 54,5 % en B : surface de mesure seule), alors que pour le sol proprement dit, leur proportion est bien plus faible (37,5 % en A et 40 % en B, tableau n° 4). En outre, malgré la prédominance des expositions à dominante Sud dans les deux classes d'âge intermédiaire, et compte tenu de l'accroissement dans le temps du recouvrement des parties aériennes des arbres qui entraîne une diminution de l'éclairement, le pourcentage d'espèces photophiles et xéphiles décroît progressivement lorsque l'âge des taillis de chêne vert augmente. La différence entre les valeurs obtenues pour les peuplements les plus anciens et les plus jeunes en A est, en effet, respectivement de - 14,3 % et de - 15,1 % pour l'ensemble des observations et pour la roche et de - 27,5 % pour le sol. On peut donc supposer qu'à son niveau, la rétention de l'eau dans les couches superficielles est meilleure dans les yeuseraies les plus âgées.

B- Espèces mésophiles

La proportion de muscinées mésophiles (respectivement 31,1 %, 31,7 % en A et 27,3 % en B) obtenue pour l'ensemble des observations et pour la roche est bien inférieure au pourcentage de photophiles-xérophiles, mais également de mésophiles présentes sur le sol (43,7 % en A et 40 % en B). D'autre part, malgré de légères fluctuations, le pourcentage de mésophiles s'accroît avec l'âge des taillis, la différence entre les valeurs obtenues pour les peuplements les plus anciens et les plus jeunes

Fig. 1 - Localisation des relevés effectués dans les taillis de chêne vert de la forêt domaniale de la Gardiole de Rians (Var)



	Classes d'âge des taillis (ans)				
	6-11	26-31	41-46	61-66	Ensemble
Exposition (en % du nombre de relevés effectués par classe d'âge = 5)					
N, NE, NNW	40	0	0	60	25
E, ENE	40	20	0	20	20
W	20	0	0	20	10
S, SE, SW	0	80	60	0	35
Ind.	0	0	40	0	10
Pente (°)					
Maximum	25	30	2	15	30
Minium	1	8	0	1	0
Moyenne	12,20	16,60	1,00	5,60	8,85
Altitude (m)					
Maximum	450	570	550	620	620
Minimum	430	490	470	510	430
Moyenne	440	520	510	548	504,50
Hauteur *Quercus ilex* (évaluée en m)					
Maximum	3	3,5	4	4,5	4,5
Minimum	2	2	3	3	2

Tableau n° 2 - Conditions stationnelles des relevés effectués en forêt domaniale de la Gardiole de Rians dans les taillis de chêne vert appartenant à différentes classes d'âge.

correspondant en A à une augmentation de + 11,6 % (tableau n° 3), de + 12,5 % (sol) et de + 12,6 % (roche : tableau n° 4).

C - Espèces à très large amplitude

Aussi bien pour l'ensemble des observations (13,3 %), que pour la roche (14,6 % en A et 15,1 % en B) ou le sol (12,5 % en A et 10 % en B) considérés isolément, la proportion de bryophytes ayant une très large amplitude vis-à-vis de l'humidité des biotopes est toujours inférieure à celle des xérophiles (pourcentage 3 à 4 fois plus élevé) et des mésophiles (pourcentage 1,8 à 4 fois supérieur) ; en outre elle varie peu au cours du temps si l'on considère l'ensemble des observations et la roche (respectivement + 2,7 % et + 2,5 % d'augmentation en A de 6-11 ans à 61-66 ans) alors qu'au contraire elle s'accroît notablement sur le sol (+ 15 %) où la concurrence des xérophiles est négligeable.

II.2.1.2 - Proportion de bryophytes saxicoles, cortico-saxicoles, saxicoles-terricoles, corticoles, terricoles et à très large amplitude vis-à-vis du type de substrat (tableau n° 5)

A - Espèces saxicoles, cortico-saxicoles et saxicoles-terricoles.

La somme des pourcentages obtenus pour ces trois types est élevée pour la roche considérée isolément (70,7 % en A et 69,7 % en B) et pour l'ensemble des observations (64,4 %). Elle est beaucoup plus faible pour le sol, au niveau duquel ces muscinées représentent toutefois au moins 1/5 du total (31,2 % en A et 20 % en B), notamment en raison de la richesse en éléments grossiers des horizons édaphiques supérieurs dans les yeuseraies étudiées. Enfin, elle a tendance à augmenter avec l'âge des taillis pour l'ensemble des observations et pour la roche (la différence des valeurs obtenues en 61-66 ans et 6-11 ans pour A est respectivement de + 10,5 % et de + 1,6 %) ceci étant dû à l'existence d'un plus grand nombre de mésophiles dans le classe d'âge 61-66 ans, et diminue au contraire pour le sol (- 17,5 %). Il faut cependant remarquer que des fluctuations assez importantes sont observées d'une classe d'âge à l'autre, probablement du fait du nombre réduit de stations consacré à chacune d'entre elles, et que ces variations sont accentuées en B, puisque la surface considérée est plus restreinte.

B - Espèces corticoles

Une seule espèce corticole (*Tortula laevipila* var. *laevipila*) végétant dans des fissures de rochers remplies de débris ligneux a été rencontrée dans la classe d'âge 41-46 ans.

C - Espèces terricoles

Les espèces strictement terricoles ne constituent que 11,1 % du total pour l'ensemble des observations. Leur présence est accidentelle sur la roche (4,9 % en A et 6,1 % en B) où leur implantation est conditionnée par l'existence de fissures colmatées par des sédiments et de la matière organique. Par contre, leur proportion est beaucoup plus importante sur le sol proprement dit (31,2 % en A et 40 % en B) mais tend à décroître lorsque l'âge des taillis augmente (différence entre 61-66 ans et 6-11 ans : - 13 % pour l'ensemble des observations, - 37,5 % et - 42,9 % en A et B pour le sol). En effet, la litière de feuilles mortes de *Quercus ilex* occupant une superficie considérable, les bryophytes terricoles ne disposent que de surfaces de plus en plus réduites, au fur et à mesure du vieillissement des taillis, et entrent par ailleurs en compétition avec les indifférentes, capables de coloniser une grande variété de substrats.

D - Espèces indifférentes

Le pourcentage de muscinées se développant sur des substrats très divers (roche, sol, écorces, etc...) est bien plus faible pour l'ensemble des observations (17,8 %) et pour la roche (19,5 % en A, 18,2 % en B) que pour le sol (31,2 % en A, 30 % en B) considéré isolément. En outre, malgré l'occurence de fluctuations difficiles à interpréter dans les classes d'âge intermédiaire, les valeurs varient peu dans le temps pour l'ensemble des observations et pour la roche (respectivement 19,3 % à 6-11 ans et 21,9 % à 61-66 ans, 15,4 % (A) et 14,3 % (B) à 6-11 ans et 17,9 % (A) et 12,5 % (B) à 61-66 ans) alors qu'elles augmentent considérablement pour le sol (différence 61-66 ans et 6-11 ans : + 20 % en A et + 71,4 % en B). En effet, à l'inverse des terricoles, des espèces peu exigeantes comme par exemple *Hypnum cupressiforme* var. *cupressiforme* peuvent plus facilement s'étendre sur les portions de sol libres de litière, puisqu'elles sont présentes et presque toujours dominantes sur les rochers et les troncs situés à proximité.

Classes d'âge des taillis (ans) / % du total d'espèces	ROCHE						SOL					
	6-11	26-31	41-46	61-66	Ensemble		6-11	26-31	41-46	61-66	Ensemble	
	A	A	A	A	A	B	A	A	A	A	A	B
Photophiles et xérophiles	61,54	51,85	52,17	46,43	51,22	54,54	40,00	27,27	25,00	12,50	37,50	40,00
Mésophiles	23,08	29,63	26,09	35,71	31,71	27,27	50,00	45,45	62,50	62,50	43,75	40,00
A très large amplitude	15,38	18,52	17,39	17,86	14,63	15,15	10,00	18,18	12,50	25,00	12,50	10,00
Autres	0	0	4,35	0	2,44	3,03	0	9,09	0	0	6,25	10,00
Nombre total d'espèces	26	27	23	28	41	33	10	11	8	8	16	10

Tableau n° 4 - Roche et sol considérés isolément

Classes d'âge des taillis (ans) / % du total d'espèces	ROCHE ET SOL CONFONDUS				
	6-11	26-31	41-46	61-66	Ensemble
	A	A	A	A	A
Photophiles et xérophiles	58,06	50,00	52,00	43,75	51,11
Mésophiles	29,03	30,00	28,00	40,62	31,11
A très large amplitude	12,90	16,67	16,00	15,62	13,33
Autres	0	3,33	4,00	0	4,44
Nombre total d'espèces	31	30	25	32	45

Tableau n° 3 - Ensemble des observations

Tableaux n° 3 et n° 4 : Evolution du pourcentage de bryophytes xérophiles, mésophiles et à très large amplitude vis-à-vis de l'humidité et de l'éclairement, en fonction des classes d'âge des taillis de chêne vert (forêt domaniale de la Gardiole de Rians). A = surface de mesure + inventaire, B = surface de mesure seule.

Classes d'âge des taillis (ans) / % du total d'espèces	Ensemble des observations (roche et sol confondus)					Roche		Sol	
	6-11	26-31	41-46	61-66	Ensemble	Ensemble		Ensemble	
	A	A	A	A	A	A	B	A	B
Espèces rencontrées :									
Seulement sur roche	67,74	63,33	68,00	75,00	64,44	70,73	81,81	0	0
Seulement sur sol	16,13	10,00	8,00	12,50	8,89	0	0	25,00	40,00
Sur sol et roche	16,13	26,66	24,00	12,50	26,67	29,27	18,18	75,00	60,00
Saxicoles (Sax.)	29,03	36,66	28,00	37,50	28,89	31,71	36,36	6,25	0
Cortico-saxicoles (Co.-Sax.)	19,35	13,33	12,00	18,75	17,78	19,51	15,15	6,25	0
Saxicoles-terricoles (Sax.-Te.)	16,13	16,66	16,00	18,75	17,78	19,51	18,18	18,75	20,00
Corticoles (Co.)	0	0	4,00	0	2,22	2,44	3,03	0	0
Terricoles (Te.)	16,13	6,66	8,00	3,12	11,11	4,88	6,06	31,25	40,00
Indifférentes (In.)	19,35	23,33	28,00	21,87	17,78	19,51	18,18	31,25	30,00
Autres	0	3,33	4,00	0	4,44	2,44	3,03	6,25	10,00
Espèces des étages de végétation :									
Mésoméditerranéen	45,16	40,00	36,00	40,62	42,22	41,46	42,42	43,75	50,00
Mésoméditerranéen et supraméditerranéen	35,48	33,33	36,00	31,25	31,11	31,71	30,30	25,00	30,00
Supraméditerranéen et montagnard	6,45	6,66	8,00	12,50	8,89	9,75	9,09	12,50	0
A vaste répartition (étages de végétation)	12,90	16,66	16,00	15,62	13,33	14,63	15,15	12,50	10,00
Autres	0	3,33	4,00	0	4,44	2,44	3,03	6,25	10,00
Mousses	90,32	93,32	92,00	93,75	93,33	95,12	93,94	87,50	100,00
Acrocarpes	41,93	56,66	48,00	40,62	48,89	48,78	48,48	37,50	40,00
Pleurocarpes	48,39	36,66	44,00	53,12	44,44	46,34	45,45	50,00	60,00
Hépatiques	9,68	6,66	8,00	6,25	6,66	4,88	6,06	12,50	0

Tableau n° 5 - Répartition en pourcentages des bryophytes rencontrées dans les taillis de chêne vert (forêt de la Gardiole de Rians), selon leur spécialisation vis-à-vis du type de substrat et leur appartenance aux étages de végétation ; proportion de mousses acrocarpes et pleurocarpes et d'hépatiques. A = surface de mesure + inventaire, B = surface de mesure seule.

II.2.2 - Données biogéographiques

II.2.2.1 - Proportion de mousses acrocarpes et pleurocarpes et d'hépatiques (tableau n° 5)

A - Mousses et hépatiques

Les résultats du tableau n° 5 montrent que la végétation bryophytique épigée de taillis de chêne vert de la forêt domaniale de la Gardiole de Rians est, quel que soit leur âge, presque entièrement constituée par des mousses (93,3 % pour l'ensemble des observations, 95,1 % en A et 93,9 % en B pour la roche, 87,5% en A et 100 % en B pour le sol) ce qui rend bien compte de l'extrême xéricité du milieu ambiant et notamment du pédoclimat (roche mère calcaire). D'ailleurs, les quelques hépatiques rencontrées sont également pour la plupart des espèces adaptées à ou tolérant la sécheresse, comme par exemple *Frullania dilatata* et *Radula complanata*.

B - Mousses acrocarpes et mousses pleurocarpes

En ce qui concerne la roche, le pourcentage d'Acrocarpes est légèrement supérieur à celui des Pleurocarpes (48,8 % et 48,5 % d'Acrocarpes contre 46,3 % et 45,4 % de Pleurocarpes, en A et B) alors que sur le sol, ce sont au contraire les Pleurocarpes qui prédominent (50 % et 60 % de Pleurocarpes contre 37,5 % et 40 % d'Acrocarpes en A et B).

En effet, du moins dans la zone tempérée et sous couvert forestier, la richesse en Pleurocarpes est d'ordinaire d'autant plus grande que la pédogénèse, et de façon générale la maturation de l'écosystème, sont plus avancées. De ce point de vue, une évolution pourtant presque imperceptible du fait de l'âge trop récent des yeuseraies étudiées à la Gardiole de Rians peut être décelée dans le temps. Elle se traduit par une légère décroissance du pourcentage d'Acrocarpes s'accompagnant d'une augmentation de celui des Pleurocarpes (différence 61-66 ans - 6-11 ans en A : Acrocarpes = - 1,3 % pour l'ensemble des observations, - 3,3 % pour la roche et - 5 % pour le sol ; Pleurocarpes = + 4,7 %, + 3,8 % et + 2,5 %).

II.2.2.2 - Proportion de bryophytes appartenant aux différents étages de végétation (tableau n° 5)

L'exploitation d'un nombre important de données bryoécologiques recueillies par l'un d'entre nous (J.P. HEBRARD) dans le sud-est de la France nous a permis de tenter de répartir les muscinées rencontrées dans les yeuseraies étudiées selon leur distribution dans les étages de végétation présents en Provence. L'étage est défini par OZENDA (1975) comme "un ensemble de groupements végétaux réunis par une affinité écologique dans une même tranche d'altitude, cette altitude variant, et c'est là le point essentiel, suivant la latitude du massif considéré", et la terminologie que nous utilisons plus loin est empruntée à ce même auteur.

A - Espèces présentes dans l'étage mésoméditerranéen

Il s'agit d'espèces qui, en Provence, sont communes depuis le niveau de la mer jusqu'à environ 700-800 m d'altitude et deviennent rares ou disparaissent au dessus de cette limite. La plupart sont des xérophiles (entre autres *Orthotrichum anomalum, Tortella nitida, Pleurochaete squarrosa, Eurhynchium meridionale, Rhynchostegium megapolitanum, Scorpiurium circinatum, Leptodon smithii, Pterogonium gracile, Tortula intermedia, Bryum canariense* var. *provinciale, Homalothecium aureum*) auxquelles s'adjoignent quelques mésophiles (*Rhynchostegium confertum, Didymodon sinuosus* et *Rhynchostegiella tenella* var. *tenella*).

Dans les taillis de chêne vert de la forêt de la Gardiole de Rians elles représentent au moins 40 % des bryophytes (42,2 % pour l'ensemble des observations, 41,5 % et 42,4 % en A et B pour la roche, 43,7 % et 50 % pour le sol).

B - Espèces présentes à la fois dans les étages mésoméditerranéen et supraméditerranéen

Ce sont des muscinées d'importance égale dans les deux étages que l'on rencontre depuis les régions proches du littoral jusqu'à environ 1200 m d'altitude. Dans la dition, leur pourcentage est voisin de 30 % (31,1 % pour l'ensemble des observations, 31,7 % et 30,3 % en A et B pour la roche, 25 % et 30 % pour le sol) et elles regroupent (ensemble des observations) un nombre égal de xérophiles (*Grimmia pulvinata* var. *pulvinata, Tortula muralis* var. *muralis, Frullania dilatata, Grimmia trichophylla, Leucodon sciuroides, Tortula laevipila* var. *laevipila, Orthotrichum diaphanum*) et de mésophiles

(*Tortella humilis, Fissidens cristatus, Homalothecium lutescens, Homalothecium fallax, Eurhynchium striatulum, Neckera complanata, Reboulia hemisphaerica*).

C - Espèces présentes dans l'étage supraméditerranéen et au-dessus

En Provence, ces muscinées ne deviennent communes qu'à partir de 900-1000 m d'altitude et sont très répandues à l'étage montagnard des Alpes méridionales françaises ; par contre, elles sont absentes ou très rares dans les plaines peu éloignées de la mer. Dans les chênaies d'Yeuse de la Gardiole de Rians, où l'existence d'un microclimat plus humide et plus froid (vallons encaissés, proximité de la montagne Sainte-Victoire) favorise leur maintien, souvent dans un nombre très réduit de stations (4 pour *Tortella tortuosa* et *Campylium calcareum*, 1 pour *Isothecium alopecuroides*), elles ne sont représentées que par des mésophiles dont le pourcentage est faible (8,9 % pour l'ensemble des observations, 9,7 % et 9,1 % en A et B pour la roche, 12,5 % et 0 % pour le sol) mais tend à augmenter avec l'âge des taillis (différence 61-66 ans et 6-11 ans : + 6,0 % pour l'ensemble des observations, + 6,6 % et + 12,5 % en A pour la roche et pour le sol).

D - Espèces à vaste répartition dans les étages de végétation

Dans le sud-est de la France, ces espèces qui végètent tout aussi bien dans les biotopes très secs ou humides et qui sont indifférentes à la nature chimique, au pH (*Schistidium apocarpum* var. *apocarpum, Radula complanata, Campylium chrysophyllum*) et quelquefois même au type de substrat (roche, écorces, sol, etc... : *Hypnum cupressiforme* var. *cupressiforme, Bryum capillare* var. *capillare*), atteignent au moins l'étage subalpin, en particulier sur les hautes montagnes des Alpes-Maritimes et de Haute-Provence. Dans les taillis que nous avons étudiés, leur pourcentage est faible (13,3 % pour l'ensemble des observations, 14,6 % et 15,1 % pour la roche en A et B, 12,5 % et 10 % pour le sol) et varie peu au cours du temps, sauf sur le sol où il tend à augmenter (différence 61-66 ans - 6-11 ans : + 15 % en A).

II.2.2.3 - Spectre de distribution mondiale des bryophytes (tableau n° 6)

En ce qui concerne la définition des aires de distribution mondiale et l'appartenance des muscinées à ces aires, nous nous sommes référés aux travaux de LECOINTE (1979, 1981a et b). Pour l'ensemble des observations (roche et sol confondus, surface de mesure et inventaire) on remarque que la végétation bryophytique des taillis de chêne vert que nous avons étudiés se compose en majeure partie d'espèces à vaste aire de répartition, avec une proportion comparable de cosmopolites (et subcosmopolites : 20 % du total), de circumboréales (26,7 %) et d'euryméditerranéennes (20 %), suivies de près par les méditerranéennes atlantiques (17,8 %). D'autre part, les subatlantiques (4,4 %), les subméditerranéennes (2,2 %) que nous n'avons rencontrées que sur la roche, et les méditerranéennes (2,2 %), notées seulement sur le sol, sont faiblement représentées.

II.3 - COMPARAISON DES RELEVES EFFECTUES DANS LES DIFFERENTES CLASSES D'AGE

II.3.1 - Coefficients de similitude des relevés (surface de mesure et inventaire, roche et sol confondus, tableau n° 7, figure n° 2)

Afin de déterminer les coefficients de similitude des 20 relevés pris deux à deux, nous avons utilisé la formule de Sörensen :

$S = \frac{2W}{m + n}$, où W représente le nombre d'espèces communes aux deux relevés, m le nombre total d'espèces du relevé n° 1 et n celui du n° 2.

Seules interviennent donc ici les espèces effectivement présentes dans l'un ou l'autre des relevés et non celles présentes dans l'un quelconque des 20 relevés, ce qui évite de considérer comme indicatrice de similarité une double absence et donc d'attribuer une très haute valeur de similarité aux différentes paires de relevés pauvres en espèces. Par contre, la présence d'une espèce dans un seul des deux relevés de la paire considérée intervient comme une différence entre les deux relevés.

Les valeurs des 190 coefficients de similitude varient de 0,2308 à 0,7879 et se répartissent de la façon suivante :

Eléments (en % du nombre total d'espèces)	Roche		Sol		Roche et sol confondus
	A	B	A	B	A
Cosmopolite et subcosmopolite (Cosm. + Scosm.)	19,51	21,21	12,50	20,00	20,00
Circumboréal (Circb.)	29,27	27,27	25,00	20,00	26,67
Euryméditerranéen (Em.)	19,51	18,18	37,50	30,00	20,00
Subméditerranéen (Sm.)	2,44	0	0	0	2,22
Subatlantique (SA.)	4,88	6,06	6,25	0	4,44
Méditerranéen - Atlantique (M.A.)	19,51	21,21	6,25	10,00	17,78
Méditerranéen (M.)	0	0	6,25	10,00	2,22
Autres	4,88	6,06	6,25	10,00	6,67

Tableau n° 6 - Spectre de distribution mondiale des bryophytes rencontrées dans les taillis de chêne vert (forêt domaniale de la Gardiole de Rians).
A = surface de mesure + inventaire, B = surface de mesure seule.

1 Circumboréales : espèces répandues dans les zones tempérées et froides de l'hémisphère nord, entre le cercle polaire arctique et le domaine méditerranéen.

2 Euryméditerranéennes : espèces à aire étendue se développant dans des conditions climatiques proches de celles de la région méditerranéenne et se retrouvant sur d'autres continents tels que l'Amérique du nord ou l'Asie .

3 Subméditerranéennes : espèces ayant, en dehors de la région méditerranéenne, une répartition qui pourrait permettre de les qualifier comme appartenant à "l'aire de la vigne".

4 Subatlantiques : espèces qui, tout en ayant leur maximum de fréquence dans le domaine atlantique, dépassent plus ou moins largement ses limites et s'avancent dans le bassin de la Méditerranée ou dans l'Europe centrale, devenant de plus en plus rares à mesure qu'elles s'éloignent de leur aire principale actuelle.

5 Méditerranéennes - atlantiques : espèces qui, en raison de l'adoucissement océanique, ont pu migrer le long des côtes atlantiques et s'y implanter dans tous les biotopes favorables.

2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	
0,5385	0,6250	0,5625	0,6316	0,4444	0,6000	0,2963	0,5000	0,5926	0,5000	0,7692	0,5294	0,4286	0,5161	0,6000	0,5806	0,6250	0,5625	0,4828	1
	0,5385	0,4615	0,5000	0,5714	0,4167	0,3810	0,4709	0,4762	0,3636	0,5000	0,4286	0,5455	0,4000	0,4167	0,5600	0,4615	0,4615	0,5217	2
		0,7500	0,5789	0,4286	0,6667	0,5000	0,7000	0,5000	0,4286	0,5385	0,5882	0,5714	0,6452	0,4667	0,5161	0,4375	0,5625	0,6897	3
			0,5263	0,3704	0,6000	0,4444	0,6000	0,5185	0,6429	0,5385	0,5882	0,6429	0,6452	0,3333	0,3226	0,3750	0,3750	0,6897	4
				0,3636	0,5556	0,3030	0,6957	0,5455	0,4706	0,6061	0,6500	0,4118	0,4865	0,4444	0,4865	0,6316	0,5263	0,5714	5
					0,5600	0,2727	0,5143	0,4545	0,4348	0,4762	0,4828	0,4348	0,6154	0,7200	0,4615	0,5926	0,5926	0,4167	6
						0,4000	0,5263	0,6400	0,6923	0,5833	0,6250	0,6154	0,7586	0,5714	0,4138	0,6667	0,4667	0,7407	7
							0,4800	0,5455	0,4242	0,5714	0,4828	0,4348	0,5385	0,3200	0,2308	0,2963	0,4444	0,5833	8
								0,4000	0,6111	0,4706	0,6667	0,4444	0,6154	0,4211	0,4615	0,5000	0,6000	0,5946	9
									0,6957	0,7619	0,5517	0,5217	0,5385	0,4800	0,3846	0,5926	0,4444	0,6667	10
										0,5833	0,6000	0,5833	0,6667	0,4615	0,2963	0,5714	0,5000	0,6400	11
											0,6429	0,5455	0,5385	0,4167	0,4000	0,5385	0,4615	0,6957	12
												0,6667	0,7879	0,4375	0,3636	0,5294	0,5294	0,6452	13
													0,5926	0,3077	0,2963	0,5000	0,4286	0,5600	14
														0,4828	0,4000	0,4516	0,5161	0,6429	15
															0,4828	0,6000	0,6667	0,4444	16
																0,4516	0,6452	0,3571	17
																	0,5000	0,4828	18
																		0,4828	19

Tableau n° 7 - Coefficients de similitude de Sörensen.

A	S > 0,7001	n = 7	(3,6 %)
B	0,6001 < S < 0,7000	n = 35	(18,4 %)
C	0,5001 < S < 0,6000	n = 60	(31,6 %)
D	0,4001 < S < 0,5000	n = 63	(33,2 %)
E	0,3001 < S < 0,4000	n = 19	(10 %)
F	0,2001 < S < 0,3000	n = 6	(3,2 %)

Ainsi que le montre la figure n° 2, leur distribution suit une loi normale (test de normalisation χ^2 = 3,5 ; valeur inférieure à la limite χ^2= 11,3 pour α = 0;99 et ddl = 3).

En ce qui concerne l'influence de l'âge des taillis, deux relevés réalisés dans une même classe d'âge ont-ils un coefficient de similitude significativement supérieur à celui que l'on obtient pour deux autres relevés effectués dans des classes d'âge différentes ? Pour répondre à cette question, nous avons regroupé en deux ensembles les coefficients de similitude (le premier : N = 40 correspond aux coefficients de similitude des relevés appartenant au même groupe d'âge, alors que le second : N = 150 est constitué des coefficients de similitude des relevés provenant de classes d'âge différentes) et réalisé une analyse des variances de ces deux ensembles. Une telle analyse permet de tester l'hypothèse nulle : "il n'y a pas de différence entre les deux ensembles", si

$$0 \leqslant F = \frac{S^2 \text{ inter groupes}}{S^2 \text{ intra groupes}} < F_0$$

(ici, F_0 = 3,84 pour un degré de confiance de 0,05).

Le quotient F obtenu (0,048) nous amène à admettre qu'il n'existe pas de différence entre les deux ensembles et donc que l'on ne peut attribuer à l'âge du couvert végétal une influence sur les différences ou les ressemblances entre les relevés.

D'autre part, afin d'évaluer l'influence de l'exposition sur les coefficients de similitude, les relevés ont été rangés en quatre classes :

Classe	Exposition	N° des relevés
N	N, NE, NNW	3, 5, 16, 19, 20
E	E, ENE	1, 4, 9, 18
W	W	2, 17
S	S, SE, SW	2, 7, 8, 10, 11, 13, 15.

Les coefficients de similitude intraclasses ont été calculés, ainsi que la variance totale et les variances de chaque classe. Les relevés effectués en exposition indéfinie (en terrain plat : crête, fond de dépression) n'ont pas été pris en compte dans le traitement (relevés 12 et 14).

Le résultat de l'analyse des variances multiples (test de Bartlett (1),ne permet pas d'affirmer l'homogénéité des coefficients de similitude classés selon l'exposition des relevés (χ^2_F = 24,452, valeur bien supérieure à la limite : χ^2 = 11,3 pour α= 0,99 et ddl = 3).

On doit donc admettre l'influence de l'exposition sur la composition spécifique des relevés.

II.3.2 - Nombre d'espèces par relevé (tableau n° 8)

Si l'on considère l'ensemble des observations (surface de mesure et inventaire, roche et sol confondus), on constate que les relevés les plus riches appartiennent aux peuplements les plus jeunes (nombre maximum d'espèces : 22 en 6-11 ans et 24 en 26-31, contre 18 et 16 en 41-46 ans et 61-66 ans), alors qu'au contraire les nombres minimum et moyen de bryophytes varient peu selon l'âge des taillis.

---

(1) Selon l'expression $F = \frac{1}{C} \cdot (n \text{ Log } S^2 - \Sigma_{nk} \text{ Log } S_k^2)$

avec $C = [1 + \frac{1}{3\ (k-1)} \cdot \frac{1}{n} + \ldots \frac{1}{nk} - \frac{1}{n})]$

où F se distribue selon la loi du χ^2

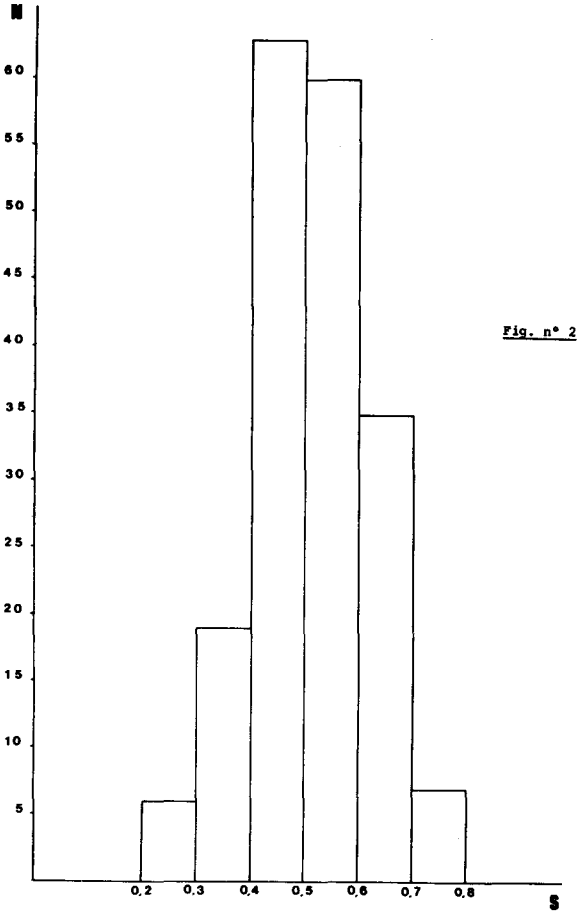


Fig. n° 2 - Distribution des valeurs du coefficient de similitude pour les 20 relevés effectués dans les taillis de chêne vert (forêt domaniale de la Gardiole de Rians).

n = nombre de paires de relevés,
S = coefficients de similitude.

Classes d'âge des taillis (ans)	6-11		26-31		41-46		61-66		Ensemble	
Nombre d'espèces par relevé										
ROCHE ET SOL CONFONDUS										
	A		A		A		A		A	
Maximum	22		24		18		16		24	
Minimum	10		11		10		13		10	
Moyenne	16,0		14,2		13,4		14,8		14,6	
ROCHE										
	A	B	A	B	A	B	A	B	A	B
Maximum	19	12	22	17	18	11	15	9	22	17
Minimum	8	3	7	1	9	3	10	8	7	1
Moyenne	13,4	8,0	12,2	8,2	12,6	7,4	13,2	8,4	12,8	8,0
SOL										
Maximum	7	5	5	4	6	3	6	1	7	5
Minimum	3	0	0	0	1	1	0	0	0	0
Moyenne	4,6	3,2	3,4	1,8	2,8	1,8	3,0	0,4	3,4	1,8

Tableau n° 8 - Variation du nombre d'espèces de bryophytes par relevé dans les taillis de chêne vert d'âge différent (forêt domaniale de la Gardiole de Rians). A : surface de mesure + inventaire, B : surface de mesure seule.

Les mêmes remarques s'appliquent en outre à la roche considérée isolément (aussi bien en A : surface de mesure et inventaire qu'en B : surface de mesure seule) dont la strate muscinale est beaucoup plus riche (nombre maximum d'espèces par relevé : 22 en A et 17 en B, nombre minimum : 7 en A et 1 en B, nombre moyen : 12,8 et 8) que celle du sol (nombre maximum d'espèces par relevé : 7 en A et 5 en B, nombre minimum : 0, nombre moyen : 3,4 et 1,8) pour laquelle aucune variation numérique notoire n'est décelable dans le temps (on observe seulement une légère diminution du nombre moyen d'espèces par relevé en A et B).

III - DYNAMIQUE DU PEUPLEMENT BRYOPHYTIQUE DES TAILLIS DE CHENE VERT DANS LA FORET DOMANIALE DE LA GARDIOLE DE RIANS

III.1 - EVOLUTION DU RECOUVREMENT EN FONCTION DE L'AGE DES TAILLIS ET DE L'EXPOSITION DES STATIONS EN B (SURFACE DE MESURE SEULE : TABLEAUX N° 9 ET 10, FIGURES N° 3 ET 4)

Les yeuseraies étudiées sont implantées sur substrat très rocailleux ; ainsi, la roche nue apparente occupe en moyenne 2,37 % de la surface de mesure (maximum 6,67 % en 6-11 ans, minimum 0,52 % en 61-66 ans). Le recouvrement des parties aériennes de *Quercus ilex* est globalement très élevé (en moyenne 86,2 % de la surface de mesure, maximum 95 % dans les deux classes d'âge intermédiaire, minimum 60 % en 6-11 ans et 61-66 ans). Cependant, il est un peu plus faible dans les peuplements les plus jeunes (en moyenne 79 % en 6-11 ans contre 82 à 92 % dans les autres classes d'âge). L'aire occupée par les troncs, au ras du sol, représente en moyenne 0,47 % de la surface de mesure, au maximum 1,04 % en 61-66 ans, au minimum 0,02 % en 6-11 ans et tend à augmenter avec le temps (moyenne 0,15 % en 6-11 ans contre 0,44 à 0,63 % dans les autres classes d'âge). Enfin, le recouvrement de la litière est très important (en moyenne 94,24 %, maximum 98,31 % en 41-46 ans, minimum 85,48 % en 6-11 ans). Il est toutefois un peu plus faible en 6-11 ans (90,63 % en moyenne), en raison de la présence d'arbres jeunes à couvert aérien moins dense et produisant moins de litière, que dans les parcelles plus âgées où il atteint la valeur de 95 %. Des valeurs légèrement inférieures apparaissent également aux expositions les plus humides (dominante N ou E, tableau n° 10), peut-être du fait de conditions plus propices à la décomposition de la matière organique, du moins dans les premières années, lorsque l'épaisseur de la couche de feuilles mortes est encore assez réduite. Il semblerait donc que c'est dans les taillis les plus récents localisés en ubac ou dans les fonds de vallons que les bryophytes disposent de plus de place pour s'installer, alors que dans les stations sèches, l'effet litière est considérable.

Bien entendu, les différences évoquées plus haut sont minimes (seulement quelques %) et la litière représente un facteur limitant de tout premier ordre qui, combiné à l'extrême xéricité du milieu, notamment en adret, permet d'expliquer les valeurs très basses du recouvrement muscinal, lequel est toujours plus important au niveau des rochers, où les feuilles mortes ne s'accumulent pas (en moyenne 3,48 %, maximum 12,73 % en 6-11 ans, minimum 1,12 % en 61-66 ans), que sur le sol (en moyenne 0,43 %, maximum 2,70 % en 6-11 ans, minimum 0 % en 61-66 ans).

En outre, si l'on considère le recouvrement muscinal moyen sur l'ensemble de la surface de mesure (roche et sol confondus) on observe une décroissance sensible (tableau n° 10, figure n° 4) en passant des expositions les plus humides (5,25 % en dominante N, 5,13 % en dominante E) aux plus sèches (3,37 % en W et 2,26 % en S), ce qui nous a conduits à ne pas prendre en considération les résultats de la classe d'âge 26-31 ans pour laquelle 80 % des relevés se trouvent en exposition à dominante sud.

Le recouvrement muscinal moyen diminue alors lorsque l'âge des taillis augmente (tableau n° 9, figure n° 3 : 7,53 % en 6-11 ans et 2,32 % en 61-66 ans), les plus anciens étant pratiquement dépourvus de bryostrate sur le sol proprement dit (en moyenne 0,06 % en 61-66 ans), entièrement recouvert par la litière (les muscinées ne subsistent ici qu'à la base des troncs et sur les rochers).

	Classes d'âge des taillis (ans)				
	6-11	26-31	41-46	61-66	Ensemble
Recouvrement (% de la surface de mesure)					
- *Quercus ilex*					
Arbres					
- Parties aériennes (évalué)					
Maximum	90	95	95	90	95
Minimum	60	90	90	60	60
Moyenne	79,00	92,00	92,00	82,00	86,25
- Aire occupée par les troncs au ras du sol. (% de la surface de mesure)					
Maximum	0,29	0,61	0,85	1,04	1,04
Minimum	0,017	0,30	0,37	0,14	0,017
Moyenne	0,153	0,436	0,630	0,570	0,468
Recouvrement (% de la surface de mesure)					
- Litière (mesuré)					
Maximum	97,54	97,98	98,31	96,79	98,31
Minimum	85,48	91,34	92,43	93,51	85,48
Moyenne	90,63	95,22	95,43	95,67	94,24
- Roche nue (mesuré)					
Maximum	6,67	3,96	-	3,25	6,67
Minimum	0,99	1,54	-	0,52	0,52
Moyenne	2,96	2,72	-	1,67	2,37
Recouvrement muscinal (mesuré)					
- Sur roche					
Maximum	12,73	4,15	5,60	2,96	12,73
Minimum	2,38	0,003	1,21	1,12	0,003
Moyenne	6,65	1,51	3,50	2,26	3,48
- Sur sol					
Maximum	2,70	0,15	1,97	0,28	2,70
Minimum	0	0	0,02	0	0
Moyenne	0,88	0,10	0,69	0,06	0,43
Roche + sol					
Maximum	13,27	4,30	7,57	3,24	13,27
Minimum	2,46	0,13	1,25	1,12	0,13
Moyenne	7,53	1,61	4,18	2,32	3,91

Tableau n° 9 - Variation du recouvrement (arbres, litière, roche nue, bryophytes) dans les taillis de chêne vert d'âge différent (forêt domaniale de la Gardiole de Rians).

	EXPOSITION DES STATIONS DE MESURE				
	N,NE,NNW	E, ENE	W	S,SE,SW	Ind.
Recouvrement (% de la surface de mesure)					
Litière de *Quercus ilex*					
Maximum	96,79	97,54	96,02	98,31	97,89
Minimum	85,48	87,75	95,24	93,63	92,43
Moyenne	91,74	93,21	95,63	95,94	95,16
Muscinal					
- Sur roche					
Maximum	12,73	8,26	2,89	4,71	5,60
Minimum	1,12	2,38	2,77	0,003	1,21
Moyenne	5,09	4,39	2,83	2,01	3,40
- Sur sol					
Maximum	0,54	2,70	1,09	1,23	1,97
Minimum	0	0,02	0	0	0,04
Moyenne	0,16	0,74	0,54	0,25	1,00
- Roche + sol					
Maximum	13,27	10,96	3,98	5,69	7,57
Minimum	1,12	2,46	2,77	0,13	1,25
Moyenne	5,25	5,13	3,37	2,26	4,41

Tableau n° 10 - Répartition des valeurs du recouvrement de la litière et des bryophytes selon l'exposition des taillis de chêne vert (forêt domaniale de la Gardiole de Rians).

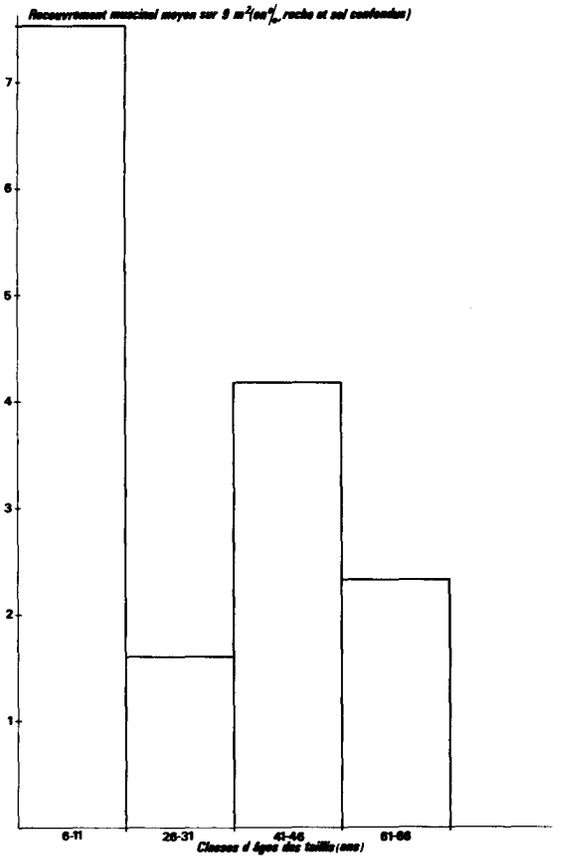


Fig. 3 - Evolution des valeurs du recouvrement muscinal moyen (roche et sol confondus) selon l'âge des taillis de chêne vert (forêt domaniale de la Gardiole de Rians).

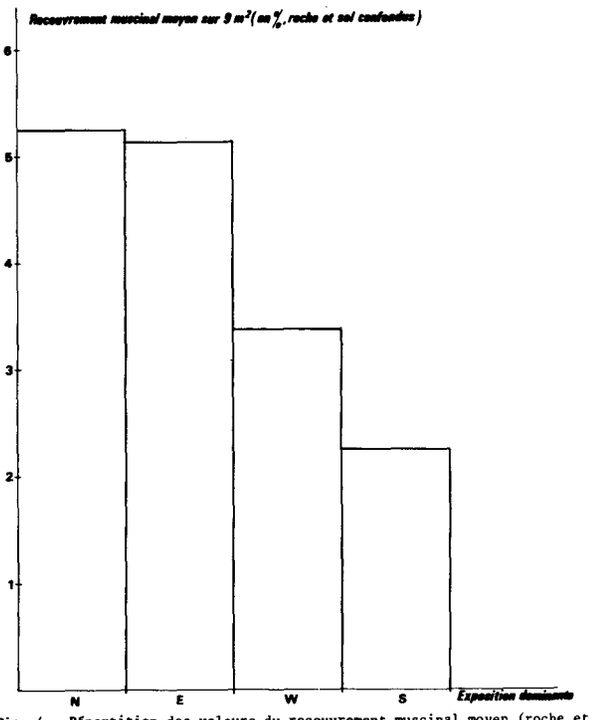


Fig. 4 - Répartition des valeurs du recouvrement muscinal moyen (roche et sol confondus) selon l'exposition des taillis de chêne vert (forêt domaniale de la Gardiole de Rians).

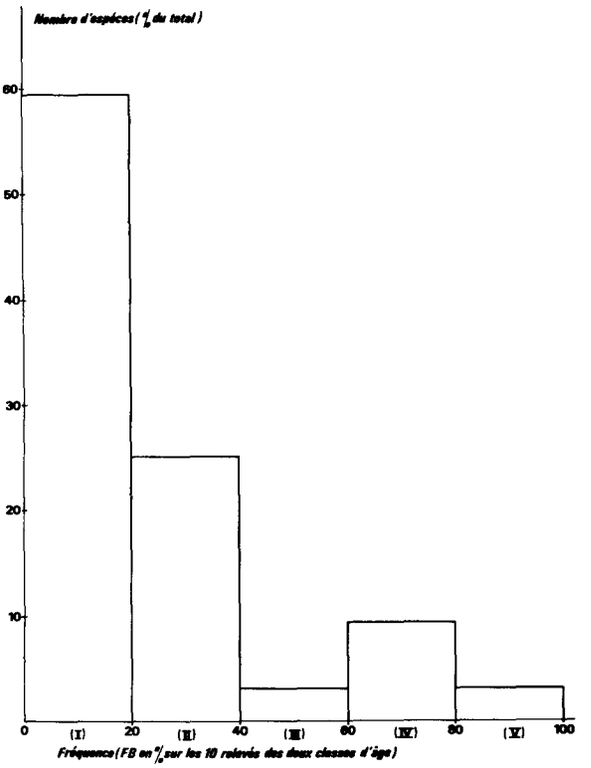


Fig. 5 - Diagramme des fréquences de Raunkiaer : classes d'âge 6-31 ans, roche et sol confondus, surface de mesure seule (B).

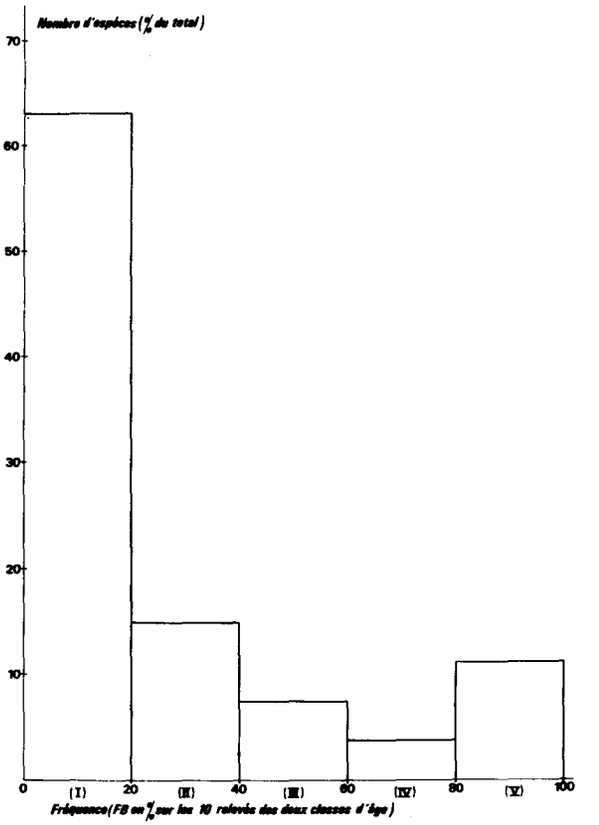


Fig. 6 - Diagramme des fréquences de Raunkiaer : classes d'âge 41-66 ans, roche et sol confondus, surface de mesure seule (B).

III.2 - FREQUENCE ET DOMINANCE DES COMPOSANTES DU PEUPLEMENT BRYOPHYTIQUE DES TAILLIS DE CHENE VERT D'AGE DIFFERENT

III.2.1 - Diagrammes des fréquences de Raunkiaer (figures n° 5 et 6)

Les diagrammes des fréquences établis pour les classes d'âge regroupées deux à deux (roche et sol confondus, surface de mesure seule) ont une allure tout à fait comparable et ne permettent pas de mettre en évidence des différences importantes entre les relevés ; tout au plus peut-on remarquer que les résultats obtenus pour l'ensemble 6-31 ans font apparaître une légère hétérogénéité, avec une distribution des nombres d'espèces telle que I > II > III < IV > V, au lieu de I > II > III > IV < V pour l'ensemble 41-66 ans. Ainsi, dans les taillis d'âge différent, les muscinées ayant une fréquence très faible (0-20 % des relevés) ou faible (21-40 %) sont de loin les plus nombreuses.

III.2.2 - Variation de la fréquence et de la dominance des bryophytes selon l'âge des taillis de chêne vert

Pour le calcul de la fréquence (FB : nombre de relevés où l'espèce est présente/ensemble des 10 relevés des deux classes d'âge en %) (1) et de la dominance moyenne des muscinées (Dm : somme des valeurs de la dominance de l'espèce, exprimée en % de la surface totale occupée par les bryophytes dans chaque relevé/10), nous n'avons considéré que les surfaces de mesure (B), pour lesquelles nous parvenons à un total de 37 espèces, dont 27 (≃ 73 %) n'ont été rencontrées que sur la roche, 4 (10,8 %) que sur le sol et 6 (16,2 %) à la fois sur la roche et le sol.

III.2.2.1 - Espèces uniquement rencontrées sur la roche (tableau n° 11)

Seul *Homalothecium sericeum*, mousse à très large amplitude écologique, possède à la fois une fréquence et une dominance moyenne très importantes, les valeurs augmentant, ou du moins demeurant élevées dans le temps (FB = 80 % en 6-31 ans et 100 % en 41-66 ans, Dm=21,01 % et 17,54 %[2]). Il en est presque de même pour *Tortella nitida*, photophile et xérophile, à forte vitalité dans la dition (FB = 40 % et 60 %, Dm = 1,91 % et 2,79 %) et à un degré moindre pour *Orthotrichum anomalum*, *Grimmia pulvinata* var. *pulvinata* (photophiles et xérophiles) ou pour *Schistidium apocarpum* var. *apocarpum* (très large amplitude écologique), dont la fréquence est rarement inférieure à 60 %, alors que la dominance moyenne demeure très faible (<1) dans les deux ensembles de classes d'âge.

Quelques bryophytes ont une fréquence ≤ 40 % et l'on note soit un accroissement (Dm passe de 1,08 % à 4,07 % pour *Pterogonium gracile*, photophile et xérophile, de 0,23 % à 2,81 % et de 0 à 2,75 % pour *Brachythecium velutinum* et *Campylium calcareum*, mésophiles, de 0,41 % à 1,02 % pour *Radula complanata*, indifférente), soit au contraire une diminution des valeurs de la dominance moyenne, lorsque l'âge des taillis de chêne vert augmente (Dm passe de 2,14 % à 0,80 % et de 1,11 % à 0 pour les mésophiles *Homalothecium fallax* et *Eurhynchium striatulum*).

Enfin, la grande majorité des espèces (12 photophiles et xérophiles, 2 mésophiles et une espèce à très large amplitude écologique) ont à la fois une fréquence ≤ 20 % (rarement 30 %) et une dominance moyenne < 1 % dans toutes les classes d'âge, les valeurs des deux variables étant d'ailleurs décroissantes dans le temps pour beaucoup de ces mousses et en particulier pour les photoxérophiles telles que *Grimmia trichophylla*, *Tortula ruralis* var. *calcicola*, *Leptodon smithii*, *Grimmia orbicularis* et *Leucodon sciuroides* ainsi que pour la mésophile *Didymodon sinuosus*.

---

(1) Dans les tableaux n° 11, 12 et 13, nous donnons également, à titre indicatif, la fréquence de l'espèce en A (FA : surface de mesure + inventaire).

(2) Cette légère diminution de la dominance moyenne en 41-66 ans est probablement en rapport avec la concurrence d'*Hypnum cupressiforme* var. *cupressiforme*.

Classes d'âge des taillis (ans) / %	F	6-31 F	6-31 Dm	41-66 F	41-66 Dm	Variation/âge F	Variation/âge Dm
	A	B		B		B	
Espèces							
- Photophiles et xérophiles							
Orthotrichum anomalum	85	80	0,11	70	0,20	↙	?
Grimmia pulvinata var. *pulvinata*	80	60	0,38	60	0,55	=	=
Tortella nitida	75	40	1,91	60	2,79	↘	↘
Grimmia trichophylla	25	20	0,23	10	0,04	↙	↙
Tortula ruralis var. *calcicola*	15	20	0,64	0	0	↙	↙
Leptodon smithii	20	20	0,97	0	0	↙	↙
Grimmia orbicularis	15	20	0,03	0	0	↙	↙
Frullania dilatata	40	20	0,84	20	0,10	=	↙
Tortula muralis var. *muralis*	50	20	0,01	30	0,10	↘	?
Tortula intermedia	15	20	0,02	10	0,10	↘	?
Pterogonium gracile	20	10	1,08	20	4,07	↘	↗
Scorpiurium circinatum	25	10	0,08	10	0,26	=	?
Orthotrichum cupulatum var. *cupulatum*	25	10	0,002	10	0,06	=	?
Leucodon sciuroides	10	10	0,74	0	0	↙	↙
Tortula laevipila var. *laevipila*	15	0	0	10	0,05	↘	↘
Eurhynchium meridionale	35	0	0	10	0,14	↘	↘
- Mésophiles							
Homalothecium fallax	45	40	2,14	20	0,80	↙	↙
Brachythecium velutinum	60	30	0,23	30	2,81	=	↘
Eurhynchium striatulum	20	20	1,11	0	0	↙	↙
Tortella tortuosa	20	10	0,70	20	0,26	↘	↙
Didymodon sinuosus	20	10	0,14	0	0	↙	↙
Campylium calcareum	15	0	0	10	2,75	↘	↘
- A très large amplitude écologique							
Homalothecium sericeum	100	80	21,01	100	17,54	↙	↙
Schistidium apocarpum var. *apocarpum*	95	40	0,62	90	0,77	↙	?
Radula complanata	50	40	0,41	40	1,02	=	↗
Campylium chrysophyllum	5	0	0	10	0,25	↗	↗
- Autres espèces							
Tortula sp.	5	0	0	10	0,08	↗	↗

Tableau n° 11 - Variation de la fréquence et de la dominance moyenne des bryophytes rencontrées uniquement sur la roche en fonction de l'âge des taillis de chêne vert dans la forêt domaniale de la Gardiole de Rians.

F = Fréquence (nombre de relevés dans lesquels l'espèce a été rencontrée exprimé en % du nombre total de relevés).
en A (surface de mesure + inventaire : FA en % du total de relevés = 20)
en B (surface de mesure seule : FB en % du total des relevés réalisés pour chaque ensemble de 2 classes d'âge = 10).

Dm = dominance moyenne de l'espèce dans les classes d'âge considérées deux à deux (Somme des valeurs de la dominance de l'espèce, exprimée en % de la surface totale occupée par les bryophytes dans chaque relevé / 10).

Classes d'âge des taillis (ans) / %	F	6-31 F	6-31 Dm	41-66 F	41-66 Dm	Variation/âge F	Variation/âge Dm
	A	B		B		B	
Espèces							
- Photophiles et xérophiles							
Homalothecium aureum	5	10	0,41	0	0	↙	↙
Weissia controversa var. *controversa*	10	10	0,08	0	0	↙	↙
- Mésophiles							
Homalothecium lutescens	35	30	1,74	10	0,21	↙	↙
- Autres espèces							
Bryum sp.	5	10	9,59	0	0	↙	↙

Tableau n° 12 - Variation de la fréquence (F) et de la dominance moyenne (Dm) des bryophytes rencontrées uniquement sur le sol en fonction de l'âge des taillis de chêne vert dans la forêt domaniale de la Gardiole de Rians (FA, FB et Dm calculés comme au tableau n° 11)

III.2.2.2 - Espèces uniquement rencontrées sur le sol proprement dit (tableau n° 12)

Le sol des taillis d'Yeuse est peu propice à l'installation et au maintien des bryophytes terricoles en raison de l'effet litière et, à un degré moindre, de la concurrence de quelques rares ubiquistes tels qu'*Hypnum cupressiforme* var. *cupressiforme*. Ainsi, seul *Homalothecium lutescens* (mésophile) se rencontre dans les deux ensembles de classes d'âge ; toutefois, cette espèce est peu constante (FB = 30 % en 6-31 ans, 10 % en 41-66 ans), et la valeur de sa dominance moyenne décroit avec le temps (Dm passe de 1,74 % à 0,21 %). Enfin, *Homalothecium aureum* et *Weissia controversa* var. *controversa*, rares (FB = 10 %) et jamais dominants (Dm < 1 %) en 6-31 ans disparaissent totalement dans l'ensemble 41-66 ans.

III.2.2.3 - Espèces présentes à la fois sur la roche et le sol (tableau n° 13)

Il s'agit exclusivement de mousses, avec une seule espèce à très large amplitude écologique pour laquelle les valeurs de la fréquence et de la dominance augmentent globalement (roche et sol confondus) avec l'âge des taillis alors que, dans les mêmes conditions, cette variation est négative pour les autres (3 mésophiles et 2 photoxérophiles).

Hypnum cupressiforme var. *cupressiforme*, dont l'aire de répartition mondiale est très vaste et dont la plasticité écologique est bien connue est à la fois constant et dominant sur la roche (FB = 90 % en 6-31 ans et 100 % en 41-66 ans, Dm = 41,41 % et 57,76 %) et à un degré moindre sur le sol (FB = 40 % en 6-31 ans et 60 % en 41-66 ans) où sa dominance moyenne est près de 10 fois plus faible dans chaque ensemble de classes d'âge, à cause de l'effet litière.

Cette Hypnacée à forte vitalité concurrence donc sérieusement toutes les autres bryophytes qui sont toujours discrètement représentées (FB $\leq$ 30 %, Dm < 1 %). Toutefois, *Tortella humilis*, Pottiacée mésophile et humicole atteint sur le sol une fréquence et une dominance moyenne élevées dans les taillis plus jeunes (FB = 80 %, Dm = 6,78 % en 6-31 ans), ces valeurs diminuant ensuite de façon considérable (FB = 20 % et Dm = 1,09 % en 41-66 ans) ; en outre, cette espèce ne joue qu'un rôle très accessoire sur la roche (fissures : en 6-31 ans et 41-66 ans FB = 20 %, Dm = 0,16 % et 0,06 %).

IV - CONCLUSION

L'étude comparée, en forêt domaniale de la Gardiole de Rians (Var), du peuplement bryophytique de taillis de chêne vert implantés sur sol rocailleux calcaire et appartenant à quatre classes d'âge (6-11, 26-31, 41-46 et 61-66 ans) a montré que globalement (surface de mesure et inventaire, roche et sol, toutes classes d'âge confondues), la proportion de muscinées photoxérophiles est importante (51,1 % du total d'espèces) mais tend à décroître avec le temps (-14,3 % entre 61-66 ans et 6-11 ans), alors que les mésophiles augmentent au contraire (+ 11,6 % et 31,1 % du total), les espèces à très large amplitude écologique demeurant pour leur part à peu près au même niveau (+2,7 % entre 61-66 ans et 6-11 ans et 13,3 % du total). Ces fluctuations, bien que légères, sont probablement en rapport avec un éclairement plus faible et une humidité plus élevée dans les yeuseraies plus anciennes. Toutefois, nous n'avons pu éviter une certaine variabilité de l'exposition des stations, facteur qui semble avoir plus d'influence sur les résultats obtenus, que l'âge des taillis lui-même (de toute façon, l'intervalle de temps qui nous a été proposé pour cette étude, est trop court), ainsi que l'a montré l'analyse statistique de la distribution des valeurs du coefficient de similitude des relevés.

La supériorité numérique du groupe des saxicoles (64,4 % du nombre total d'espèces, avec une augmentation de + 10,5 % entre 61-66 ans et 6-11 ans) sur les terricoles (11,1 %) dont l'effectif diminue dans le temps (- 13 %) est la conséquence de l'effet litière. En effet, la litière peut occuper à la longue une place considérable (en moyenne 95,67 % de la surface de mesure et jusqu'à 96,79 % en 61-66 ans), la strate muscinale ne subsistant alors que sur les rochers, où les feuilles mortes ne s'accumulent pas, les cryptogames très spécialisées (saxicoles) ou peu exigeantes vis-à-vis du type de substrat (17,8 % d'indifférentes) étant évidemment favorisées. On observe d'ailleurs, compte tenu des différences dans l'exposition, une diminution constante du recouvrement muscinal moyen dans le temps (7,53 % de la surface de mesure en 6-11 ans et 2,32 % en 61-66 ans).

En outre, la surreprésentation des mousses (93,3 % du total) par rapport aux hépatiques, de même que le fort pourcentage d'Acrocarpes (48,89 %) traduisent d'une part la xéricité accusée du pédo-

Classes d'âge des taillis (ans) / %	Sol + roche conf. F	6-31 Roche F	6-31 Roche Dm	6-31 Sol F	6-31 Sol Dm	6-31 Roche+sol confondus F	6-31 Roche+sol confondus Dm	41-66 Roche F	41-66 Roche Dm	41-66 Sol F	41-66 Sol Dm	41-66 Roche+sol confondus F	41-66 Roche+sol confondus Dm	Variation/âge (roche + sol confondus) F	Variation/âge (roche + sol confondus) Dm
	A	B		B		B		B		B		B		B	B
Espèces															
- Photophiles et xérophiles															
Pleurochaete squarrosa	45	30	0,86	20	0,03	20	0,89	20	0,24	0	0	10	0,24	↗	↗
Rhynchostegium megapolitanum	25	10	0,05	30	0,28	15	0,33	0	0	10	0,05	5	0,05	↗	↗
- Mésophiles															
Tortella humilis	85	20	0,16	80	6,78	40	6,94	20	0,06	20	1,09	15	1,15	↗	↗
Fissidens cristatus	35	10	0,03	20	0,06	10	0,09	0	0	0	0	0	0	↗	↗
Rhynchostegium confertum	50	20	0,70	0	0	10	0,70	0	0	10	0,04	5	0,04	↗	↗
- A très large amplitude écologique															
Hypnum cupressiforme var. *cupressiforme*.	100	90	41,41	40	4,08	45	45,49	100	57,76	60	5,83	50	63,59	↗	↗

Tableau n° 13 - Variation de la fréquence (F) et de la dominance moyenne (Dm) des bryophytes rencontrées à la fois sur la roche et le sol, en fonction de l'âge des taillis de chêne vert dans la forêt domaniale de la Gardiole de Rians (FA, FB et Dm calculés comme au tableau n° 11).

	ROCHE							SOL						
	6-31 ans			41-66 ans				6-31 ans				41-66 ans		
	Espèces			Espèces				Espèces				Espèces		
	Px. n(%)	Me. n(%)	T.L.A.E. n(%)	Px. n(%)	Me. n(%)	T.L.A.E. n(%)	Au. n(%)	Px. n(%)	Me. n(%)	T.L.A.E n(%)	Au. n(%)	Px. n(%)	Me. n(%)	T.L.A.E. n(%)
F(B) : 0-20 %														
Dm (%) < 1	11(68,7)	5(62,5)		8(61,5)	3(60)	1(20)	1(100)	3(75)	1(33,33)			1(100)	2(66,7)	
Dm (%) de 1 à 10	1(6,2)	1(12,5)		1(7,7)	1(20)						1(100)		1(33,3)	
F(B) : 21-40 %														
Dm (%) < 1	1(6,2)	1(12,5)	2(50)	1(7,7)				1(25)						
Dm (%) de 1 à 10	1(6,2)	1(12,5)			1(20)	1(20)			1(33,33)	1(100)				
F(B) : 41-60 %														
Dm (%) < 1	1(6,2)			1(7,7)										
Dm (%) de 1 à 10				1(7,7)										1(100)
F(B) : 61-80 %														
Dm (%) < 1	1(6,2)			1(7,7)										
Dm (%) de 1 à 10									1(33,33)					
Dm (%) >10			1(25)											
F(B) : 81-100 %														
Dm (%) < 1						1(20)								
Dm (%) > 10			1(25)			2(40)								
TOTAL	16	8	4	13	5	5	1	4	3	1	1	1	3	1
%	57,1	28,6	14,3	54,2	20,8	20,8	4,2	44,4	33,3	11,1	11,1	20,0	60,0	20,0

Tableau n° 14 - Répartition du nombre de bryophytes photoxérophiles (Px.), mésophiles (Me.) et à très large amplitude écologique (T.L.A.E.), selon les valeurs limites de la fréquence et de la dominance moyenne (surface de mesure seule, roche et sol considérés séparément) dans des taillis de chêne vert appartenant à deux ensembles de classes d'âge (forêt domaniale de la Gardiole de Rians, FB et Dm calculés comme au tableau n° 11).

climat et d'autre part le faible degré de maturation de l'écosystème chêne vert dans la dition, ce qui est normal en seulement 66 ans.

Enfin, le fond de la végétation bryophytique de ces yeuseraies se compose d'espèces à distribution mondiale vaste (cosmopolites + subcosmopolites : 20 % du total, circumboréales : 26,67 % , euryméditerranéennes : 20 %, méditerranéennes-atlantiques : 17,8 %), répandues soit dans l'étage méso-méditerranéen (42,2 %), soit à la fois dans le méso- et le supraméditerranéen (31,1 %), avec seulement 8,9 % de muscinées à tendance orophile.

En ce qui concerne la fréquence (FB) et la dominance moyenne (Dm) des espèces sur 9 m^2 (tableau n° 14), on constate que pour la roche, et ceci quelle que soit la classe d'âge considérée, les bryophytes à FB (0 à 20 %) et Dm (< 1) très faibles sont de loin les plus nombreuses puisqu'en 6-31 ans et 41-66 ans elles représentent respectivement 68,7 % et 61,5 % du total des photoxérophiles ainsi que 62,5 % et 60 % des mésophiles, alors que seulement deux mousses à très large amplitude écologique sont à la fois constantes et dominantes sur la roche dans les deux ensembles de classes d'âge (successivement FB : 90 % et 100 %, Dm : 41,41 % et 57,76 % pour *Hypnum cupressiforme* var. *cupressiforme* et FB : 80 % et 100 %, Dm : 21,01 % et 17,54 % pour *Homalothecium sericeum*).

Quant au sol proprement dit, il est très pauvre en bryophytes dont la plupart ont une fréquence et une dominance moyenne très basses (en 6-31 ans FB $\leq$ 40 % et Dm < 2 pour 66,7 % des espèces, en 41-66 ans FB $\leq$ 20 % et Dm < 1 pour 60 % des espèces), du fait de l'effet litière et de la concurrence d'*Hypnum cupressiforme* var. *cupressiforme* pour lequel, de 6-31 ans à 41-66 ans FB passe de 40 à 60 % et Dm de 4,08 % à 5,83 %.

Ainsi, le peuplement bryophytique de ces taillis, bien qu'encore assez riche et diversifié, en raison de leur âge récent, ne nous semble pas avoir beaucoup d'avenir. Nous pensons que, si rien ne vient éliminer le chêne vert, ou du moins le supplanter, ce qui subsiste actuellement sur les cailloutis des yeuseraies les plus anciennes finira par disparaître sous l'accumulation des feuilles mortes au bout de 150 à 200 ans. De toute façon, la xéricité du milieu ambiant (saison sèche estivale, action des vents, roche mère calcaire) et l'effet litière interdisent l'évolution vers des écosystèmes forestiers moussus à dominance de Pleurocarpes, comme on en observe couramment en Europe atlantique ou moyenne et aux étages montagnard et subalpin des reliefs.

Liste des bryophytes citées (nomenclature conforme à CORLEY et al., 1981 et à SMITH, 1978 : taxons infraspécifiques, pour les mousses, et à GROLLE (1983) pour les hépatiques)

Mousses

Brachythecium velutinum (Hedw.) B., S. et G.
Bryum canariense Brid. var. *provinciale* (Philib.) Husn.
Bryum capillare Hedw. var. *capillare*
Campylium calcareum Crundw. et Nyh.
Campylium chrysophyllum (Brid.) J. Lange
Didymodon sinuosus (Mitt.) Delogne
Eurhynchium meridionale (B., S. et G.) De Not.
Eurhynchium striatulum (Spruce) B., S. et G.
Fissidens cristatus Wils. ex Mitt.
Grimmia orbicularis Bruch ex Wils.
Grimmia pulvinata (Hedw.) Sm. var. *pulvinata*
Grimmia trichophylla Grev.
Homalothecium aureum (Spruce) Robins.
Homalothecium fallax (Philib.) Delogne
Homalothecium lutescens (Hedw.) Robins.
Homalothecium sericeum (Hedw.) B., S. et G.
Hypnum cupressiforme Hedw. var. *cupressiforme*
Isothecium alopecuroides (Dubois) Isov.
Leptodon smithii (Hedw.) Web. et Mohr
Leucodon sciuroides (Hedw.) Schwaegr.
Neckera complanata (Hedw.) Hüb.
Orthotrichum anomalum Hedw.
Orthotrichum cupulatum Brid. var. *cupulatum*
Orthotrichum diaphanum Brid.
Pleurochaete squarrosa (Brid.) Lindb.
Pterogonium gracile (Hedw.) Sm.
Rhynchostegiella tenella (Dicks.) Limpr. var. *tenella*
Rhynchostegium confertum (Dicks.) B., S. et G.
Rhynchostegium megapolitanum (Web. et Mohr) B., S. et G.
Schistidium apocarpum (Hedw.) B. et S. var. *apocarpum*
Scorpiurium circinatum (Brid.) Fleisch. et Loeske
Tortella humilis (Hedw.) Jenn.
Tortella nitida (Lindb.) Broth.
Tortella tortuosa (Hedw.) Limpr.
Tortula intermedia (Brid.) De Not.
Tortula laevipila (Brid.) Schwaegr. var. *laevipila*
Tortula muralis Hedw. var. *muralis* (incl. fo. *incana* Sapehin)
Tortula princeps De Not.
Tortula ruralis (Hedw.) Gaertn. Meyer et Scherb. var. *calcicola* (Amann) Barkm.
Weissia controversa Hedw. var. *controversa*

Hépatiques

Frullania dilatata (L.) Dum.
Radula complanata (L.) Dum.
Reboulia hemisphaerica (L.) Raddi

BIBLIOGRAPHIE

BARTLETT M.S. (1938). Further aspect of multiregression.
Proc. Cambridge philos. Soc.,34 : 33-40.

CORLEY M.F.V., CRUNDWELL A.C., DULL R., HILL M.O. et SMITH A.J.E. (1981). Mosses of Europe and the Azores ; an annotated list of species, with synonyms from the recent literature.
Journ. of Bryology, 11, 4 : 609-689.

GOUNOT M. (1969). Méthodes d'étude quantitative de la végétation.
Masson et cie éd.,Paris : 314 p.

GROLLE R. (1983). Hepatics of Europe including the Azores : an annotated list of species, with synonyms from the recent literature.
Journ. of Bryology, 12, 3 : 403-459.

HEBRARD J.P. (1973). Etude des bryoassociations du Sud-Est de la France et de leur contexte écologique.
Thèse Doct. Etat, Marseille, tome I:422 p., Tome II : 75 tabl., 17 pl.

HEBRARD J.P. (1984). Contribution à l'étude du peuplement bryophytique des pinèdes de pin d'Alep sur substrat calcaire dans les Bouches-du-Rhône et le Var sud-occidental.
Ecologia Mediterranea, 10, 1-2 : 183-203, 3 tabl., 4 fig.

LECOINTE A. (1979). Intérêts phytogéographiques de la bryoflore normande : 1 - Les cortèges cosmopolite et méditerranéen S.L.
Bull. Soc. Linn. Normandie, 107 : 61-70 , 1 fig.

LECOINTE A. (1981 a). Intérêts phytogéographiques de la bryoflore normande : 2 - le cortège atlantique S.L.
Bull. Soc. Linn. Normandie, 108 : 51-60, 1 tabl.

LECOINTE A. (1981 b). Intérêts phytogéographiques de la bryoflore normande : 3 - le cortège circumboréal S.L.
Bull. Soc. Linn. Normandie, 109 : 55-66, 1 tabl.

LOISEL R. (1976). La végétation de l'étage méditerranéen dans le sud-est continental français.
Thèse Doct. Etat, Marseille, tome I : 384 p. + 28 p., tome II : 3 p., 91 tabl., 24 fig., 16 pl. de diagrammes.

MIGLIORETTI F. (1983). Phytoécologie des peuplements à *Quercus ilex* L. et *Quercus pubescens* Willd. en Gardiole de Rians (Var). Approche méthodologique pour évaluer la phytomasse des taillis de chêne-vert. Thèse Doct. 3ème cycle, Marseille, tome I : 90 p., tome II : 16 p., 14 tabl., 25 fig.

OZENDA P. (1966). Perspectives nouvelles pour l'étude phytogéographique des Alpes du Sud. *Doc. Carte Vég. des Alpes*, 4 : 198 p., 1 carte hors texte.

OZENDA P. (1975). Sur les étages de végétation dans les montagnes du bassin méditerranéen.
Doc. Cartogr. Ecol., 16 : 1-32, 19 fig.

OZENDA P. et WAGNER H. (1975). Les séries de végétation de la chaine alpine et leurs équivalences dans les autres systèmes phytogéographiques.
Doc. Cartogr. Ecol., 16 : 49-64, 1 fig.

SLACK N.G. (1977). Species diversity and community structure in Bryophytes : New York state studies.
New York State Museum, Bull. 428 : 76 p., 9 tabl., 30 fig., 40 phot.

SMITH A.j.E. (1978). The moss flora of Britain and Ireland.
University Press éd., Cambridge : 706 p.

ECOLOGIA MEDITERRANEA - Tome XI (Fascicule 2/3) 1985

A new syntaxon from Central Anatolia

A. AKMAN ★
O. KETENOĞLU ★
P. QUEZEL ★★

RESUME - Les auteurs decrivent une nouvelle ordre ONOBRYCHO ARMENI - THYMETALIA LEUCOSTOMI forme au moyen des associations steppiques dans la partie nord d' Anatolie Centrale. Cette ordre se rapporte à la classe des ASTRAGALO - BROMETEA Quezel I973 de la surclasse DAPHNO - FESTUCETALES Quezel I972.

SUMMARY - A new order ONOBRYCHO ARMENI - THYMETALIA LEUCOSTOMI formed by steppe communities in the northern half of the Central Anatolia Peninsula has been created by the authors. The order was included in the class ASTRAGALO - BROMETEA Quezel I973 of the superclass DAPHNO - FESTUCETALES Quezel I972 which mainly comprises the natural grasslands of the Balkan Peninsula.

Key words - Phytosociology, Syntaxonomy, Synecology, Astragalo-Brometea, Central Anatolia, Turkey

INTRODUCTION

This study constitutes one of the succesive works on the vegetation of the Central Anatolia. In view of the studies carried out previously and those in progress we shall attempt to classify the Anatolian steppe vegetation definitively. The distribution of the syntaxa and their definitive structures are being researched on a continuing basis.

In this study, a new order *Onobrycho armeni - Thymetalia leucostomi*, has been established within the class *Astragalo - Brometea* (Quezel, 1973) in which the sparse grasslands were included, particularly those of the Taurus mountains. The communities which are spread out in the northern part of the Central Anatolia Peninsula were attached to this order and composed of four alliances.

The associations were all established acording to Braun-Blanquet's approach, and the size of quadrats by means of "minimal area".

★ University of Ankara, Science Faculty, Biology department, TURKEY

★★ Faculté des Sciences et Techniques de Saint-Jérôme, Botanique et Ecologie Mediterraneenne, Marseille, FRANCE

SYNTAXONOMICAL ANALYSES

Phytosociological organization and floristic composition

Superclass : *DAPHNO - FESTUCETALES* (Quezel,1972)

It includes the natural grasslands in the mountain ranges surrounding the Eastern Mediterranean and comprises two classes, *Daphno - Festucetea* (Quezel,1964) and *Astragalo - Brometea* (Quezel,1973). While the former has a distribution in the Balkan peninsula , the latter is located in the Taurus mountains. This study deals with the latter.

Class : *ASTRAGALO - BROMETEA* (Quezel,1973)

This class,which contains very peculiar groups formed by thorny xerophytes of the same biological type,has been represented in Turkey by four orders : *Astragalo - Brometalia* (Quezel,1973) which comprises the plant groups on the less evolved soils of the Taurus ranges; *Drabo - Androsacetalia* (Quezel,1973) composed of the particular plant groups on the rocky and windy peaks of Taurus Mountains ; *Hyperico linarioidis - Thymetalia skorpilii* (Akman et all.,in press) formed by the grassland communities of the north-west Anatolian high mountains.

In the study we added a new order *Onobrycho armeni - Thymetalia leucostomi* to this class as a fourth one.

Order : *ONOBRYCHO ARMENI - THYMETALIA LEUCOSTOMI* (Akman,Ketenoğlu and Quezel,1984)

This order was created through four alliances,which were formed by many associations developing particularly in the northern and western parts of Central Anatolia. All these associations have been developed under the xeric climatical conditions of Central Anatolia. Although the distributional limits of the order are not precise for now,it seems to be restricted in the northern half of Central Anatolia.

Most of the stations in this part are characterised by a cold winter,often with the effects of frost and hot summer with a drought period. From the bioclimatological point of view,they exhibit a semi-arid type of Mediterranean climate with a cold or very cold winter (Akman,1982). The mean annual amount of rainfall decreasing in summer ranges between 300 - 500 mm. in this part of Central Anatolia.

The altitudinal ranges of the associations within this order vary between 600 - 1300 meters. A large part of the area where the order is limited, is particularly covered by marly,calcerous or gypsaceous soils having an alkaline character with some exceptions of flysch,radiolarite and serpantine originated ones.

The two species after which the order is named are endemic ones and their distributional areas are confined especially to the northern half of Central Anatolia.

The order is composed of four alliances :

1- Astragalo karamasici - Gypsophilion eriocalycis

2- Convolvulo holosericei - Ajugion salicifoliae

3- Salvio tchihatcheffii - Hedysarion varii

4- Phlomido armeniacae - Astragalion microcephali

Some of the associations forming these alliances are provisional and have an anthropogenic character due to the effects of man in various ways such as excessive grazing,removal of chamaephytes for fuel or extensive farming. They were therefore eliminated from the phytosociological table.

The characteristic species of the order are as follows :

Thymus leucostomus var.leucostomus
Onobrychis armena
Astragalus lycius
Astragalus lydius
Phlomis pungens
Alyssum pateri
Salvia cryptantha
Onosma tauricum
Ajuga salicifolia
Minuartia hamata
Globularia orientalis
Scabiosa argentea
Marrubium parviflorum
Moltkia caerulea
Euphorbia macroclada
Hedysarum varium
Bromus cappadocicus
Achillea wilhemsii
Helianthemum nummularium
Allium rotundum
Lappula barbata var.cariensis
Silene supina subsp.pruinosa
Hypericum avicularifolium
Bungea trifida
Convolvulus holosericeus
Polygala anatolica
Polygala pruinosa
Linum flavum
Linum hirsutum subsp.anatolicum
Noaea mucronata
Causinia birandiana
Stachys cretica
Anthemis tinctoria
Alyssum sibiricum
Centaurea virgata
Jurinea consanguinea
Salvia hypargeia
Onobrychis hypargyrea
Onosma aucheranum
Astragalus condensatus
Astragalus brachypterus
Paronychia kurdica
Fumana aciphylla
Dianthus anatolicus
Genista aucheri

Some of the characteristics of the syntaxa have a differential importance among each other. In the table,we tried to place them in the most suitable unit. For example, though *Scabiosa argentea* which is the characteristic species of the order plays a differential role in the suballiance *Artemisenion santonici,* it was placed among the characteristics of the order. Similiarly,although *Salvia cryptantha* is a characteristic species of an association,it was conveniently placed within the list of the order. It is the same for the species such as *Hedysarum varium, Marrubium parviflorum, Ajuga salicifolia, Convolvulus holosericeus, Genista sessilifolia.*

RESULTS

From the view point of plant geography,it should be distinguished that two districts in Central Anatolia are under the effects of a semi-arid type of Mediterranean climate with a cold and very cold winter. The first one is the peripheral belt of Central Anatolia. Zohary (1973) refers to this district as the Xero-Euxinian sector of the Euxinian territory in Anatolia which has been characterised by a steppe-forest vegetation and it can be considered as a transitional belt between the Euro-Siberian and the Irano-Turanian region because it displays an Irano-Turanian steppe dotted with Euro-Siberian trees or shrubs. The communities within this peripheral vegetation have been included in the class *Quercetea pubescentis* (Oberd 1948) Doing Kraft 1955.

The second part is representative of the pure steppe vegetation,the communuties of which are not yet well known. In our succesive studies on the steppe vegetation of this part a new order, *Onobrycho armeni - Thymetalia leucostomi* was described,especially in its northern and western parts. The vegetation of this area was included in the *Artemisietea fragrantis anatolica* which was esteblished by Zohary (1973),base

on the inadequate materials at hand. It was divided into two orders,one of which has a very close similarity with the one we described in the northern and western parts of Central Anatolia. The characteristic species of the class were mentioned in the sample records of the individual associations. Cheking up the floristic lists of these associations one can find out the fact that a great many of the species forming the associations are common in the order which we described.

Even if *Artemisia santonicum (Syn: A.fragrans)*, which is wide spread on the deeper soils of the flat areas covering the lower parts of the hills,is one of the chief leading species in Central Anatolia, the upper parts of the hills are covered in common by the species of *Thymus*.

In the area cited here,the species in question constitues a suballiance, *Artemisenion santonicii* ,which belongs to the alliance *Gypsophilion eriocalycis*. This suballiance has a more mesophyllous character because it has been confined in the areas which were covered by more wet soils carried from the upper slopes of the hills. In the table, we placed it among the characteristics of the suballiance although it has a differential importance within the order. The more detailed studies will put forward the precise situation of this species in the whole area of Central Anatolia. Although the order described here seems as a new combination of *Artemisietalia fragrantis typica* (Zohary,1973) regarding the list of the sample records of Zohary and the present situation of *Artemisia santonicum* in the western and northern parts of Central Anatolia,and also the associations formed by means of the quadrats in a large number in the recent works,it shouldn't be considered so,in the sense of nomenculatural code,due to the lack of original diagnosis of the syntaxa in the work of Zohary.

The list of characteristic species given for the order *Onobrycho armeni - Thymetalia leucostomi* may be supplemented or lessened by more detailed researches on the Anatolian steppe vegetation which we continue to investigate. Many of the steppe associations of the Central Anatolia described in past were also included in this order.

SYNOPSIS OF CLASSIFICATION AND TYPIFICATION OF SYNTAXA

Superclass : *Daphno - Festucetales* (Quézel 1972)
Class : *Astragalo - Brometea* (Quézel 1973)
Order : *Onobrycho armeni - Thymetalia leucostomi* (Akman,Ketenoğlu and Quézel 1984)
(Nomenculatural types: Type alliance: *Convolvulo holosericei-Ajugion salicifoliae;* Type association no 13,Table no.1 ; Type releve no.58)
Other alliances : *Salvio tchihatcheffii - Hedysarion varii*
(Nomenculatural type: Type ass.no.19, Table no.1,type releve no.46)
Phlomido armeniacae - Astragalion microcephali
(Nomenculatural type: Type ass.no.25,Table 1 ;Type releve no.140)
Astragalo karamasici - Gypsophilion eriocalycis
Suballiance: *Asperulenion bornmuelleri*
(Type ass.no.7,Table 1 ;Type releve no 52)
Artemisenion santonici
(Type ass.no.1,Table 1 ;Type releve no 4)

REFERENCE

AKMAN Y.(1974). Etude phytosociologique de la region de Beypazarı-Karaşar et Nallıhan.
Communs Fac.Sci.Univ.Ankara.Serie C.Tome 18 C. 51-113

AKMAN Y and KETENOĞLU O.(1976). The phytosociological and phytoecological investigation on the Ayaş Mountain.
Communs Fac.Sci.Univ.Ankara.Serie C.Tome 20 Supp.1-1-43

AKMAN Y.(1982) .Climats et bioclimats Mediterrannees en Turquie.
Ecologia Medit. VIII - 1.2

BİRAND H.(1970). Die verwüstung der Artemisia steppe bei Karapınar in Zentralanatolien.
Vegetatio. vol.XX. Fasc.1-4. 21-47

BARBERO M, BONIN G, et QUEZEL P. (1975). Les pelouses echorchées des montagnes circum-Medit.
Phytocoenologia 1. 4 - 427-458. Stuttgart-Lehre.

ÇETİK R. (1963) The vegetation of Çubuk Dam.
I.U.Fen Fak. Mec.Seri B.Sayl 3-4. 109-138

ÇETİK R. (1965). A study on tha range vegetation of Lalahan Zootekni Institute,Polatlı,Altınova Devlet Üretme Çiftliği.
Communs Fac.Sci.Univ. Ankara. Serie C.Tome 20.35-61

QUEZEL P.(1973). Contribution à l'étude phytosociologique du massif du Taurus.
Phytocoenologia 1.2. 131-222

QUEZEL P.,BARBERO M et AKMAN Y. (1978). L'interpretation phytosociologique de groupements forestiers dans le bassin méditerrannéen orientale.
Documents phytosociologiques.N.S. vol.II

ZOHARY M. (1973).Geobotanical foundations of the Middle East.
Gustav Fischer Verlag.Stuttgart. Vol. I-II.

Table no: 1 - The phytosociological relationship of the steppe associations of *Onobrycho armeni-Thymetalia leucostomi*

Association no	1	2	3	5	6	7	8	26	27	9	10	11	13	14	28	29	30	31	15	16	17	19	20	21	22	24	25
Number of quadrats	8	6	7	9	8	6	3	9	6	6	5	6	13	9	6	5	8	5	6	6	8	9	8	4	7	8	5
Cherecteristic and differential species of the associations :																											
Phleo exerati-Alkannetum orientalis																											
Alkanna orientalis	V	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
Phleum exeratum	V	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
Apera intermedia	V	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
Trigonella orthoceras	III	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
Callipello cucullariae-Stachydetum creticae																											
Callipeltis cucullaria	.	IV	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
Ziziphora capitata	.	IV	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
Filago microcephala	.	IV	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
Rhagadiolus angulosus	.	III	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
Alysso mini-Marrubietum trachytici																											
Marrubium tracyticum	.	.	V	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
Alyssum minus	.	II	IV	I	I	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
Koelpina linearis	.	II	IV	I	III	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
Onosmo armeni-Glycyrrhizetum glabre																											
Glycyrrhiza glabra	.	.	III	IV	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
Onosma armenum	.	.	.	IV	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
Anthemis kotschyana	.	.	.	V	II	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
Sideritis montana	.	.	.	III	I	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
Salvio tchichatcheffii-Astragaletum strigillosii																											
Astragalus strigillosus	.	.	.	.	IV	I	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
Achillo monocephalae-Astragaletum anthylloidis																											
Astragalus anthylloides	.	.	.	I	.	V	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
Cruciata taurica	.	.	.	.	.	IV	III	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
Astragalus aucheri	.	.	.	.	.	IV	III	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
Campanula pinnatifida	.	.	.	.	.	II	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
Cruciata atriculata	.	.	.	.	.	II	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
Thymo *longicaulis-Thymeleetum passerinae*																											
Thymelea passerina	.	.	.	.	.	I	V	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	II
Thymus longicaulis	.	.	.	.	.	.	V	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
Astragalo vulneraria-Achilleetum phrygiae																											
Achillea phrygia	.	.	.	.	.	.	.	.	.	V	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
Astragalus vulneraria	.	.	.	.	.	.	.	.	.	IV	.	.	.	.	.	.	.	.	.	II	.	.	III	.	.	.	.
Vincetoxicum tmoleum	.	.	.	.	.	.	.	.	.	III	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.

Fumana acyphyllae-Salvietum wiedemannii

Salvia wiedemannii	.	.	.	.	.	.	.	IV	.	.	IV	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
Anthemis wiedemanniana	.	.	.	.	.	.	.	.	V	.	V	.	.	.	.	.	.	.	.	.	II	.	.	.	.	.	.	.	.
Astragalus dictyophysus	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	V	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.

Jurineo consanguinea- Genistetum jaubertii

Genista jauberti	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	V	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.

Salvio cryptanthae-Stipetum lessingiana

Chrysopogon gryllus	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	V	.	IV	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
Hordeum bulbosum	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	III	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	V	.	.	.	.
Astragalus cephalotes	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	II	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
Ebenus hirsuta	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	II	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.

Astragalo wiedemanniani-Artemisietum santonici

Astragalus wiedemanniana	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	III	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
Convolvulus lineatus	.	.	.	I	.	.	.	.	.	.	.	.	.	V	.	.	.	.	.	.	V	.	.	.	.	.	.	.	.
Agropyron cristatum	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	III	I	.	II	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
Valerianella vesicaria	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	III	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.

Achilleo monocephalae-Salvietum cryptanthae

Achillea monocephala	.	.	.	V	.	.	.	.	I	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	V	.	.	.	.	.	.	.	.	.

Asperulo liliaciflorae-Gypsophiletum venusti

Gypsophila venustum	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	IV	.	.	.	.	.	.	.	.	.
Asperula liliaciflora	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	V	.	.	.	.	.	.	.	.	.
Astragalus micropterus	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	III	.	.	.	.	.	.	.	.	.
Morina persica	.	.	.	.	.	III	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	III	.	.	.	.	.	.	.	.	.
Astragalus podporea	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	III	.	.	.	.	.	.	.	.	.

Digitalis lamarckii-Fumanetum paphlagonica

Fumana paphlagonica	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	V	.	.	.	.	.	.	.	.	V	.	.	.	.	II	.
Digitalis lamarckii	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	V	.	.	.	.	.	IV
Alyssum linifolium	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	V	.	.	.	.	.	.
Alyssum desertosum	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	V	.	.	.	.	.	.

Onobrycho hypargyrae-Astragaletum brachypteri

Centaurea depressa	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	III	.	.	.	.	.
Alyssum thymops	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	II	.	.	.	.	.

Astragalo acicularis-Linetum flavi

Astragalus acicularis	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	III	.	.	.	.
Agropyron repens	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	III	.	.	.	.
Malabaila secacul	.	.	.	.	.	.	.	.	V	.	.	.	.	.	.	.	III	.	.	.	.	.	III	.	.	.	.
Pimpinella cappadocica	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	III	.	.	.	.

Arenario argyrolobae-Achilleetum biebersteinii

Achillea biebersteini	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	IV	.
Arenaria argyroloba	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	IV	.

Thymo praecocis-Astragaletum barba-jovis

Astragalus barba-jovis	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	*V*
Thymus praecox	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	*IV*
Astragalus plumosus	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	*IV*
Potentilla recta	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	*IV*
Hieracium pannosum	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	*IV*
Acantholimon puberulum	.	.	..	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	*IV*
Pilosella hoppeana	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	*IV*

Nepeto congestae-Conselidetum raveyi

Nepeta congesta	.	.	.	.	.	.	.	*I*	.	.	.	.	.	.	*V*	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
Consolida raveyi	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	*IV*	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
Nepeta stricta	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	*IV*	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.

Eromopyro bonaeparti-Noaeetum mucronatae

Eromopyrum bonaepartis	*II*	.	*IV*	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
Bromus mollis	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	*V*	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
Bromus arvensis	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	*V*	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.

Acantholimo acerosi-Salvieetum cryptanthae

Koeleria glaucovirens	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	*V*	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
Fumana procumbens	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	*V*	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
Vinca herbacea	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	*IV*	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.

Hedysaro varii-Haplophylletum myrtifolii

Haplophyllum myrtifolium	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	*I*	*IV*	.	.	.	.	.	.	.	.	.

Thymo gypsacei-Achilleetum goniocephalae

Achillea goniocephala	.	.	.	.	.	.	.	*V*	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
Iris attica	.	.	.	.	.	.	.	*IV*	.	.	.	.	.	.	*IV*	*II*	.	*I*	.	.	.	.	.	.	.	.	.
Ephedra major	.	.	.	.	.	.	.	*III*	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
Molucella laevis	.	.	.	.	.	.	.	*III*	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
Asperula stricta	.	.	.	.	.	.	.	*II*	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.

Table no:1 continue

Characteristics of *Artemisienion santonici*																													
Artemisia santonicum	V	V	V	.	IV	I	.	IV	.	.	.	.	.	V	V	V	V	.	.	.	.	.	.	.	.	II	.		
Taenitherum crinitum	V	I	III	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.		
Characteristics of *Asperulenion bornmuellerii*																													
Asperula bornmuelleri	.	.	.	III	IV	III	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	IV	.		
Acantholimon acerosum	.	I	III	V	V	I	III	.	.	II	II	.	.	.	.	.	V	.	.	III	.	.	.	.	III	.	.		
Minuartia micrantha	II	.	.	II	V	II	V	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.		
Linaria coridifolia	.	.	.	II	V	II	II	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	I	.	IV		
Characteristics of *Astragalo karamasici-Gypsophilion eriocalycis*																													
Gypsophila eriocalyx	IV	.	.	IV	V	IV	.	II	IV	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.		
Astragalus karamasicus	IV	.	II	II	IV	.	V	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.		
Ziziphora tenuior	V	IV	IV	I	II	V	.	II	.	.	.	.	.	.	.	.	I	.	.	.	.	I	.	.	.	.	.		
Centaurea patula	V	I	.	I	IV	V	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.		
Allium flavum	.	.	V	III	.	.	V	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	I	.	IV	.	.	.	.	.	.	II		
Bupleurum boissieri	IV	.	IV	I	.	.	V	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	III	.	.	II	.	.	IV	IV		
Astragalus aduncus	IV	II	.	.	.	V	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.		
Gypsophila parva	I	IV	II	III	II	I	.	IV	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.		
Thymus leucostemus var.gypsaceus	II	II	I	II	II	I	.	V	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.		
Linum mucronatum subsp.gypsicola	.	III	.	.	.	III	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.		
Ziziphora taurica	II	.	.	.	.	IV	.	II	I	.	.	.	.	.	I	I	.	III	.	.	.	.	.	II	.	.	.		
Characteristics of *Convolvulo holosericei-Ajugion salicifoliae*																													
Convolvulus holosericeus	.	IV	.	.	.	.	V	.	.	.	V	I	III	IV	.	.	.	I	V	III	.	.	II	V	II	.	.		
Ajuga salicifolia	.	.	.	.	.	.	.	.	.	I	I	II	IV	I	.	.	.	.	.	.	.	I	IV	.	IV	.	.		
Linum flavum	.	II	.	.	.	.	.	.	.	I	.	I	II	II	.	.	.	.	.	.	.	.	V	.	.	.	.		
Galium verum	.	.	.	.	.	.	.	.	.	IV	.	I	III	III	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.		
Characteristics of *Salvio tchihatcheffii-Hedysarion varii*																													
Hedysarum varium	.	.	.	.	.	.	.	II	.	.	.	I	.	.	.	I	III	IV	II	II	V	V	V	III	.	.			
Salvia tchihatcheffi	.	.	.	.	IV	I	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	II	.	V	V	IV	.	.	.	.			
Asyneuma limonifolium	.	.	.	.	.	II	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	V	III	.	.	.	.			
Characteristics of *Phlomido armeniacae-Astragalion microcephali*																													
Phlomis armeniaca	II	.	.	.	.	.	.	.	I	.	.	.	.	.	I	.	.	.	.	IV	.	.	.	.	.	IV	III		
Marrubium parviflorum	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	II	.	III	.	.	II	III		
Astragalus microcephalus	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	V	V	V		

Characteristics of *Onobrycho armeni-Thymetalia leucostomi*

Thymus leucostomus var.leucostomus	V	II	IV	V	V	V	V	IV	V	V	V	V	IV	III	II	.	V	V	V	V	V	V	V	V	V	V	V
Onobrychis armena	V	V	III	III	V	V	V	IV	.	V	.	IV	V	.	.	.	I	I	I	V	V	III	V	V	V	III	I
Euphorbia macroclada	.	.	.	I	II	III	.	III	.	V	I	II	II	I	.	.	.	.	.	V	.	I	I	.	V	II	IV
Salvia cryptantha	.	.	IV	IV	V	IV	V	II	.	.	V	.	V	.	.	.	V	.	V	.	II	V	IV	V	I	II	III
Scabiosa argentea	IV	II	IV	.	.	.	.	V	III	II	.	I	.	.	I	II	.	II	I	I	III	.	II	IV	II	.	.
Alyssum sibiricum	V	II	IV	I	IV	V	.	.	.	III	.	.	.	.	II	II	II	III	.	V	.	.	.	.	.	II	I
Globularia orientalis	.	.	.	.	II	III	.	.	.	.	V	V	I	I	.	.	.	.	II	III	.	I	IV	V	I	II	.
Helianthemum nummularium	.	.	.	II	Iv	V	.	.	.	.	.	IV	I	.	.	.	.	.	II	II	I	V	III	II	IV	.	.
Jurinea consanguinea	.	.	.	II	.	.	.	.	.	.	.	V	.	.	.	.	.	I	II	I	.	II	III	III	IV	.	III
Astragalus lydius	.	.	.	.	.	.	.	II	V	Iv	II	.	.	I	.	I	I	I	.	.	II	.	III	V	.	.	.
Alyssum pateri	II	IV	.	III	.	.	.	.	.	.	.	III	.	III	.	.	.	.	IV	.	.	I	.	V	V	.	.
Linum hirsutum subsp. anatolicum	.	.	.	III	.	.	.	.	.	.	.	III	I	.	.	.	.	.	V	.	.	V	V	III	II	.	.
Polygala pruinosa	.	.	.	.	.	.	.	.	.	III	.	III	.	.	.	.	.	.	I	III	I	V	II	.	IV	.	.
Genista sessilifolia	.	.	.	.	.	.	V	II	.	.	.	.	V	.	.	.	.	IV	.	IV	.	V	.	V	.	.	.
Anthemis tinctoria	.	III	.	.	.	.	.	.	.	II	.	.	III	.	.	.	.	.	.	.	.	.	III	IV	III	II	.
Bungea trifida	.	.	.	.	.	.	.	V	.	.	.	I	.	.	.	.	.	III	III	.	.	II	III	II	I	.	.
Phlomis pungens	.	.	.	.	.	.	III	.	.	.	.	I	III	.	.	.	.	.	.	.	.	I	.	II	V	II	.
Silene supina subsp. pruinosa	I	II	.	.	III	I	V	III	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	IV	.	.	III	.	.	.
Allium rotundum	.	.	III	III	II	.	.	I	V	.	.	.	I	.	.	V	.	.	V	.	.	.	.	.	.	.	.
Astragalus lycius	.	.	.	.	.	.	.	II	.	.	.	.	.	.	I	.	I	I	.	.	.	III	III	V	.	.	.
Causinia birandiana	.	.	III	.	.	.	V	.	.	.	.	.	.	.	.	I	.	III	.	.	.	.	I	.	.	III	.
Paranychia kurdica	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	III	III	.	.	.	.	.	.	.	II	II	.	.	.	I	.	.
Centaurea virgata	.	.	.	Iv	Iv	V	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	IV	.	.	.	.	.	IV	.
Onosma tauricum	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	IV	IV	.	.	.	.	.	.	I	.	.	.	IV	.	.	IV	.
Fumana aciphylla	II	I	.	.	I	I	.	.	.	.	V	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
Onosma aucherianum	.	.	.	I	I	.	.	.	.	.	.	V	V	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	III	.	.
Lappula barbata	V	IV	.	I	V	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	II	.	.	.	.
Stachys cretica	.	IV	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	III	.	.	IV	.	.	IV	.
Astragalus condensatus	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	V	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	V	.	.	IV
Bromus cappadocicus	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	I	I	III	.	.	.	.	.	.	.	V	.	.	.	.	.	.
Dianthus anatolicus	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	III	.	.	.	.	.	.	IV
Hypericum avicularifolium	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	II	.	.	.	.	III	IV	.	.
Moltkia coerulea	.	I	.	.	.	.	.	IV	.	.	.	.	.	.	.	.	I	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
Onobrychis hypargyrea	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	I	.	.	.	.	.	.	V	.	.	III	.	.	.
Salvia hypargeia	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	IV	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	IV	.	.	.
Astragalus bracypteris	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	IV	.	I	.	.	.	.	.	.	V	.	.	.	.	.	.
Noaea mucronata	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	I	I	.	.	.	V	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
Genista aucheri	.	.	.	II	.	I	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	III	.	.	.	.
Achillea wilhemsii	.	.	IV	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	II	.	.	.	.	.	.
Polygala anatolica	.	.	.	.	.	.	.	III	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	III	.	.	.	.

Characteristics of *Astragalo-Brometea*

Teucrium polium	V	V	III	III	V	V	.	II	.	V	II	II	III	IV	V	.	II	III	V	V	V	.	III	.	II	V	V
Bromus tomentellus	.	.	II	III	II	.	I	III	.	V	.	V	V	IV	IV	.	V	V	IV	V	V	III	V	V	IV	IV	V
Scutellaria orientalis	.	IV	II	II	IV	V	.	I	I	I	V	V	I	II	.	.	.	II	V	V	.	IV	V	V	I	.	.
Stipa holosericea	.	.	.	.	.	.	.	.	IV	V	.	V	V	I	I	V	V	IV	III	V	III	V	I	IV	.	I	V
Festuca valesiaca	.	.	.	.	.	.	.	II	.	V	.	V	V	V	I	V	V	IV	V	V	V	V	.	V	IV	V	V
Stipa lessingiana	.	II	II	III	IV	V	V	II	.	.	V	.	V	.	.	.	V	.	.	.	V	II	II	.	IV	V	IV
Koelaria cristata	.	.	.	III	V	IV	.	.	.	V	V	III	I	I	.	.	.	.	V	V	.	I	.	III	IV	V	.
Anthemis cretica	.	.	II	I	I	.	.	IV	.	.	.	III	.	.	I	.	V	I	III	V	V	V	.	.	IV	.	IV
Minuartia anatolica	.	IV	.	.	.	.	.	I	.	.	V	II	I	I	.	.	V	.	I	IV	I	V	II	.	V	.	.
Veronica multifida	IV	IV	.	III	II	.	.	.	I	.	.	III	.	.	.	.	.	II	.	.	I	V	IV	V	V	.	.
Cruciata taurica	II	.	.	.	.	.	.	.	.	II	.	I	.	.	.	.	.	.	.	.	.	III	III	V	V	II	.
Helianthemum canum	.	.	.	.	.	.	V	.	.	.	.	.	V	.	.	.	.	.	.	.	III	.	V	I	III	III	.
Linum austriacum	.	.	.	.	.	.	.	.	I	.	.	V	.	.	I	II	V	I	.	.	.	II	I	.	.	.	.
Teucrium chamaedrys	.	.	.	III	.	.	.	.	.	V	.	V	.	.	.	.	.	.	.	II	.	.	.	.	V	II	IV
Leontodon asperrimus	.	.	.	.	.	.	.	.	.	IV	.	V	.	.	.	.	.	.	.	.	I	.	IV	.	.	.	III
Astragalus angustifolius	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	II	.	.	.	.	.	II	III
Ononis adenotricha	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	II	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	II	.	.
Stachys lavandulifolia	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	I	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	III

Companions :

Galium incanum var.elatius	II	.	I	I	I	V	.	.	.	.	.	.	I	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	V	II	II
Androsace maxima	.	.	IV	I	I	V	I	.	.	.	.	.	.	IV	.	.	I	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
Poa bulbosa f.vivipara	.	III	.	.	.	.	.	IV	.	.	.	.	.	.	I	.	I	.	.	.	V	.	.	V	.	.	.
Scabiosa rotata	.	.	III	.	.	.	.	V	V	.	.	.	.	.	IV	I	I	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
Dactylis glomerata	.	.	.	III	.	.	IV	.	.	.	.	.	II	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	II	III
Eryngium campestre	II	V	IV	.	.	.	V	.	.	.	.	.	.	I	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
Bromus tectorum	.	.	V	I	II	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	V	.	.	.	.	.	.	.	.	.	II	.
Ajuga chamaepytis subsp.chia	I	IV	.	.	.	.	.	.	.	V	.	I	.	.	.	.	.	.	II	.	.	.	.	.	.	.	.
Bromus japonicus	V	.	V	.	IV	.	V	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
Trachynia distachya	.	.	III	I	IV	.	V	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
Hedysarum cappadocicum	.	.	.	.	.	.	.	I	.	II	.	.	.	.	.	.	I	III	.	.	.	.	.	.	.	.	.
Sanguisorba minor	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	I	.	.	.	.	.	.	.	.	.	V	.	I	.	.
Eryssimum crassipes	.	I	I	.	.	.	IV	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
Anagallis arvensis	IV	V	IV	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
Filago pyramidata	.	.	V	.	II	I	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
Botriochloa ischaemum	.	.	II	.	IV	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
Euphorbia falcata	.	I	II	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
Turgenia latifolia	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	IV	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	III	.	.	.	.	.
Scorzonera mollis	.	.	.	.	.	III	III	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
Alyssum propinquum	.	III	.	.	.	II	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
Silene ottites	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	I	II	.	.	.	.
Bromus erectus	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	V	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
Consolida regalis	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	II	.
Plantago lanceolata	.	III	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
Aegilops triuncialis	.	.	.	.	.	II	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
Falcaria vulgaris	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	III	.	.	.	.
Medicago radiata	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	III	.	.	.	.
Xeranthemum annuum	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	III
Veronica macrostachya	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	III	.	.	.	.	.
Acanthalimon venustum	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	III	.	.	.	.	.	.	.	.
Inula montbrettiana	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	IV	.

ECOLOGIA MEDITERRANEA - Tome XI (Fascicule 2/3) 1985

Le Problème des divisions bioclimatiques et floristiques au Sahara algérien. Note IV: le plateau du Tademaït et ses alentours (carte Ouargla)

J.P. BARRY ★
J.C. CELLES
J. MUSSO ★★

RESUME - L'analyse floristique du plateau du TADEMAIT - marche entre le monde saharien et le monde méditerranéen - conduit à analyser le passage entre ces deux mondes: 11 tableaux , 3 cartes précisent les modalités de cette transition . Dans le thermoméditerranéen (m> +3°C) à l'Aervo-Fagonion (électif des regs) et à l'Acacio-Panicion (caractéristique des oueds du Sahara) succèdent respectivement dans cette partie septentrionale , l'Anvilleo-Zillion macropterae et l'Antirrhino-Pituranthion scopariae. La bordure saharienne, qui s'individualise assez bien avec l'étage bioclimatique mésméditerranéen (m <+3°C) est caractérisée par une steppe buissonneuse dense à Arthrophytum scoparium (Arthrophytion scopariae) L'absence du fait anthropique amène à se demander si les ensembles observés, étant en état d'équilibre climacique, ne sont pas l'équivalent des alliances sigmatistes. Si des associations existent, ne reflètent-elles pas, pour l'essentiel, des faits chorologiques ?

SUMMARY - The floristic analysis of the TADEMAIT table-land - march between the Saharian and the Mediterranean world - leads to consider the passage between these two worlds: 11 tables, 3 maps specify this transition. In the thermomediterranean(m> + 3°C) the Aervo-Fagonion, (elective of the regs) and the Acacio-Panicion (typical of the Saharian wadis) give place respectively to the Anvilleo-Zillion macropterae) and Antirrhino-Pituranthion scopariae.The Saharian border which assumes an individuality with the mesomediterranean bioclimatic stage (m <+3°C) is caracterised by an Arthrophytum scoparium thick bushy steppe (Arthrophytion scopariae). Lack of anthropic fact leads to wonder if the observed communities which are in climax equilibrium are not equivalent to the sigmatist alliances. If associations exist, don't they send back essentially chorologic facts ?

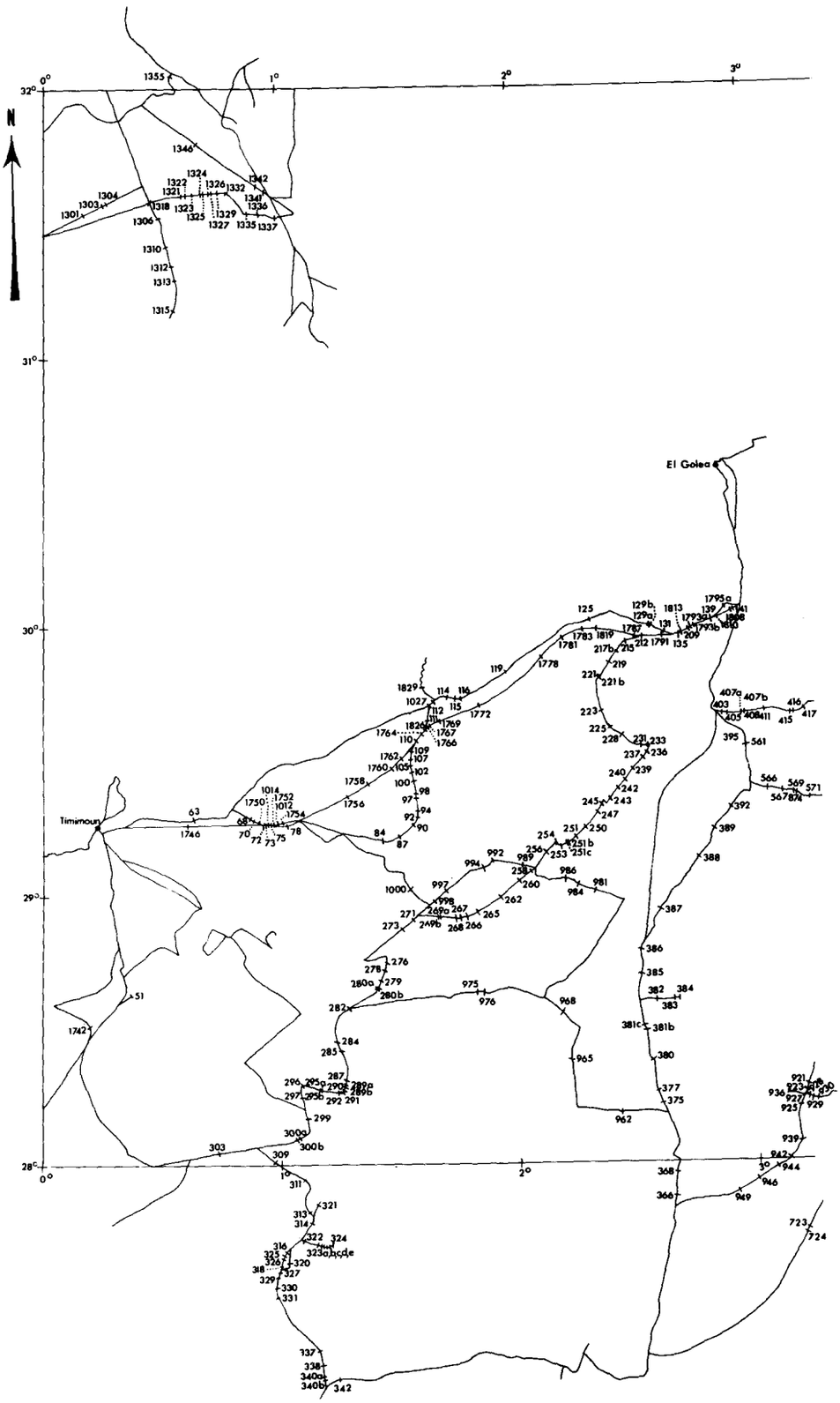
MOTS CLES - Afrique - Sahara - Régions Arides - Phytogéographie - Phytosociologie - Phytoécologie - Biogéographie.

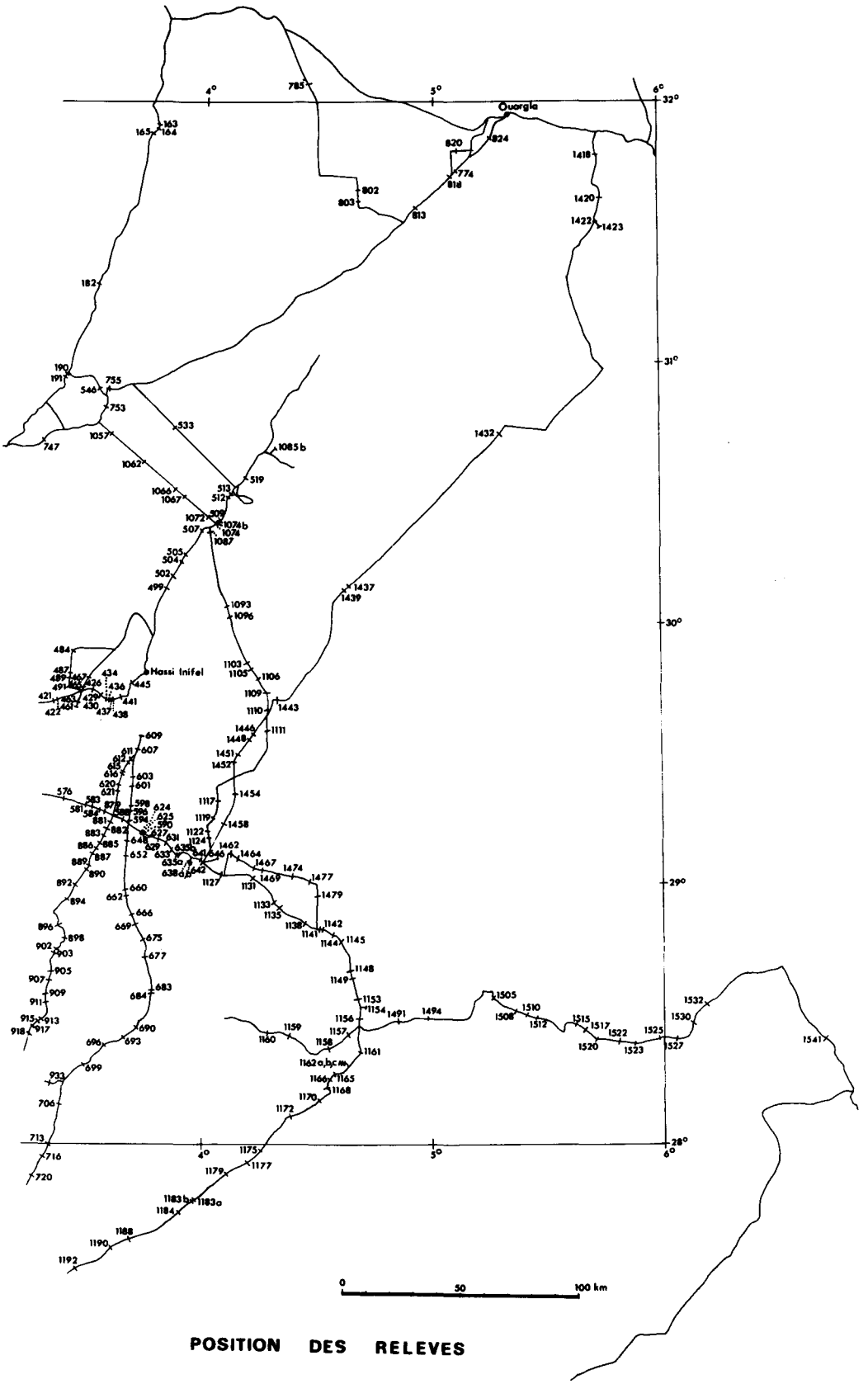
Existe-t-il une méthode pour s'assurer que l'ensemble du peuplement végétal d'une région est connu, qu'aucun de ses aspects ne fut omis ? Nous ne le pensons pas lorsqu'il s'agit de régions érémiques .

La théorique monotonie du pays, la théorique homogénéité de la végétation, la théorique pauvreté floristique font que l'on croit, à tort, que le scientifique passe plus qu'il ne demeure, qu'il ne s'interroge que sur le réel, que sur l'actuel, le présent. De pareilles opinions ne sont qu'affabulations ! En vérité, à part quelques lieux privilégiés d'où le végétal est absent - et ils sont rares -, tout n'est que variété, différence, changement. Cette constance n'est qu'apparence: elle masque, en vérité , la répétitivité de certaines variations, liées à ces vastes espaces où de similaires conditions édapho-climatiques créent le même rassemblement d'espèces qui n'est ni fortuit, ni temporaire. Ce sont des phytocénoses hautement représentatives de ces conditions et qui sont dans le temps stables, car il n'existe pas là-bas de dynamique évolutive ou régressive. Mais, toutes ces phytocénoses sont-elles vraiment aussi stables qu'on veut bien le dire ? Nous le pensons, car , hormis la pression climatique, l'anthropique dans son ensemble est absente de ces terroirs.

N.B. - Les éléments de cette note, recueillis depuis 1967 furent réunis en une note au cours de 1981; à la suite de missions au Mali et au Niger nous avons repensé quelques unes de nos conceptions phytosociologiques présentées précédemment (BARRY, J.-P. 1982).

★ Laboratoire d'Ecologie des Régions Arides, Université de Nice, 06034 Nice Cedex
Maquettes et cartes établies et réalisées par Annick Lacoste.
★★ Centre Interuniversitaire de Calcul Nice-Toulon , Avenue de l'Université 83130 La Garde


N
0°
1°
2°
3°
32°
31°
30°
29°
28°
El Golea
Timimoun



POSITION DES RELEVES

Notre méthode de vérification de la valeur de notre information, donc de notre échantillonnage,consiste à s'interroger de deux façons sur l'ensemble de ces variations :

- La première consiste à effectuer le plus grand nombre de relevés floristiques même si, apparemment, les variations paraissent peu distinctes. Certes c'est une appréciation subjective ! mais tout relevé floristique ne l'est-il pas ? On peut ainsi préciser la structure de chaque phytocénose et sa composition floristique .

- La seconde consiste à noter constamment ce qui est observable. Autrement dit, décrire les paysages en prenant certaines espèces vedettes comme critère d'analyse des formations végétales qui se déroulent tout au long des cheminements choisis.

De la réunion de ces deux approches naît une analyse objective des divers segments de l'espace parcouru.

On constate souvent que si la végétation de ces divers segments est homogène, ce qui nous conforte dans le choix des espèces retenues pour l'identification des formations, elle cache la variabilité floristique des phytocénoses. On se doit alors de réunir, autant que faire se peut, ces divers segments entre eux, par d'autres transects en vue d'apprécier la raison de ces diversités. Une des toutes premières conclusions, à laquelle on est conduit, est que l'essentiel de cette variabilité floristique, repose sur la distribution spatiale des espèces, autrement dit, sur la chorologie qui en ces régions, devient l'élément complémentaire à toute phytocénologie.

Du point de vue pratique, nous localisons avec rigueur la position de nos relevés floristiques retenus, l'analyse complète du paysage ne servant qu'à la " faction " des documents cartographiques. Ainsi en ce qui concerne la feuille de OUARGLA, 463 relevés sont retenus. Nous pensons qu'ils constituent un échantillonnage logique mais certainement insuffisant à la définition du statut phytosociologique de toutes les espèces . Nous avons été obligé d'éliminer une centaine de relevés

- soit parce qu'ils furent effectués " hors saison": le cortège d'éphémérophytes était absent et il semble de plus en plus qu'il est indispensable à la connaissance des réalités phytosociologiques. On ne peut rien bâtir, en cette matière, en se référant exclusivement aux seules espèces vivaces.

- soit parce qu'ils étaient à l'image d'autres: ces relevés jumeaux, ces "doublons", n'apportent rien de complémentaire à la connaissance phytosociologique, ils sont par contre indispensables à la définition des territoires biogéographiques.

Ces réflexions en amènent une autre. Il est évident que la formation végétale, créatrice du paysage, doit servir, dans un premier temps, de thème de réflexion, car il n'existe pas encore de documents phytosociologiques suffisamment élaborés malgré le précieux travail de P. QUEZEL (1965, 1971) et nos publications antérieures (BARRY J.-P. et al. 1968 à 1983) où nous nous étions plus particulièrement interrogés sur la flore et la végétation des oueds du Sahara central algérien et du Sahara méridional, sis pour l'essentiel dans le domaine paléotropical où les contraintes bioclimatiques priment les autres. Notre souci dans cette nouvelle étude est de mieux comprendre une partie du Sahara septentrional algérien.

\+

\+ \+

La région qui nous préoccupe, le plateau du Tademaït, a été reconnue depuis longtemps (MAIRE R., 1933-1940) comme l'un des hauts lieux de la connaissance du Sahara septentrional.

C'est sur cette vaste surface dominant de quelques dizaines à quelques centaines de mètres les régions avoisinantes : Tidikelt et Aguemour au sud,Touat à l'ouest, se raccordant par le Gourara au Grand Erg occidental et par la puissante vallée de l'oued Mya au Grand Erg oriental et au Sahara méditerranéen que se situe l'essentiel des contacts entre l'Holarctis et le Paleotropis (BARRY J.-P., CELLES J.-C., 1971 - 1973). Sa variété édaphique jointe à une grande richesse floristique en font la "marche" nécessaire à la compréhension du monde saharien de l'Algérie. Une carte réalisée depuis 1965, non encore publiée, expliquerait cette réalité ;c'est afin de mieux la présenter

que nous avons établi à l'image de notre précédente note (BARRY J.-P. et al.1981 - 1982) une représentation simplifiée afin que chacun sache ce qu'elle est .

Que nous apporte le Tademaït ?

- Dans sa globalité, sur ses vastes surfaces tabulaires, des formations liées aux regs ou, plus exactement, aux légères dépressions qui les parsèment.

- Vers l'est et le nord-est, l'oued Mya, In Sokki et ses affluents avec les oueds à *Tamarix aphylla* qui s'associent ponctuellement sur les revers sud et sud-est, aux confins du Tidikelt, de l'Aguemour, du Tinrhert à l'Acacio-Panicion, par l'intermédiaire de ceux à *Ziziphus lotus* et *Retama raetam*. C'est pour ces raisons que nous avons proposé (BARRY J.-P. , CELLES J.-C., 1972- 1973) de considérer ces lieux comme assumant le passage entre le sous-dommaine du Sahara septentrional et le sous-domaine du Sahara central.

- Essentiellement sur le plateau, à l'Ouest, pour des raisons probablement plus bioclimatiques qu'édaphiques de vastes terrasses d'axe sud-ouest- nord-ouest d'exposition ouest-nord-ouest, favorisent, dans les têtes de ravins, l'installation de l'Acacio-Panicion qui se surimpose , à ces latitudes là, à une flore méditerranéo-saharo-sindienne, caractérisant les oueds du Sahara septentrional.

- Cette même formation à *Acacia* se localise aussi le long du pied du coteau des falaises du Tademaït dominant le Touat et le Gourara mais elle s'incorpore à une flore se rattachant au Sahara septentrional, à l'Oued Saoura, à ceux tributaires des Monts d' Ouagarta et du Tabelbala. La diversité floristique, les intrications entre les formations sont riches d'enseignements biogéographiques . Le Tademaït assure le relais entre diverses expressions du domaine du Sahara méditerranéen en ses confins avec le monde paléotropical. Inversement le couloir séparant les deux grands Ergs en direction d'El Golea n'apporte guère à la connaissance du monde méditerranéo-saharien ! Si ce n'est que là, la distribution de la végétation selon le mode contracté se substitue au mode diffus.

La méthode

Identique à la méthode retenue pour l'analyse de la végétation des feuilles au 1/1 000 000 d'In Salah et de Tamanrasset (BARRY J.-P., CELLES J.-C. et MANIERE R., 1981). Nous avons réuni en onze tableaux (Tableaux I à XI) les individus d'associations(phytocénoses) qui réunissent entre elles l'espèce ou les espèces retenues auparavant pour l'individualisation de nos formations. Certaines sont déjà connues :

- Les oueds à *Acacia* et *Panicum turgidum* (Acacio- Panicion Tableaux I , II)
- Les oueds à *Retama raetam* et/ou à *Ziziphus lotus* (Tableaux VI,VII,VIII)
- Les regs à *Aerva javanica* à *Fagonia bruguieri* et *F. olivieri* (Tableau V)
- Les steppes à *Arthrophytum scoparium* (Tableaux IX,X),

d'autres moins connues mais que nous avions pressenties lors des analyses des confins méditerranéens du Sahara (BARRY J.-P. et al. 1973-1974)

- Les regs à *Zilla spinosa* ssp. *macroptera* et *Anvillea radiata* (Tableau V)
- Les oueds à *Antirrhinum ramosissimun* et *Pituranthos scoparius* (Tableaux III,IV)
- Les steppes gypseuses et gypso-chlorurées à *Traganum nudatum* (Tableau XI).

\+

\+ \+

Notre choix repose sur la formation végétale. Cette "Unité supérieure" physionomique, écologique et biologique dans la classification des communauté végétales ... est également un ensemble d'unités floristiques composées d'espèces caractéristiques de la formation par leur fréquence-abondance, ou leur endémicité, ou leur physionomie spéciale, et accompagnées d'espèces dites "compagnes" sans qualification particulière . Ces espèces caractéristiques sont en effet non seulement adaptées au milieu de la formation comme toutes les espèces constitutives, mais elles sont favorisées par le milieu. (AUBREVILLE A., 1970). Leur analyse met en évidence des ensembles floristiques communs à tous, d'autres qui s'individualisent ou disparaissent progressivement . Chaque relevé présente une mosaïque d'individus

d'associations liée à notre sens à des conditions plus édaphiques et chorologiques que climatiques. C'est pourquoi nous avons, pour chacun des tableaux, réuni les espèces selon des affinités qui nous paraissent les plus réalistes. Si l'on tient compte des différents faciès et si on calcule le coefficient de corrélations floristiques entre des associations voisines, on aboutit à la conclusion que le meilleur modèle que l'on puisse donner du tapis végétal de cette région est bien celui d'un continuum dans lequel seule la dominance de quelques grandes espèces permet d'individualiser les formations physionomiques dont une analyse statistique rigoureuse montrera peut-être, qu'elles ne correspondent pas à des associations au sens phytosociologique du terme.

Il semble que la " phytosociologie présente dans le désert moins d'importance qu'ailleurs, et que les groupements végétaux restent plus clairement déterminés par les facteurs abiotiques évidents" (OZENDA P., 1977) . Si on exclut le discriminant édaphisme dans ses extrêmes (gypse, chlorure, sable ...) climat et chorologie sont-ils suffisants pour expliquer la société végétale ?

Le climat dans son uniforme rigueur est quelquefois créateur d'une "acheb" discriminatoire; sa distribution spatiale relativement récente est d'une grande importance dans l'analyse phytosociologique, mais son aléatoire apparition oblige, qu'on le veuille ou non , à se référer aux espèces permanentes vivaces. Encore faut-il que le choix des unités de la formation végétale soit conforme à la réalité biotique. Etant donné leur faible amplitude écologique vis-à-vis des facteurs abiotiques leur présence ou leur absence seront le plus souvent de nature chorologique.

Nos distinctions antérieures (BARRY J.-P. et al., 1981) s'appliquent imparfaitement au Tademaït. Si elles demeurent valables pour les steppes désertiques à *Acacia panicum*, les steppes aphanérophytiques, il y a lieu de les compléter pour les groupements des regs. La chorologie n'est plus complémentaire, mais nécessaire à l'analyse des ensembles floristiques.

Au Sahara , le poids des contraintes bioclimatiques est tel que c'est à lui, le fait anthropique étant négligeable, que l'on doit les indéniables corrélations entre flore, végétation et milieu. Une des toutes premières difficultés rencontrées pour les faire apparaître est que - un seul étage bioclimatique saharien (EMBERGER L., 1942-1947 , SAUVAGE C., 1962) ayant été défini - il faut nécessairement faire appel à des niveaux de perception inhabituelle pour rendre apparente la diversité de ce désert. (BARRY J.-P. et al. 1972 -1973, 1976, 1977, 1981, 1982). Ces modifications sensibles, de type caténal, de ces ensembles végétaux perdurables ne dépendent-elles que de faits bioclimatiques ? Le fait chorologique semble aussi indéniable.

L'étage bioclimatique se définit par rapport à des critères climatiques; c'est pourquoi ces étages se superposent en zonations altitudinales . Au Sahara s'organise complémentairement une série de zones [1] de plus en plus arides s'étendant jusqu'au Hoggar.

En corrélant le facteur ombrique et le facteur thermique (fig.1) on constate des relations indéniables entre la "consistance " de la végétation et sa composition floristique :

- N'avions-nous pas déjà souligné que le critère ombrique définit aux confins de la Méditerranée la distribution spatiale du végétal: à moins de 50mm/an la végétation est diffuse, à 30mm/an et moins, elle devient contractée. A l'opposé le Sahel commence avec 150mm/an.

- Le critère thermique est le seul pertinent pour comprendre la distribution tant latitudinale qu'altitudinale , de la steppe à *Acacia panicum* formation "vedette" du Sahara . $4 < m < 5$ est la limite au-delà de laquelle elle s'installe. m objective mieux la limite bioclimatique inférieure que T (moyenne annuelle), t (moyenne du mois le plus froid) valeurs proposées respectivement par RIVAS-MARTINEZ (1981) et BAGNOULS F. et GAUSSEN H. (1953, 1957) [2].

Cette progressive installation de l'Acacio-Panicion est liée au gradient thermique latitudinal (100 m d'altitude gagnés ou perdus par degré de latitude, environ 0,5°C) mais il faut moduler en fonction des microclimats stationnels.

El Goléa (latitude 30°35), Timimoun (latitude 29°15) ne présentent pas l'Acacio-Panicion

(1) Zones : terme habituel et correct pour désigner les unités qui se succèdent en latitude. (OZENDA P. , 1977, p. 512).

(2) Pour une variation de deux degrés de m (3 à 5 °C) correspond une variation de 7°C pour T (de 16 à 23°C) et de 5°C pour t (moyenne du mois le plus froid) (de 10 à 15°C).

qui se déploie légèrement au sud, au piedmont septentrional et oriental du Tademaït. A Adrar (latitude 27°52)et Fort Flatters (latitude 28°06), par contre, son installation bien que timide, est définitive.

C'est pourquoi, dans cette frange septentrionale,à la faveur de ces microclimats que l'on retrouve aussi dans les djebels aux alentours de la Saoura, se juxtaposent à l'Acacio-Panicion, l'Antirrhino-Pituranthion scopariae et la steppe à *Arthrophytum scoparium*. C'est un des propos de cette note de la comprendre. Le facteur ombrique prend de l'importance dès que le seuil de 100mm/an est franchi au revers sud de l'Atlas saharien qui voit apparaître concurremment *Retama raetam* et *Ziziphus lotus*.

Cette notable pluviosité n'explique pas tout; on quitte le thermoméditerranéen pour le mésoméditerranéen , car l'altitude et la latitude s'élèvent. Laghouat (latitude 33°48, altitude 767m) El Abiodh Sidi Cheik (latitude 32°54 altitude 904m), par rapport à El Goléa (altitude 397 m) et de Timimoun (altitude 284m). Une variation de 400 à 500 mètres jointe à 3° de latitude entraîne un abaissement de 3,5 à 4°C. Ces faits bioclimatiques ne peuvent pas être sans importance sur la distribution des espèces et par cela même sur celle des associations qu'elles sous-tendent.

Le fait chorologique.

Celui-ci ne pose-t-il pas un préalable : l'existence ou la non existence de séries et d'étages de végétation ?

Une série de végétation est l'ensemble des communautés végétales conduisant vers un climax, ce qui sous-entend une dynamique qui ne semble pas exister dans ces territoires. Comment alors expliquer les diverses variations sensibles que font ressortir toutes les analyses comparatives des individus d'association . On est conduit, tout naturellement, à les imputer à un fait "chorologique" qui reflète aussi bien une zone qu'un étage de végétation. En effet on admet qu'à un étage de végétation correspond un certain climat et que la variation altitudinale en est le meilleur exemple. N'en est-il pas de même pour les variations latitudinales?

STATIONS METEOROLOGIQUES ETUDIEES.

		Latitude : degré	Altitude : mètre	T : (°C)	m : (°C)	t : (°C)	Pluie : (mm)
Laghouat	(Lag)	33°48	767	17°2	1°9	7°4	166,4
El Abiodh S. Cheikh	(EASC)	32°54	904	17°7	0°5	7°7	117,2
Ghardaia	(Gha)	32°29	527	21°8	4°8	10°9	61,6
Ouargla	(Ouar)	31°57	138	22°6	4°4	11°2	42,3
El Goléa	(EG)	30°35	397	22°	3°1	10°3	40,3
Timimoun	(Tim)	29°15	284	24°2	4°8	12°1	20,4
Fort Flatters	(Ffl)	28°06	381	23°6	3°2	11°2	18,3
Adrar	(Adr)	27°52	258	24°6	4°4	12°3	14,7
In Salah	(IS)	27°12	294	25°4	5°7	13°	15,6
Ouallene	(Oual)	24°36	347	27°7	8°8	16°2	18°5
Assekrem	(Ass)	23°16	2728	23°4	2°3	6°8	164,3
Tamanrasset	(Tam)	22°48	1376	21°2	4°2	12°	51
Tessalit	(Tes)	20°12	496	28°6	11°9	19°	101,2
Tin Zaouaten	(TZ)	19°57	655	26°9	9°6	17°4	8
Aguelhoc	(Ague)	19°30	435	28°3	10°2	19°4	76,1
Araouane	(Ara)	18°54	280	28°3	8°1	17°6	61,4
Kidal	(Kid)	18°26	477	28°5	11°5	19°4	136,5
Gao	(Gao)	16°16	270	29°8	14°2	22°6	262,9

T = t° moyenne annuelle.
m = t° moyenne des minima du mois le plus froid.
t = t° moyenne du mois le plus froid.
(d'après DUBIEF J. Le climat du Sahara 1959 et 1963)

Aussi est-on conduit à reconnaître que la diversité de la végétation et de la flore est due à ces deux faits s'unissant ici .

- L' étage MESOMEDITERRANEEN ne présente qu' :
  * une zone prédésertique entre 100 et 50 mm de pluie par an.

- l'étage THERMOMEDITERRANEEN présente :
  * une zone prédésertique entre 100 et 50 mm de pluie par an
  * une zone désertique définie comme recevant moins de 50 mm de pluie par an, que la distribution des groupements végétaux conduit à séparer en :
    - une zone érémique méditerranéenne entre 50 et 30 mm de pluie par an et un m compris entre 3 et 5°C
    - une zone érémique saharienne avec moins de 30 mm de pluie par an, et un m compris entre 4 et 9°C

  Un m compris entre 3 et 4°C assure le maintien de la tendance méditerranéenne.

- l'étage TROPICAL défini par un m supérieur à 9°C présente :
  - une zone érémique sahélienne pour une pluviosité ne dépassant pas 150 mm par an
  - une zone sahélienne pour une pluviosité supérieure à 150 mm par an.

Il fallait donc bien, à travers ces autres critères, faire apparaître ces relations qui expliquent la diversité des individus d'association qui intègrent, chacun, la variabilité des facteurs abiotiques.

On peut raisonnablement ainsi classer les grandes formations reconnues du mésoméditerranéen au thermoméditerranéen :

- une zone érémique méditerranéenne avec :
  + la steppe buissonneuse claire à *Arthrophytum scoparium*
  + les oueds de l'Antirrhino-Pituranthion scopariae avec *Retama raetam* et *Ziziphus lotus*.
- une zone érémique saharo-méditerranéenne avec :
  + l' Antirrhino-Pituranthion scopariae accueillant quelques éléments de l'Acacio-Panicion .
- une zone érémique saharienne où l'Acacio-Panicion se diversifie en divers étages.

Parallèlement, au fur et à mesure que l'aridité s'installe comme seule elle sait le faire au Sahara, succède à la formation des regs de l'Antirrhino-Zillion macropterae l'Aervo -Fagonion .

C'est dans la région du Tademaït que toutes ces formations se bousculent, s'intriquent et se transforment sous les effets conjoints de la latitude et de l'altitude.

Il fallait donc, à travers certains critères, faire apparaître ces relations. L'intérêt de notre approche basée par trop sur la formation amène rapidement à l'évidence que chaque relevé reflète l'intrication de plusieurs individus d'association et qu'il est nécessaire aussi de procéder à une analyse phytosociologique afin de définir le statut du plus grand nombre d'espèces.

Cela peut paraître étonnant quand on sait que les paysages naissent de la répétition d'un faible nombre d'espèces vivaces; ne devrait-on pas avoir des individus d'associations relativement homogènes. En vérité les variations de la Constance/Importance (Tableau XII) d'une même espèce au sein des diverses formations, montre qu'il n'en est rien et qu'il faut débattre de cette réalité.

Il apparaît que la diversité des bio-indicateurs d'un équilibre durable ne sont révélateurs, en raison de l'oppressante rigueur climatique, que des variations chorologiques et que la proportion de chacun des éléments floristiques, révélée par la distribution des taxons au sein de

chaque phytocénose, amène à donner à l'analyse phytosociologique une importance peut-être inhabituelle à la biogéographie.

Une première approche amène à séparer les espèces communes à l'ensemble des relevés de celles qui ne le sont pas; ce qui conduit à s'interroger sur la représentativité de chacune d'elles.

Ensuite deux niveaux de perception peuvent être retenus.

- le premier : certaines espèces acquièrent une forte valeur phytosociologique, sans que l'aspect de la formation soit altéré : la phytosociologie prime la chorologie.
- le deuxième : d'autres espèces retenues comme éléments de formation n'en sont en vérité que peu représentatives. Si en certains lieux elles paraissent avoir une signification phytosociologique, encore faut-il être très prudent: la chorologie prime ici la phytosociologie.

Nous nous trouvons certainement confrontés avec le problème des espèces caractéristiques soulevé par GOUNOD M., en 1969 " Elle est souvent utilisable quand on étudie une région suffisamment restreinte ... Les notions de caractéristiques locales ou régionales et de trangressives impliquent d'autre part que la classification est placée dans un cadre géographique préalable ... où des considérations d'histoire floristique sont en cause " (p. 129). Pour avoir une vue plus complète du statut de ces espèces nous les réunissons sur le tableau général de Constance/Importance [1]. Dès lors des arrangements floristiques se précisent . On constate :

- que certaines espèces ont une vaste distribution aréale sans que les variations du coefficient soit significatives, alors qu'elles le sont pour d'autres.
- qu'une espèce peut être liée soit à une seule formation soit à un ensemble de formations.

Cela pose le problème de fond de l'application sans critique préalable de la méthode sigmatiste aux régions sahariennes voire sahéliennes. Au départ nous nous étions attachés à la structure qualitative de la végétation (= formation) sans faire référence suffisamment à la composition floristique. Mais ce choix préalable peut s'expliquer par l'équilibre existant en ces pays érémiques entre la végétation et le climat , autrement dit entre physionomie et milieu.

Une des premières conclusions à laquelle on est conduit, est qu'il faut se garder d'assurer une primauté, une quelconque signification à une analyse partielle autrement dit à une fraction de formation végétale ou à une portion du territoire. Ce n'est que par une vue d'ensemble - et l'on en est encore loin - que l'on pourra rendre la phytocoenologie crédible.

Ainsi, si nous avons tous commis des erreurs d'appréciation, elles sont en grande partie dues à la trop grande rareté de documents précis; il faut apprécier ici plus qu'ailleurs, tous les essais puisqu'ils sont en dehors de toute normalité . Ce n'est qu'en mettant en parallèle toutes ces informations que l'on comprendra peut-être un jour ce qu'est ce vaste pays séparant le monde méditerranéen du monde africain .

Un statut phytosociologique n'est guère aisé à proposer, aussi bien pour des espèces ayant une distribution stricte liée à un secteur biogéographique - ou à une formation végétale - que pour les espèces à distribution aléatoire.

Notre approche exprime-t-elle une réalité objective ? on peut probablement procéder autrement mais à part P. QUEZEL (1965) qui a eu, après R. MAIRE (1933-1940), le mérite de mettre un peu d'ordre dans la végétation du Sahara, et nous mêmes (1972-1973, 1976, 1977, 1981, 1982) personne n'a encore trouvé une méthode satisfaisante. Une seule chose est certaine : les diverses méthodes analytiques, ne pourront être appliquées avec bonheur au monde saharien qu'après avoir été profondément repensées.

On peut néanmoins retenir comme règle que si le coefficient de Constance/Importance a

---

(1) - que l'on peut comparer avec les tableaux II, III, IV, V de la note : La frontière méridionale du Sahara entre l'Adrar des Iforas et Tombouctou - BARRY J.-P. (1982) Ecologia mediterranea , T. VII, fasc. 3 , p. 99-124.

une valeur significative au sein d'une formation précise, l'espèce la caractérise.

Ainsi nous avons pu classer les espèces à partir de notre échantillonnage pour chacune des formations concernées selon les critères biogéographiques suivants :

- Espèces omni-sahariennes du complexe Sindo-Angolan reliant l'Holarctis au Paleotropis.
- Espèces du complexe méditerranéo-saharo-sindien (Holarctis sensu stricto).
- Espèces de transition entre le Sahara central et le Sahara septentrional.
- Espèces du Sahara méridional et du Sahara central (Paleotropis sensu stricto).

Cette analyse amène à une première constatation quijusqu'ici n'a été ni reconnue, ni résolue. Chaque formation recèle un ensemble d'espèces à fort coefficient de Constance/Importance qui répondent ou ne répondent pas à des critères biogéographiques. Ainsi une structure en écaille se met en place, structure qui n'est pas semblable à celle décrite par M. GODRON (1971), mais liée à une répartition essentiellement chorologique que matérialise la distribution des espèces selon des masses s'intriquant.

L'on arrive à un premier constat. Si notre choix de caractéristique de formation n'est pas absurde, il masque une réalité : les espèces retenues sont partout, à des degrés moindre certes, mais partout. Il ne peut raisonnablement leur être reconnue une quelconque valeur de caractéristiques d'association, sinon on est conduit à admettre qu'au Sahara il n'y a que quelques très grandes associations, ce qui serait déraisonnable quand on sait que la surface analysée dans ce tableau correspond à environ 400 000km^2. Il semble préférable de les considérer dans un premier temps comme caractéristiques de rangs phytosociologiques élevés : alliance, ordre, plus rarement classe. Dans chaque relevé on observe, à l'image d'une poupée russe, des ensembles d'espèces qui s'intriquent les uns aux autres, et on ne peut définir le rôle que chacun joue. Aussi notre essai d'interprétation phytosociologique ne doit-il être pris que comme tel et non comme une réalité intangible.

Toutefois nous estimons que notre analyse:

- confirme le statut des espèces de l'Acacio-Panicion et contribue à une connaissance plus approfondie de leur chorologie.
- concrétise certains ensembles: dans les oueds du groupe aphanérophytique s'organise un complexe méditerranéo-saharien à *Antirrhinum ramosissimun* et *Pituranthos scoparius*.
- met en évidence dans les regs deux ensembles assurant la transition entre le Sahara septentrional et le Sahara méditerranéen:
  - l'un à *Zilla spinosa* ssp. *macroptera* et *Anvillea radiata*
  - l'autre à *Arthrophytum scoparium*.

Il est évident que c'est sur ce constat biogéographique et sociologique que doit s'appuyer l'analyse phytosociologique.

Nous pensons de plus en plus, mais nous ne pouvons pas encore le prouver, que si l'association existe, elle n'apparaît pas avec constance, car les relevés qui ne sont pas toujours faits en saison favorable ne représentent qu'une partie de la réalité floristique et elle ne sera représentée que par un petit nombre d'espèces souvent éphémères. C'est peut-être là qu'il faut rechercher le critère d'homogénéité floristique nécessaire à l'association. Voilà qui fait réfléchir à la conception même de la hiérarchie sigmatiste qui définit les unités supérieures par rapport aux associations, c'est-à-dire dans " l'ordre de la complexité structurale croissante " (M. GOUNOT, 1969 p. 125) . Dans notre manière de procéder on constate de prime abord que ce qui est observé, observable, quantifiable, définissable ne correspond pas au concept de l'association tel qu'il est compris habituellement mais à autre chose qu'il est malaisé de hiérarchiser.

Comme c'est à partir d'associations parfaitement connues qu'il est coutumier de réunir les ensembles floristiques en diverses unités supérieures, il est malaisé, au Sahara, de procéder ainsi : en effet les valeurs les plus élevées de Constance/Importance - reflet de la présence ou de son corollaire l'absence - se rapportent à des espèces souventes fois présentes donc de rang phytosociologique élevé : l'aire de dispersion de chacune d'elles est importante et de ce fait elles se retrouvent dans plusieurs formations.

L'une des erreurs de baser l'analyse de la végétation essentiellement sur la formation est que celle-ci a, au Sahara, une suffisante extension géographique pour abriter divers ensembles unitaires (= individu d'association) corrélés par un facteur discriminant plus chorologique et abiotique que biotique; comme tous les projets de classification, donc de hiérarchisation, reposent avant tout sur l'échantillonnage, les comparaisons peu satisfaisantes au Sahara viennent le plus souvent, non pas d'une méthodologie différente, mais de leur trop grande rareté et de leur trop grande dispersion.

C'est très certainement une des raisons du manque d'une concordance entre la classification de P. QUEZEL (1965) et la nôtre bien que de valables convergences soient indéniables. Il faut attendre, selon nous, des éléments complémentaires pour une synthèse plus satisfaisante.

+

\+ +

Chaque tableau a sa signification propre. Le choix et la dispersion des relevés repose sur un ensemble de critères :

- le premier : la présence ou l'absence des éléments de la steppe à *Acacia-Panicum* (Tableaux I - 57 relevés, II - 35 relevés)
- le second : la présence de *Retama raetam* et *Ziziphus lotus* qui se substitue aux confins septentrionaux du Sahara à l'Acacio-Panicion (Tableaux VI - 47 relevés, VII - 12 relevés VIII - 32 relevés)
- le troisième : l'individualisation des regs à *Zilla spinosa* ssp. *macroptera* et *Anvillea radiata* (Tableaux III - 56 relevés, V - 57 relevés) qui se substituent au Sahara septentrional aux regs de l'Aervo-Fagonion (Tableau IV - 38 relevés).
- le quatrième : l'apparition de formations propres à la bordure saharienne notamment de la steppe à *Arthrophytum scoparium* (Tableaux IX - 23 relevés, X - 31 relevés)

Pour chacun d'eux des ensembles floristiques servent de discriminant . Enfin nous disposons chaque relevé afin que la réalité du continuum ne fasse aucun doute.

Principe de l'élaboration des tableaux

Les espèces sont toujours classées dans le même ordre. Pour arriver à cet ordonnancement nous nous sommes attachés à considérer leur répartition, en présence/absence, dans les formations retenues dans cette note et auparavant (J.-P. BARRY et al. 1980, 1981, 1982) . Ainsi progressivement une distribution relative de chaque espèce s'est précisée, distribution qui conduit, peut-être encore trop hâtivement, à proposer un statut phytosociologique pour certaines d'entre elles.

Notre échantillonnage mous amène comme P. QUEZEL (1965) à concevoir une unique classe - *Asterisco-Pergularietea tomentosi* -réunissant à la fois les formations des regs et des oueds de l' ensemble du Sahara paléotropical et holarctique. Par la suite nous séparons la végétation des oueds (formations à épineux : Acacio-Panicion pour l'essentiel) des déflations des regs.

Les regs et les oueds omni-sahariens.
(classe : *Asterisco-pergularietea tomentosi*)

Les deux espèces essentielles : *Asteriscus graveolens* et *Pergularia tomentosa* se retrouvent dans l'ensemble des formations végétales du Sahara. P. QUEZEL (1965 p. 102) leur accordait aussi un rang phytosociologique comparable, bien qu'électives de formations différentes ce qui est logique. Comme d'autres espèces ont la même distribution tant édaphique que biogéographique, nous nous proposons

de les adjoindre à cet ensemble pour le caractériser. Il apparaît toutefois que deux espèces ont une distribution moindre : *Farsetia occidentalis* et *Asphodelus tenuifolius* .Peut-être pourront-elles, ultérieurement, être raccordées à d'autres ensembles, notamment aux steppes de l'Arthrophytion scopariae .

Les tableaux I à XI

A l'exception du tableau XI réunissant la totalité des steppes des terrains gypseux et gypso-chlorurés, tous les autres traduisent la progressive diversification de certaines formations végétales - premières bases de nos recherches -. Comme à cette diversité physionomique correspond, et c'est heureux, une autre floristique, nous avons choisi d'analyser ces insensibles transitions.

Il faut savoir qu'à la rigoureuse séparation qu'autorise le Sahara entre l'Acacio-Panicion et l'Aervo-Fagonion succède dans cette " marche " vers l'Atlas saharien l' Antirrhino-Pituranthion scopariae et l' Anvilleo-Zillion macropterae (Tableaux I, II, VI, VII, VIII).

La position septentrionale de l'Acacio-Panicion fait qu'il perd rapidement son identité propre en acquérant les éléments de l' Antirrhino-Pituranthion scopariae (Tableaux II, VI, VII, VIII) présentant des faciès à *Retama raetam* et/ou *Ziziphus lotus* (Tableaux VI, VII, VIII).

A l'Aervo-Fagonion [1] (Tableau IV) succède sur les regs l'Anvilleo-Zillion macropterae (Tableaux III, V) par l'atténuation progressive du bioclimat qui lui est propre. C'est pourquoi il n'occupera jamais la plénitude du paysage, mais s'amenuisera avec l'insensible mais inéluctable transformation des conditions abiotiques. La végétation de contractée devient diffuse conjointement à " l'intronisation " de la " vedette " incontestée de la bordure saharienne : la steppe à *Arthrophytum scoparium* (Tableaux IX, X).

Notre analyse s'attache à présenter cette succession de formations s'intriquant et se masquant les unes et les autres à l'image d'écailles, formations qui objectivent ici, semble-t-il, un ensemble de faits pour l'essentiel chorologiques et bioclimatiques.

LES OUEDS

Les Oueds de l'Acacio-Panicion (Tableaux I, II)

Tableau I :

Leur difficulté d'interprétation est liée à leur situation marginale; ils n'ont pas la relative simplicité de ceux plus méridionaux.

On peut distinguer cinq ensembles :

Relevés 939 à 1830 : fortement imprégnés des éléments de l'Aervo-Fagonion ils présentent les faciès à *Salsola foetida* et *Randonia africana* ainsi qu'une de leurs variations les plus notables à *Hyoscyamus muticus* ssp. *falezlez* (337 à 1762, 1517 à 300B) seul ou mélangé à *Nucularia perrini* (292 à 635B).

On pourrait, semble-t-il, assurer une caractérisation de cet Acacio-Panicion septentrional par une " association " à *Psoralea plicata* et *Astragalus pseudotrigonus* (J.-P.BARRY et al. 1981,p.35) qui s'organise dans les oueds de pieds de coteaux enrichis en colluvium, ensemble qui assurerait la transition vers une autre " association " à "*Psoralea plicata* et *Atractylis delicatula* (J.-P.BARRY et al. 1981 p. 40) encore fragmentairement représenté (337 à 646). On remarque aussi que l'Anvilleo-Zillion, électif des regs septentrionaux , est en cours d'individualisation; il n'en est rien pour l' Antirrhino-Pituranthion .

Comme à l'habitude, un voile de sable plus ou moins gypseux amène l'installation de certaines espèces électives.

Tableau II :

L'Acacio-Panicion s'enrichit du " faciès " à *Cymbopogon schoenanthus* ssp. *laniger* et

(1) - Auquel nous avons adjoint les oueds aphanérophytiques décrits antérieurement (J.-P.BARRY et al. 1976, 1981 , 1982) car ils paraîssent relever du même ensemble phytosociologique.

Lasiurus hirsutus qui définit les oueds rocailleux à poches de limon.

Peut-être faudrait-il, étant donné la vaste distribution géographique de ces espèces et leur stricte localisation, les considérer comme caractéristiques de rang phytosociologique plus élevé.

L'installation progressive de l'Antirrhino-Pituranthion (1145 à 239) est concomitante à l'appauvrissement de l'Aervo-Fagonion qui cède sur les regs la place à l'Anvilleo-Zillion et à des représentants de l'*Helianthemethalia lippii* (?).

Les oueds de l'Antirrhino-Pituranthion scopariae (Tableau III)

L'Acacio-Panicion est appauvri, la nature rocailleuse et limoneuse de ces oueds est attestée par le "faciès" à *Cymbopogon schoenanthus* ssp. *laniger* et *Lasiurus hirsutus*. C'est dans ce milieu, fréquemment représenté sur et autour du Tademaït que va s'organiser l'Antirrhino-Pituranthion scopariae. L'Aervo-Fagonion n'est plus essentiellemnt représenté que par *Salsola foetida* et *Randonia africana* et fait place à l'Anvilleo-Zillion.

LES REGS

Les surfaces tabulaires parsemées de déflations et d'oueds de faible profondeur perdent leur identité saharienne dès qu'une végétation diffuse les occupe.

L'Aervo-Fagonion (Tableau IV)

Dans les vestiges de l'Acacio-Panicion et de l'Aervo-Fagonion - ce dernier essentiellement représenté par *Salsola foetida* et *Randonia africana* - s'organise l'Antirrhino-Pituranthion (1122 à 1466). C'est dans le fond par la colonisation de ces jeunes griffes d'érosion parsemant le reg que cet ensemble commence son individualisation.

L'Anvilleo- Zillion macropterae (Tableau V)

On constate bien que cette formation oblitère insensiblement l'espace en réunissant les divers ensembles relégués aux griffes d'érosion, aux oueds et aux déflations.

Cette situation intermédiaire est soulignée par la mise en place de diverses espèces des *Gymnocarpo-Atractyletalia* et des *Helianthemetalia lippii* propres à la bordure saharienne.

Les transitions au Sahara septentrional.

Les oueds à *Retama raetam* et/ou *Ziziphus lotus* (Tableaux VI, VII, VIII).

Si nous avons choisi de considérer ces oueds pour eux mêmes, c'est que nous pensions,dans l'optique formation, qu'ils pouvaient recéler une profonde dissemblance. En réalité, il n'en est rien, ou presque, si ce n'est que l'on retient que les oueds à *Retama raetam* sont toujours riches [1] en sable plus ou moins gypseux qu'ils présentent ou non du Jujubier qui préfère quant à lui les oueds plus enrochés (Tableau VII). Ils se substituent tous deux insensiblement à l'Acacio-Panicion (VI 1510 à 611). L'Antirrhino-Pituranthion s'affirme dans ces oueds du Sahara septentrional (Tableaux VI 434 à 683 , VII tous les relevés, VIII 1467 à 918). L'Aervo-Fagonion très appauvri, essentiellement représenté par *Salsola foetida* et *Randonia africana* s'efface devant l'Anvilleo-Zillion (VI 434 à 683, VII 936 à 921 , VIII 699 à 918)

Les steppes à *Arthrophytum scoparium* (Tableaux IX, X).

Deux ensembles se précisent assez rapidement, l'un encore imprégné d' Acacio-Panicion et d'Aervo-Fagonion. L'Antirrhino-Pituranthion y est bien représenté (Tableau IX) ainsi que l'Anvilleo-Zillion.

L'autre les a perdus. *Arthrophytum scoparium* se met en place, diversifiant des "associations" de la bordure saharienne imprécises. L'une à *Pituranthos chloranthus* et *Arthrophytum schmittianum* (X 1327 à 165) recèle un "faciès" à *Helianthemum confertum* (X 1332, 1323- 1335) tout à fait remar-

(1) - Un faciès à *Oudneya africana* est très net dans le tableau VI relevés 1093, 824-611

quable, spécifique de cette région. On constate la quasi disparition de l'Asterico-Pergularietea. C'est peut-être à cette occasion qu'il faudrait donner plus d'importance à *Farsetia occidentalis* (ou un autre statut).

Les formations édaphiques (Tableau XI)

En ce qui concerne les formations édaphiques qui ont une vaste extension au Sahara, nous sommes d'accord avec P. QUEZEL (1965 p. 86) : " il nous paraît pour l'instant prématuré de proposer une hiérarchisation phytosociologique ".

Ce qui complique aussi l'observation c'est qu'il est malaisé de séparer les espèces psammophiles de celles liees à un placage sablonneux, car tout le monde sait que sur le sable vif la végétation est inexistante, qu'elle se cantonne aux creux interdunaires et que la moindre variation du dépôt sableux modifie en quelques espaces le cortège floristique.

Nous avons délibérément choisi de définir ces formations en réunissant tous les relevés- ou presque - présentant *Traganum nudatum* que P. QUEZEL (1965) propose avec *Suaeda mollis* comme caractéristique d'unité supérieure; il faut probablement y adjoindre *Halogeton alopecuroïdes*.

Les individus d'association sont présentés selon un gradient de plus en plus sulfaté et chloruré (de la gauche vers la droite).

Quelques remarques peuvent être faites :

- si l'*Helianthemetalia lippii* est représenté maigrement, divers " faciès " s'organisent. L'un tout à fait spécifique à cette région à *Ephedra alata* ssp. *decaisnei* et *Fagonia microphylla* ssp. *fruticans* (XI , 1532 à 546). Ce qui est remarquable c'est la liaison existant entre *Salsola foetida* et *Randonia africana* relégués aux dépressions des regs et qui sont indicateurs d'un milieu sablonneux assez fortement sulfaté ou chloruré que souligne *Zygophyllum album, Atriplex coriacea, Salsola sieberi* et *Limoniastrum guyonianum* (XI , 243 à 1742).

Cette situation n'est pas faite pour nous étonner, car il est bien évident que la position topographique élective de ces deux espèces de l'Aervo-Fagonion favorise un endoréisme certain favorable à l'accumulation de ces composants.

Conclusions

Le plateau du Tademaït, marche entre le pays méditerranéen et le pays saharien, amène le Sahara.

S'il s'abaisse dans sa partie septentrionale vers l'oued Mya, il s'appuie à l'est sur le Grand Erg et domine à l'ouest le Gourara, le Touat, au sud le Tidikelt, l'Aguemour, le Tinrhert.

La diversité des situations qu'il offre est telle que les ensembles essentiels à la connaissance et à la compréhension de la végétation du Sahara septentrional sont réunis depuis la steppe à *Arthrophytum scoparium* élective de la bordure saharienne à la steppe à *Acacia - Panicum* authentiquement saharienne. Cette grande diversité est incontestablemant beaucoup plus liée au facteur thermique qu'au facteur ombrique. Lorsque les précipitations sont inférieures à 50 mm/an, si elles ont une signification dans la distribution spatiale de la végétation, elles n'en ont guère dans la distribution des éléments floristiques; l'on passe du mode diffus au mode contracté entre 50 et 30 mm/an. Par contre la disparition de l'Antirrhino-Pituranthion scopariae et son remplacement progressif par l'Acacio-Panicion commence lorsque m est compris entre +3 et +4°C.(1) ; il ne devient totalement lui-même que pour m supérieur à 5°C.

Sur les revers septentrionaux et occidentaux, les formations végétales d'ascendance méditerranéenne et d'ascendance saharienne se juxtaposent en de complexes phytocénoses où se cotoient des éléments méditerranéens saharo-sindiens, plus exceptionnellement soudano-zambéziens. C'est par l'analyse de ces ensembles qui prennent en compte les observations synécologiques antérieures que l'on peut mettre un peu d'ordre, définir le statut de certaines espèces et proposer une classification phytosociologique des grands ensembles.

(1) - que l'on peut corréler avec T = +16-20 °C. (RIVAS-MARTINEZ 1981) et t = +10, 12-13°C. (UNESCO 1963)

L'Aervo-Fagonion qui s'organise dans les déflations et les maigres oueds de l'ensemble du Sahara est essentiellement représenté dans cette partie méridionale par deux faciès (Associations ?) l'un occidental à *Salsola foetida* et *Randonia africana*, l'autre plus oriental et peut-être plus méridional à *Hyoscyamus muticus* ssp. *falezlez* et *Artemisia judaica* ssp. *sahariensis*.Au fur et à mesure que l'on se rapproche du pied de l'Atlas saharien, le gain de latitude et d'altitude, entraînant conjointement un abaissement des températures et une augmentation de l'humidité, amène l' Anvilleo-Zillion macropterae à se substituer à l'Aervo-Fagonion.

A l'Acacio-Panicion succède pour les mêmes raisons l'Antirrhino-Pituranthion scopariae qui acquiert, dans les oueds de l'Atlas saharien, des faciès (Associations ?) à *Retama raetam* , *Ziziphus lotus* et *Rhus tripartita*.

Il apparaît de plus en plus certain que la steppe à *Arthrophytum scoparium* s'identifie à l'étage mésoméditerranéen avec un m inférieur à +3°C. Il y aura peut-être lieu de réunir cet Arthrophytion scopariae à un Ordre (Classe ?) réunissant l'ensemble des formations mésoméditerranéennes de la bordure saharienne et des revers méridionaux des hauts plateaux, l'*Helianthemetalia lippii* assurant une liaison avec les éléments de la steppe à alfa.

Il faut peut-être songer, comme le rappelle P. OZENDA (1982 p. 71) qu'un climax est concrétisé par l'alliance phytosociologique, ce qui serait le cas de nos formations étonnamment fixes dans le temps et dans l'espace. Il ne pourra y avoir de ce fait, d'associations qu'à la suite d'une spécification nécessairement chorologique; le fait dynamique dans ce qu'il a d'anthropique ne semblant nullement évident dans ces régions où l'homme passe plus qu'il ne demeure. On peut nous objecter que nos tableaux ne correspondent pas nécessairement à ceux habituels, ce qui est tout à fait exact, car nous avons été guidés par la " formation": ce qui conduit, dans un premier temps, à les organiser selon ces critères qui prennent en compte les déterminants de la formation . Mais les relevés d'une part, les espèces d'autre part sont organisés selon un unique critère, le seul pertinent semble-t-il, le chorologique. De cette distribution, référée à l'ensemble du Sahara, apparaissent des ensembles qui autorisent des regroupements en ensembles cohérents. C'est ainsi que progressivement, peut s'objectiver le statut phytosociologique des espèces, objectivation qui confirme bien que nos relevés sont des phytocénoses regroupant un certain nombre d'individus d'association qui ne sont, eux-mêmes, que dans les conditions extrêmesqu'ils caractérisent.

CLASSE DES HELIANTHEMETEA LIPPII

Ordre des Gymnocarpo-Atractyletalia serratuloïdes Thermoméditerranéen (Saharo-septentrional)		Ordre des Helianthemetalia lippii Mésoméditerranéen (Bordure saharienne et revers méridionnaux des Hauts Plateaux)
OUEDS	REGS	
Alliance à Anthirrhino-Pituranthion scopariae	Alliance à Anvilleo-Zillion macropterae	Alliance à Arthrophytion scopariae
	Ass. (?) à Centaurea pungens et Launaea arborescens	
Faciès à Retama raetam Rhus tripartita Ziziphus lotus		

BIBLIOGRAPHIE

AUBREVILLE A. (1970) . Vocabulaire de biogéographie appliquée aux régions tropicales.
Adansonia (Fr.) 10, 4: 439-497.

BAGNOULS F., GAUSSEN H. (1953) . Saison séche et indice xérothermique.
Bull. Soc. Hist.nat. Afr. N. ,88 : 193-239.

BAGNOULS F., GAUSSEN H. (1957) . Les climats biologiques et leur classification.
Ann. Geogr. n° 355: 193-220.

BARRY J.-P. (1982) . La frontière méridionale du Sahara entre l'Adrar des Iforas et Tombouctou.
Ecologia Mediterranea VIII, 3 : 99-124.

BARRY J.-P. , FAUREL L., BAUMGARNER N., BELIN B., CELLES J.-C., KADA A. (1968) . Carte de la végétation de l'Algérie, Ghardaïa(1/500 000) publiée par l'Institut de Cartographie de la Végétation de l'Université d' Alger.

BARRY J.P., CELLES J.C. (1972-1973). Le problème des divisions bioclimatiques et floristiques au Sahara algérien , I : Le Sahara septentrional et nord-occidental .
Nat. mons., sér. bot., 23-24 : 5-48.

BARRY P.-P., FAUREL L., BAGNOULS F., BELIN B., CELLES J.C.(1973) . Notice de la feuille de Ghardaïa.Carte de la végétation de l'Algérie au 1/500 000.
Mém. Soc. Hist. nat. Afr. N. , 11 , Nelle Série : 1-125.

BARRY J.-P., CELLES J.-C., FAUREL L. (1974) - Carte internationale du Tapis Végétal et des conditions écologiques publiée par le service d' Ecologie de l'Université d' Alger ,
Soc. Sci. nat. Afr. N., Alger 1/1 000 000.

BARRY J.-P., CELLES J.-C., LACOSTE A. (1977) - Approche bioclimatique et phytogéographique des frontières saharo-sahéliennes de l'Adrar des Iforas (Mali) .
Rapport D.G.R.S.T. Comité Lutte contre l'aridité en milieu tropical : 31 p.

BARRY J.-P., CELLES J.-C., MANIERE R. (1976) . Le problème des divisions bioclimatiques et floristiques au Sahara algérien, II : Le Sahara central et le Sahara méridional.
Nat. Monsp., sér. bot. , 26 : 211-242.

BARRY J.-P., CELLES J.-C., MANIERE R. (1981) . Le problème des divisions bioclimatiques et floristiques au Sahara algérien. , III : L' analyse de la végétation de la région d'In Salah et de Tamanrasset (Sahara central et méridional).
Nat. monsp. , sér. bot., 44 : 1-48 et cartes.

EMBERGER L. (1942) . Un projet de classification des climats au point de vue phytogéographique.
Bull. Soc. Hist. nat. Toulouse , 77 : 97-124.

EMBERGER L. (1947). Instructions pour l'établissement de la carte des groupements végétaux.
Service Carte Group. Vég. France. : 44p.

GODRON M. (1971) . Essai sur une approche probabiliste de l'écologie des végétaux.
Thèse doct. Sci. nat. Montpellier, 247 p.

GOUNOD . (1969) . Méthodes d'étude quantitative de la végétation.
Edit. Masson , Paris. , 314 p.

MAIRE R. (1933 -1940) . Etudes de la flore et la végétation du Sahara central.
Mém. Soc. Hist. nat. Afr. N. I-II : 1-272 (1933) III : 273-433 (1940).

OZENDA P. (1977) . Flore du Sahara
Edit. C.N.R.S., 622 p. (2e édition revue et complétée).

OZENDA P. (1982) . Les végétaux dans la biosphère.
Doin Edit. , 431p.

QUEZEL P. (1965) - La végétation du Sahara , du Tchad à la Mauritanie .
Gustav Fisher Verlag ; Stuttgart , Masson et Cie Edit. Paris , 333 p.

QUEZEL P. (1971) . XI Die Pflanzenwelt , I - Flora und Vegetation der Sahara.
in- Die Sahara und ihre Randgebiete (H. Schiffers ed.) BD. I Physiogéographie , p. 429-475 .Weltforum Verlag.München Edit.

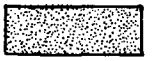
RIVAS- MARTINEZ S. (1981) . Les étages bioclimatiques de la végétation de la Péninsule Ibérique
Actes III Congr. Optima , Anales Jardin Bot. Madrid 37 (2) : 251 -268 .

UNESCO-FAO (1963) . Carte bioclimatique de la zone méditerranéenne " Recherches sur les zones arides ".
21 : 60 p., 5 cartes h.t.

SAUVAGE C. (1963) .Etages bioclimatiques .
Comité nat. de Géogr. du Maroc. Atlas du Maroc : 44 p.

LES FORMATIONS EDAPHIQUES

LES ERGS



dunes vives et dunes à *Stipagrostis pungens*

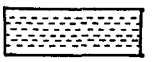
dunes vives et dunes à *Stipagrostis pungens* - dépressions interdunaires gypso-salées à *Limoniastrum guyonianum*

dunes vives, dunes à *Stipagrostis pungens* et creux à *Cornulaca monacantha*

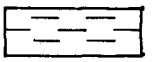
dunes à *Asthenatherum forskalii* , *Moltkia ciliata*

dunes à *Stipagrostis pungens* et à *Stipagrostis acutiflora* steppe sableuse à *Anabasis articulata* et *Traganum nudatum*

LES GYPSES

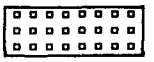


Chotts sans végétation

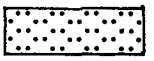


formation à Fech Fech
dépressions à *Atriplex coriacea* et *Suaeda mollis*

steppe - faciès nombreux à *Anabasis articulata* et *Zygophyllum album*



steppe à Salsolacées et *Ephedra alata*



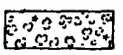
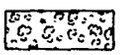
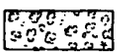
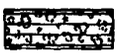
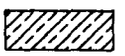
steppe à *Stipagrostis acutiflora* et *Traganum nudatum*

LES FORMATIONS CLIMATIQUES

- A - LES REGS

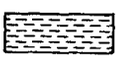
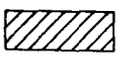
I - MESOMEDITERRANEEN

Steppe buissonneuse

	DENSE	CLAIRE	DIFFUSE
à - *Moricandia arvensis* et *Cymbopogon schoenanthus* (Type M'Zab)			
- *Arthrophytum scoparium* (*Arthrophytion scopariae*)			
- *Rhanterium suaveolens*			
- *Rhanterium suaveolens* et *Arthrophytum scoparium*			
- *Aervo - Fagonion bruguieri* et *Arthrophytum scoparium*			
- *Anvillea radiata* et *Zilla macroptera* (*Anvilleo - Zillion macropterae*)			
faciès (?) à *Salsola foetida* et *Randonia africana* de l'*Aervo - Fagonion*			

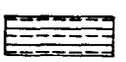
II - Zone de transition MESOMEDITERRANEEN - THERMOMEDITERRANEEN

Steppe désertique

à - *Aervo - Fagonion bruguieri*			
faciès (?) à *Salsola foetida* et *Randonia africana*			

III - THERMOMEDITERRANEEN

Steppe désertique

à - *Aerva javanica* et *Fagonia bruguieri* (*Aervo - Fagonion bruguieri)*			
faciès (?) à *Salsola foetida* et *Randonia africana*			
faciès (?) a *Hyoscyamus muticus* ssp. *falezlez* (et *Artemisia judaica* ssp. *sahariensis*)			

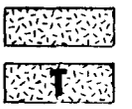
B - LES OUEDS

I - MESOMEDITERRANEEN

Oueds

à *Antirrhinum ramosissimum* et *Pituranthos scoparius (Antirrhino-Pituranthion scopariae)*

faciès à *Retama raetam* avec ou sans *Ziziphus lotus* et *Rhus tripartita*



faciès à *Retama raetam* et *Ziziphus lotus*

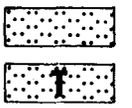
Oueds de

l' *Acacio - Panicion turgidi* et *Tamarix* pl. sp.

II - Zone de transition MESOMEDITERRANEEN - THERMOMEDITERRANEEN

Oueds de

l' *Antirrhino - Pituranthion scopariae* et *Acacio - Panicion*



III- THERMOMEDITERRANEEN

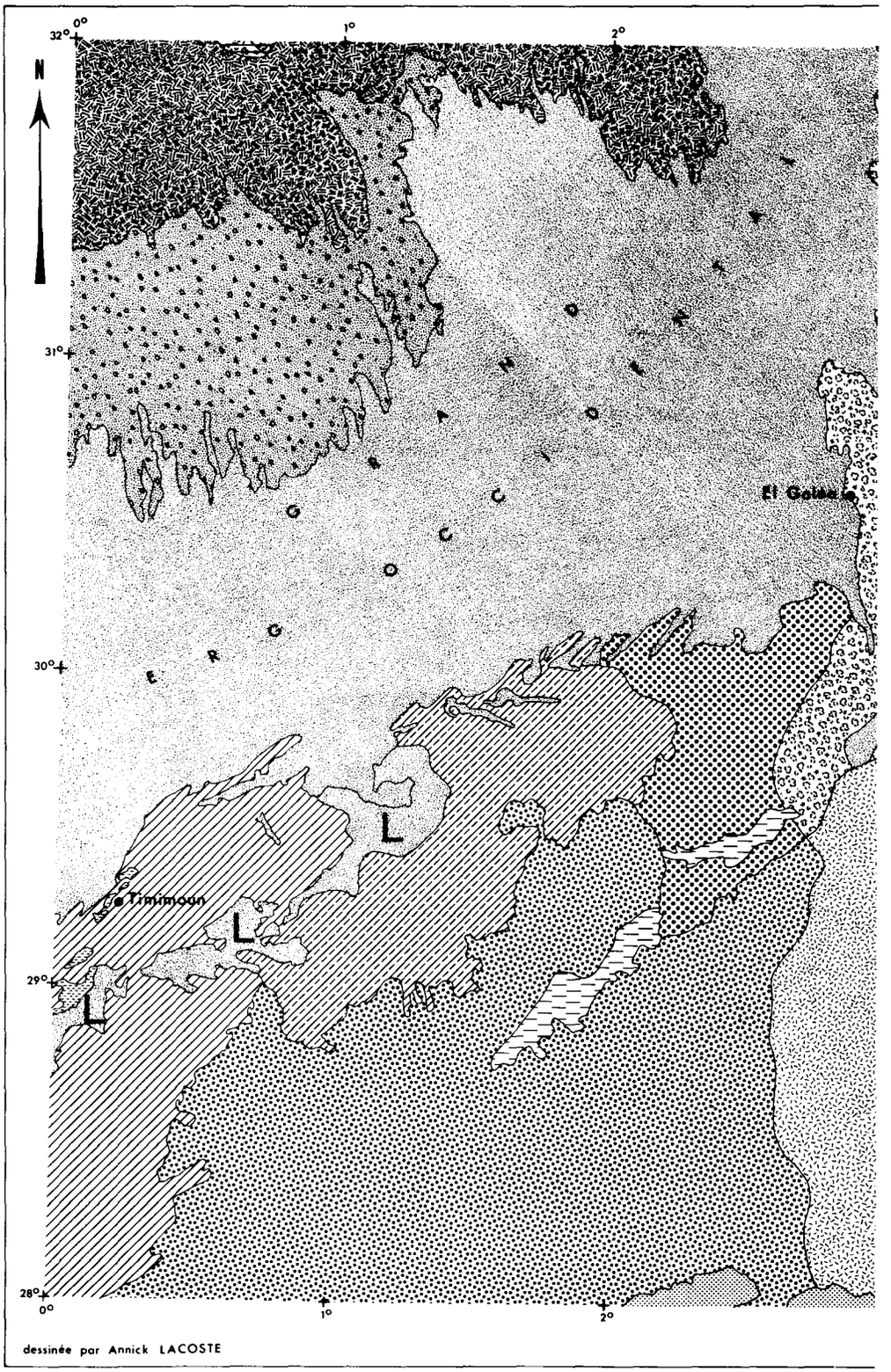
Steppe désertique

à *Acacia ehrenbergiana , Acacia tortilis* ssp. *raddiana* et *Panicum turgidum* (*Acacio - Panicion turgidi*)

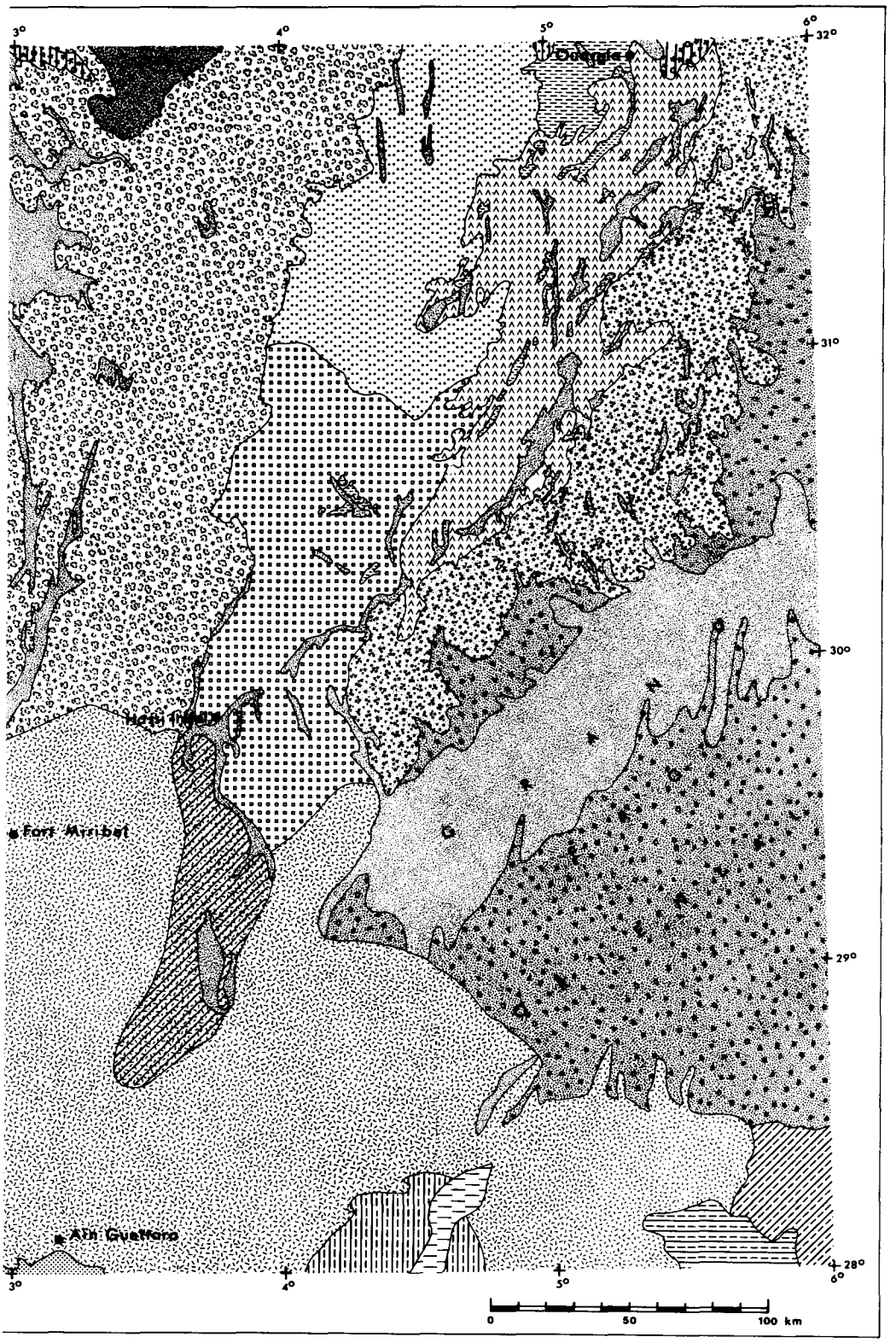
faciès à *Psolarea plicata*

faciès à *Lasiurus hirsutus*

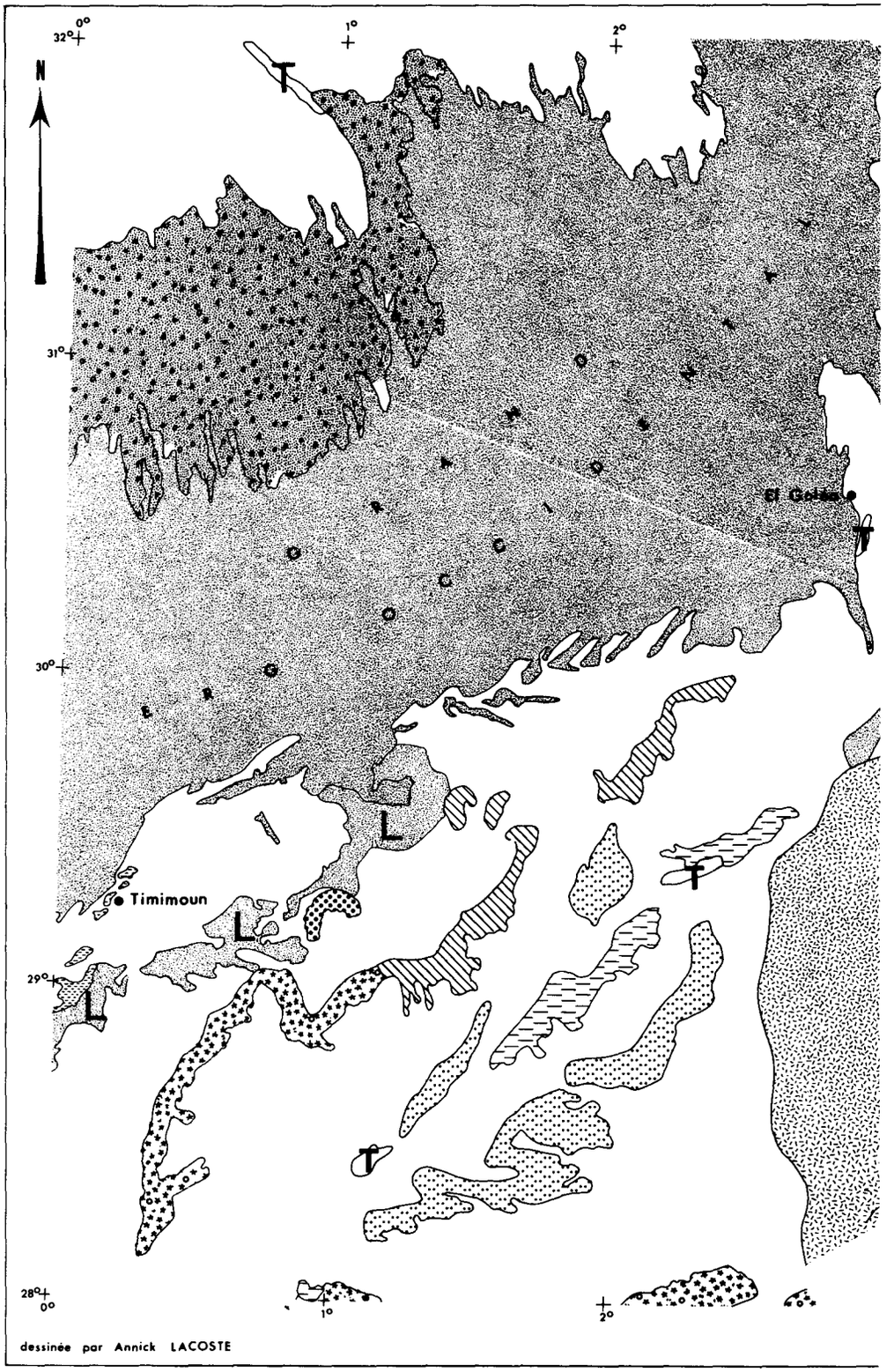
et *Tamarix* pl. sp.

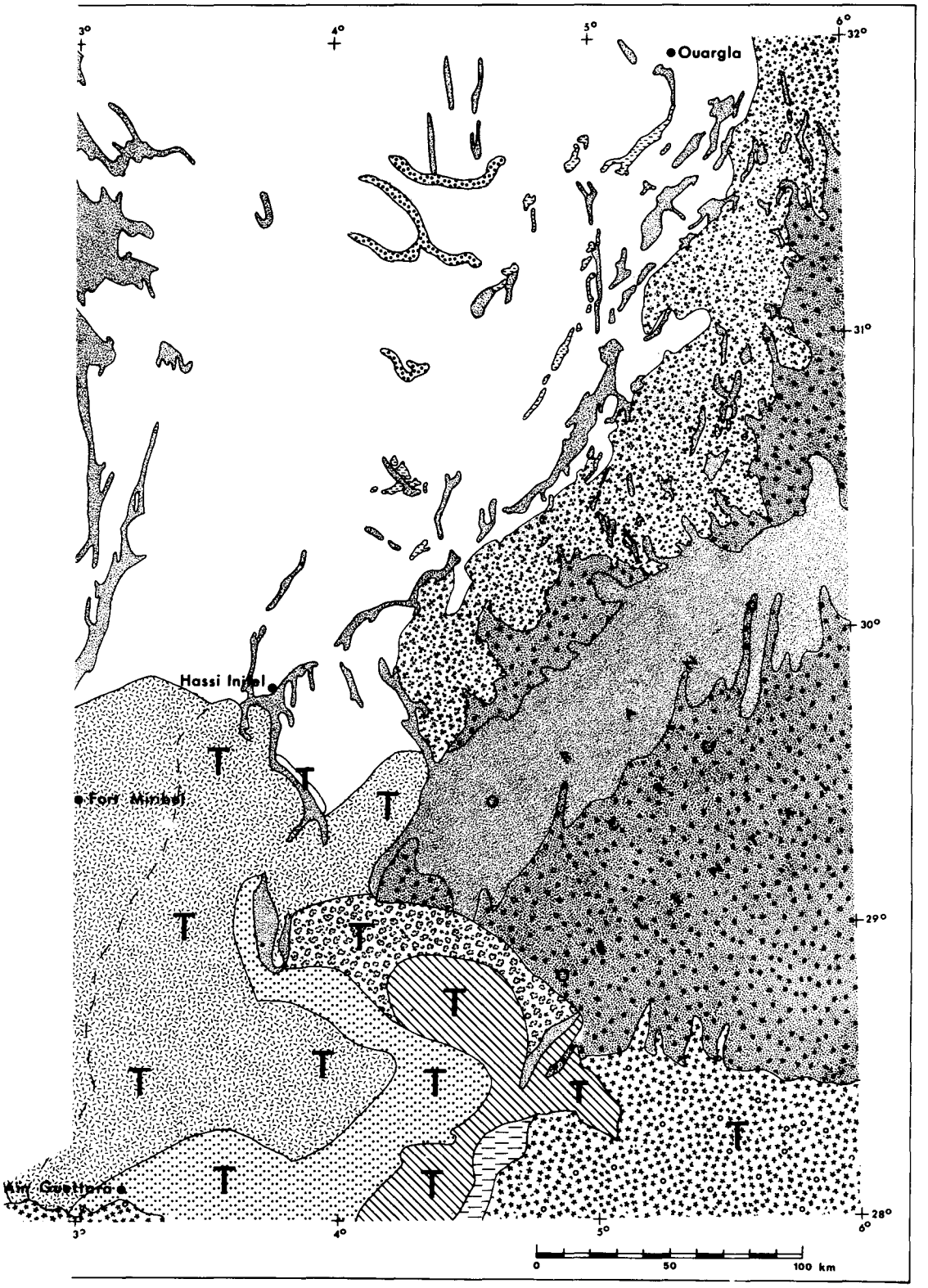


dessinée par Annick LACOSTE

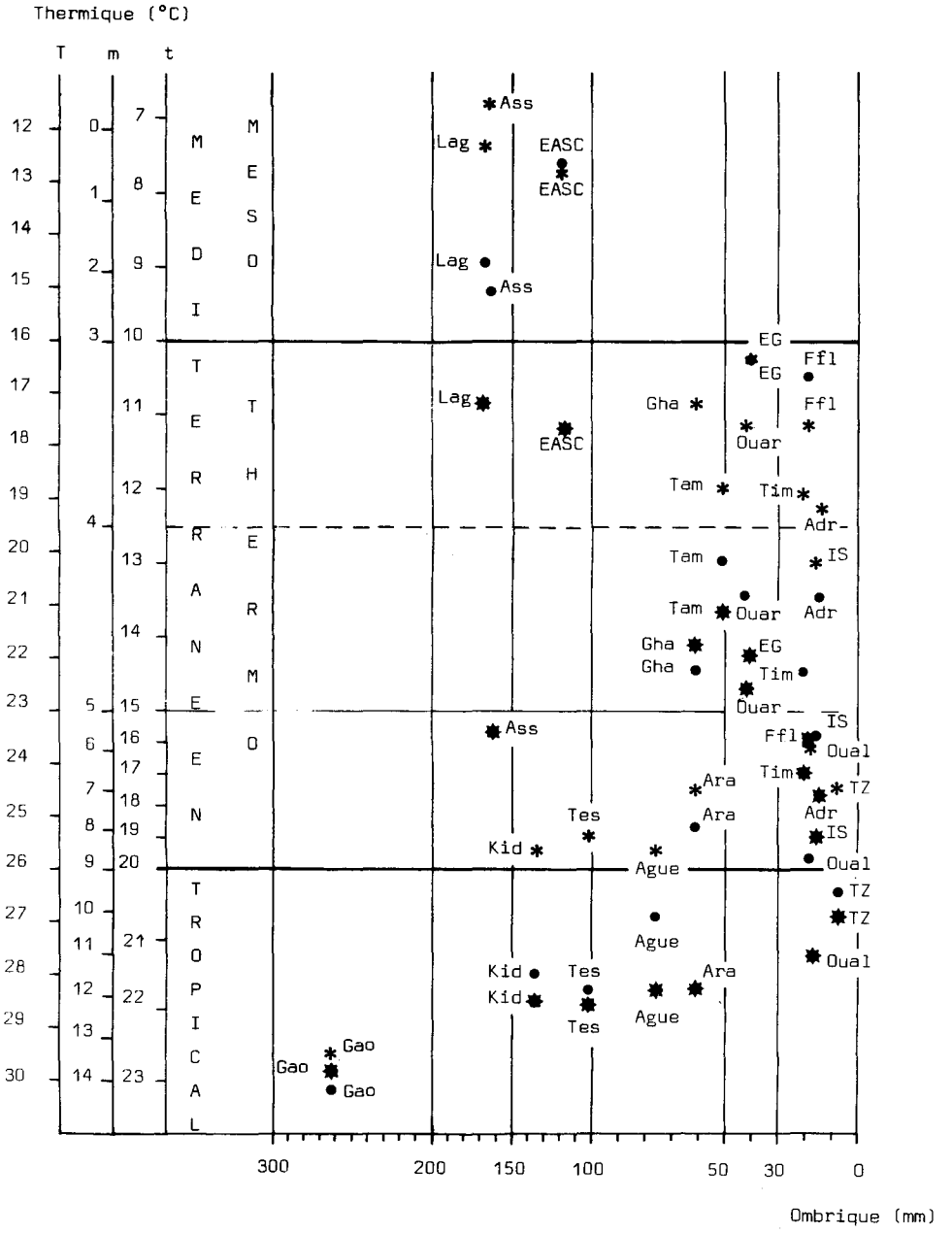


LES FORMATIONS VEGETALES DES REGS


0°
1°
2°
32°
N
31°
30°
29°
28°
T
L
Timimoun
El Golea
dessinée par Annick LACOSTE



LES FORMATIONS VEGETALES DES OUEDS

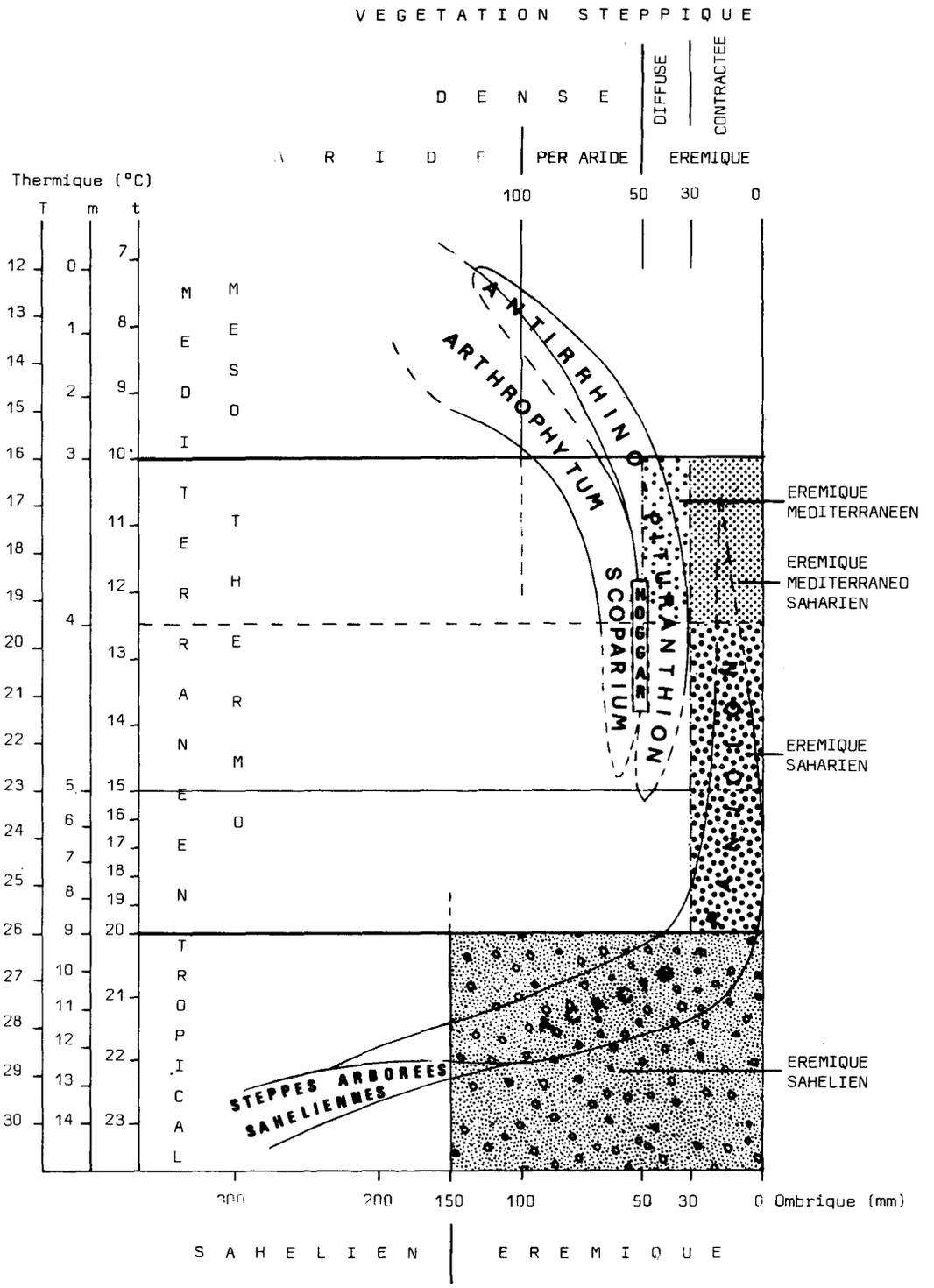


✸ T = t° moyenne annuelle

● m = t° moyenne des minima du mois le plus froid

✱ t = t° moyenne du mois le plus froid

RELATIONS DES FACTEURS OMBRIQUE ET THERMIQUE DES STATIONS DU SAHARA ALGERIEN ET MALIEN AVEC LES BIOCLIMATS MEDITERRANEENS



RELATIONS ENTRE LES BIOCLIMATS ET LA DISTRIBUTION DE LA VEGETATION D'UNE PARTIE DU SAHARA ALGERIEN ET MALIEN

Tableau I : Les oueds de l'Acacio-Panicion

	FRE QUE NCE	PRE SEN CE	A D M	RECO UVRE MENT
LES GROUPEMENTS CLIMATIQUES				
LES REGS ET OUEDS OMNI-SAHARIENS				
Classe: Asterisco-Pergularietea Quezel, Complexe Sindo-angolan (Holarctis et Paleotropis).				
Asteriscus graveolens (Forskal) DC.	22	III	+	205.3
Pergularia tomentosa L.	21	III	+	178.9
Colocynthis vulgaris (L.) Schrader	11	II	+	9.6
Crotalaria saharae Coss on	4	I	+	1.3
Linaria aegyptiaca (L.) Dum.-Cours et ssp.fruticosa(Desf.)Maire	1	I	+	0.9
Linaria aegyptiaca (L.) Dum.-Cours et	4	I	+	11.4
Heliotropium bacciferum Forskal ssp.eu-undulatum Maire	6	I	+	5.1
Trichodesma africanum (L.) R.Br.	4	I	+	3.5
Anastatica hierochuntica L.	3	I	+	2.6
Forsskaolea tenacissima L.	23	III	+	150.9
Asphodelus tenuifolius Cav.	10	II	+	8.8
LES OUEDS.				
GROUPE de l'Acacia-Panicum turgidum, Alliance: Acacio-Panicion, Complexe Sindo-angolan (Holarctis et Paleotropis), Omni-Sahara.				
LES OUEDS.				
Acacia tortilis (Forskal) Hayne ssp.raddiana (Savi) Brenan	39	IV	2	1677.2
Acacia ehrenbergiana Hayne	42	IV	2	1499.1
Panicum turgidum Forskal	39	IV	2	1141.2
Cymbopogon schoenanthus ssp.laniger (Hooker)Maire et Weiller	1	I	+	8.8
Tamarix aphylla (L.) Karsten	5	I	+	267.5
Sahara central et Sahara septentrional.				
Pulicaria crispa (Forskal) Bentham et Hooker	28	III	1	458.8
Forsskaolea tenacissima L.	6	I	+	36.8
Psoralea plicata Delile	18	II	1	339.5
Astragalus pseudo-trigonus Batt. et Trabut	16	II	+	61.4
Atractylis delicatula Batt. et Chevall.	15	II	+	50.9
Lasiurus hirsutus (Forskal) Boiss.	10	II	+	159.6
Cenchrus ciliaris L.	1	I	+	8.8
Cleome arabica L.	4	I	+	3.5
Aristida adscensionis L. ssp. adscensionis L.	1	I	+	0.9
Aristida caerulescens Desf.	1	I	+	0.9
Diplotaxis harra (Forskal) Boiss.	2	I	+	1.8
Chrysanthemum macrocarpum Cosson et Kral.	1	I	+	0.9
Coronopus lepidoides (Cosson) O.Kuntze	1	I	+	0.9
Pancratium trianthum Herbich	1	I	+	0.9
Complexe Méditerranéo Sahara-sindien (Holarctis), Sahara septentrional.				
GROUPE de l'Antirrhinum ramosissimum et Pituranthos scoparius, Alliance: Antirrhino-Pituranthion scoparii.				
Brocchia cinerea (Delile) Vis.	10	II	+	8.8
Reseda villosa Cosson	6	I	+	13.2
Moricandia arvensis (L.)DC.	5	I	+	12.3
Pennisetum dichotomum (Forskal) Delile	4	I	+	57.0
Daucus sahariensis Murb.	1	I	+	0.9
Anacyclus cyrtolepidioides Pomel	1	I	+	0.9
Rhus tripartita (Ucria) Grande	1	I	+	8.8

LES REGS (les steppes désertiques à ...)

Espèce					Relevés (bloc 1)	Relevés (bloc 2)	Relevés (bloc 3)	Relevés (bloc 4)	Relevés (bloc 5)
Ordre: Aervo-Fagonetalia bruguierii.									
Alliance: Aervo-Fagonion.									
Complexe Sinuo-angolan (Holarctis et Paleotropis).									
Omni-Sahara.									
Fagonia bruguieri DC.	22	III	+	57.0	+ + +	+ +	+ + + + 1 + + + + + + + +	2 + +	+
Fagonia olivieri Boiss.	3	I	+	2.6			+	+ +	
Stipagrostis plumosa (L.) Bourreil ssp.lanuginosa (Trabut) Maire	12	II	+	71.9	+	+ + +	+ + 1 2 1 +	1 1	
Schouwia purpurea(Forskal)Schweinf.schimperi(Jaub.Spach)Muschler	2	I	+	1.8		+	+		
Cornulaca monacantha Delile	1	I	+	0.9		+			
Hyoscyamus muticus L. ssp.falezlez (Cosson) Maire	20	III	1	504.4		1 2 2 1 2 3	+ 1 + + 4 +	2 3 2 1 1 2 2 +	
Artemisia judaica L. ssp.sahariensis Chevall.	2	I	+	17.5			1		1
Complexe Mediterraneo Saharo-sindien (Holarctis).									
Sahara central et Sahara septentrional.									
Salsola foetida Delile	23	III	+	248.2	+ + + 1 2 +	+ + 2 2	1 + 1 1 1 + 1 1 1 1	2 1 2	
Randonia africana Cosson	16	II	+	254.4	+ + 1 2 +	2 2 2 2	+ 1 1	2 2	1 +
Nucularia perrini Batt.	10	II	+	137.7			1 1 + 1 1 2 1 2 2 +		
Carduncellus eriocephalus Boiss.	1	I	+	0.9			+		
Monsonia heliotropioides(Cav.)Boiss.nivea(Decne) Sauvage & Guinet	1	I	+	8.8				1	
Neurada procumbens L.	3	I	+	2.6		+	+	+	
Haplophyllum tuberculatum (Forskal) Juss.	8	I	+	14.9		1 + +	+ + + + +		
GROUPE de la Bordure Saharienne.									
Ordre:Gymnocarpo-Atractyletalia serratuloides.									
Complexe Méditerranéo Saharo-sindien (Holarctis).									
Sahara septentrional.									
Fagonia glutinosa Delile	6	I	+	5.3	+		+ + + +		+
Ifloga spicata (Forskal) Schultz Bip.	7	I	+	14.0	+		+ + 1 + + +		
Plantago ciliata Desf.	4	I	+	3.5			+ + +		+
Ephedra alata DC.	4	I	+	27.2	+	1 1	1		
Medicago laciniata (L.) Miller	3	I	+	2.6			+ + +		
Salsola vermiculata L.	3	I	+	2.6	+ +		+		
Asphodelus refractus Boiss.	1	I	+	0.9			+		
Rumex vesicarius L.	2	I	+	1.8			+ +		
Savignya parviflora ssp.longistyla(Boiss. et Reuter) Maire	2	I	+	1.8			+ +		
Arthrophytum schmittianum (Pomel) Maire et Weiller	3	I	+	92.1	2	2 2			
Pituranthos chloranthus (Cosson et Durieu) Bentham et Hooker	1	I	+	8.8	1				
GROUPE de l'Anvillea radiata et Zilla spinosa ssp.macroptera.									
Alliance: Anvilleo - Zillion macropterae.									
Anvillea radiata Cosson et Durieu	18	II	+	188.6	+ + + + 2		+ + 2 2 2 + 2 + +	1 1	+ 1
Zilla spinosa (L.) Prantl ssp.macroptera (Cosson) Maire	28	III	+	122.8	+ + + 0 1 1	+ + 1 + +	+ 1 + + + 2 + + + + + + + +	+ 1	2
Zilla spinosa (L.) Prantl	4	I	+	19.3			+ +	1	1
Picris coronopifolia (Desf.) DC. ssp.saharae (Cosson) Maire	6	I	+	5.3			+ + + + + +		
Centaurea pungens Pomel	4	I	+	3.5	+	+	+ +		
Launaea arborescens (Batt.) Maire	7	I	+	51.8	+ +	+ 1	1 2		+
Stephanochilus omphalodes (Cosson) Maire	1	I	+	0.9					+
Eruca vesicaria(L.)Cav.sativa(Miller)Thell.var.aurea (Batt.)Maire	1	I	+	0.9	+				
Moricandia arvensis (L.)DC. var.garamantum Maire	1	I	+	8.8			1		
Trigonella anguina Delile	2	I	+	1.8			+ +		
Ordre:Helianthemetalia lippii.									
Complexe Sindo-angolan (Holarctis et Paleotropis).									
Omni-Sahara.									
Anabasis articulata (Forskal) Moq.	4	I	+	71.1			1 + 2	2	
Helianthemum lippii (L.) Pers.	2	I	+	1.8	+		+		
Marrubium deserti De Noe	2	I	+	1.8			+ +		
Launaea nudicaulis (L.) Hooker fil.	1	I	+	0.9	+				
Matricaria pubescens (Desf.) Schultz Bip.	1	I	+	0.9	+				
Sahara central et Sahara septentrional.									
Euphorbia calyptrata Cosson et Durieu	5	I	+	4.4	+ +	+ +		+	
Polycarpaea repens (Forskal) Ascherson et Schweinf.	1	I	+	0.9			+	+	
Fagonia flamandii Batt.	1	I	+	8.8			1		
Complexe Méditerranéo Saharo-sindien (Holarctis).									
Sahara septentrional.									
Plantago ovata Forskal	1	I	+	0.9			+		
Medicago litoralis Rohde	2	I	+	1.8			+ +		
Paronychia arabica (L.) DC.	2	I	+	1.8	+		+		
GROUPE de l'Arthrophytum scoparium.									
Alliance: Arthrophytion scopariae.									
Androcymbium gramineum (Cav.) Macbride	1	I	+	0.9			+		
Dipcadi serotinum (L.) Medicus	1	I	+	0.9			+		

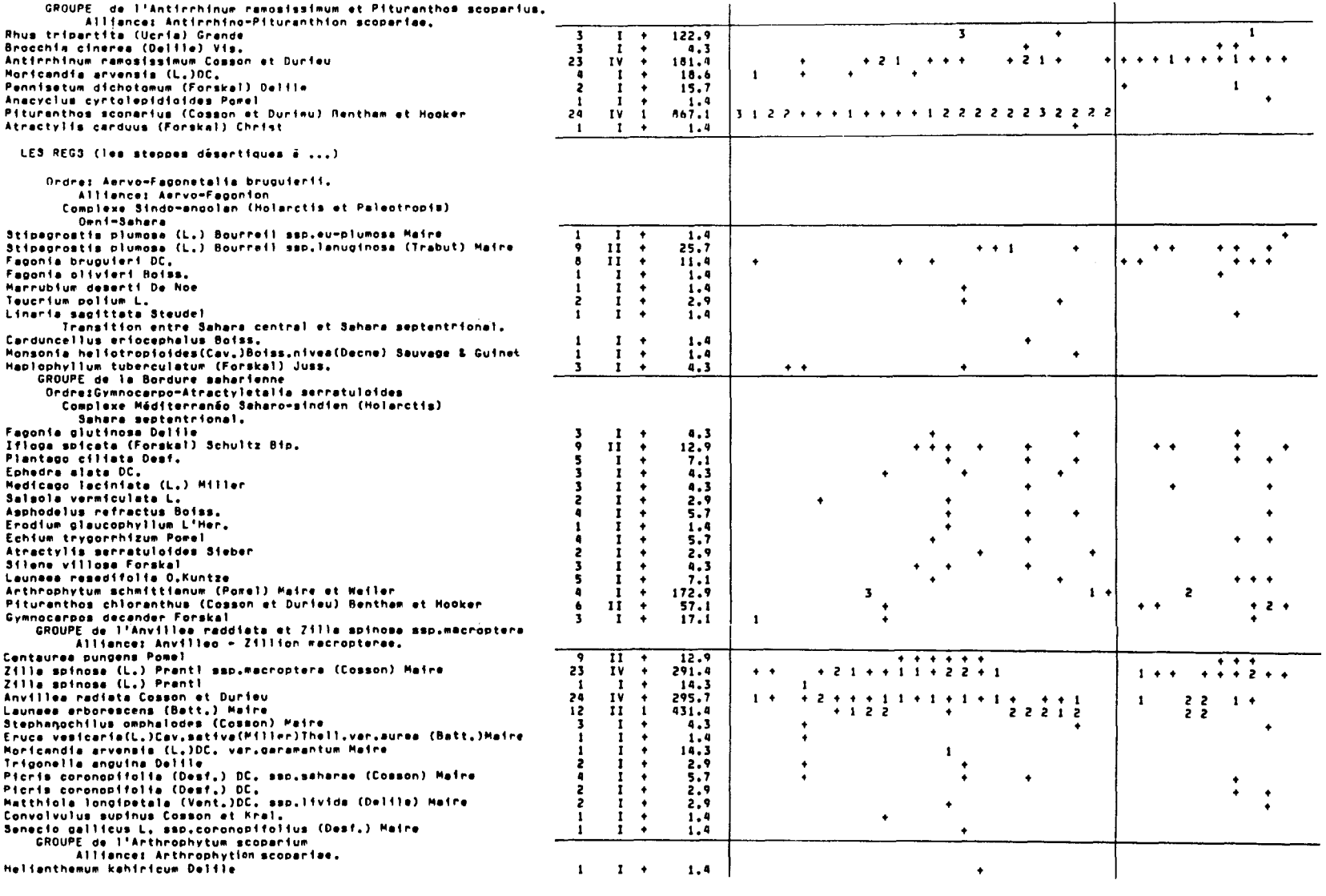
LES GROUPEMENTS EDAPHIQUES.									
LES ERGS.									
Complexe Sindo-angolan (Holarctis et Paleotropis).									
Omni-Sahara.									
Morettia canescens Hoiss.	7	I	+	6.1	+		+ + + + + +		
Stipagrostis pungens (Desf.) De Winter	9	II	1	438.6		2 3 2 2	4 3 3 1		2
Calligonum comosum L'Her.	6	I	1	338.6	+	3 3 3	4 2		
Sahara central et Sahara méridional.									
Asthenatherum forskalii (Vahl) Nevski	1	I	+	0.9		+			
Forskalea tenacissima L.	2	I	+	1.8		+ +			
Complexe Méditerranéo Saharo-sindien (Holarctis).									
Sahara septentrional.									
Moltkia ciliata (Forskal) Maire	6	I	+	35.1	+	2 +	+	+	+
LES GYPSES (gypso-salé, fech-fech).									
Complexe Sindo-angolan (Holarctis et Paleotropis).									
Omni-Sahara.									
Tamarix gallica L.	11	II	1	453.5	+ 3 3	2	2 3 2 2 3 3	+	
Complexe Méditerranéo Saharo-sindien (Holarctis).									
Sahara central et Sahara méridional.									
Traganum nudatum Delile	12	II	+	48.2	+ + +	+ +	+ + + 1 + 2	+	
Zygophyllum album L.	1	I	+	0.9		+			
Capparis spinosa L.	1	I	+	0.9			+		
Fagonia microphylla Pomel var. fruticans (Cosson) Maire	2	I	+	1.8			+ +		
Atriplex coriacea Forskal	4	I	+	11.4	+		+ + 1		
Oudneya africana R.Br.	1	I	+	0.9	+				
Salsola sieberi C.Presl	5	I	+	36.0	1		+ 1 1 1		
LES ELEMENTS BIOGEOGRAPHIQUES.									
MEDITERRANEENNE.									
Liaison méditerranéo Saharo-sindienne.									
Triseteria pumila (Desf.) Maire	1	I	+	0.9			+		
Méditerranéenne à irradiation Saharo-sindienne.									
Aeluropus litoralis (Gouan) Parl.	4	I	+	11.4	+		+ 1 +		
SAHARO-SINDIENNE.									
Savaia muricata (L.) Ascherson	1	I	+	0.9			+		
Seetzenia africana R.Br.	2	I	+	1.8			+	+	
Saharo-Sindienne méditerranéenne.									
Malcolmia aegyptiaca Sprengel	3	I	+	10.5		1	+	+	
Ammodaucus leucotrichus Cosson et Durieu	1	I	+	0.9			+		
Launaea glomerata (Cass.) Hooker fil.	4	I	+	3.5		+	+ + +		
Helianthemum ellipticum (Desf.) Pers.	1	I	+	0.9			+		
Cistanche phelipaea (L.) Coutinho	1	I	+	0.9		+			
Saharo-sindienne occidentale.									
Gaillonia reboudiana Cosson et Durieu	1	I	+	30.7	2				
Liaison Sindo-angolanne.									
PLURIREGIONALE.									
Phragmites communis Trin. var. isiacus (Delile) Cosson	1	I	+	0.9			+		
Spergularia diandra (Guss.) Heldr. et Sart.	1	I	+	0.9			+		

Tableau I : Les oueds de l'Acacio-Panicion.

Eléments de l'Aervo-Fagonion
- faciès à Salsola foetida et Randonia africana (337-1762)
- faciès à Hyoscyamus muticus ssp. falezlez (1517-3008)

Tableau II : Les oueds de l'Acacio-Panicion

	FRE QUE NCE	PRE SEN CE	A D M	RECO UVRE MENT
LES GROUPEMENTS CLIMATIQUES				
LES REGS ET OUEDS OMNI-SAHARIENS				
Classe: Asterisco-Pergularietea tomentosi				
Complexe Sindo-angolan (Holarctis et Paleotropis)				
Asteriscus graveolens (Forskal) DC.	20	III	+	284,3
Pergularia tomentosa L.	16	III	+	220,0
Colocynthis vulgaris (L.) Schrader	3	I	+	4,3
Crotalaria saharae Coss on	6	II	+	8,6
Linaria aegyptiaca (L.) Dum.-Courset	7	II	+	22,9
Heliotropium bacciferum Forskal ssp.eu-undulatum Maire	3	I	+	4,3
Trichodesma africanum (L.) R.Br.	5	I	+	7,1
Anastatica hierochuntica L.	1	I	+	1,4
Farsetia occidentalis B.L.Burtt	16	III	+	228,6
Asphodelus tenuifolius Cav.	9	II	+	12,9
LES OUEDS.				
GROUPE de l'Acacia-Panicum turgidum.				
Alliance: Acacio-Panicion.				
Complexe Sindo-angolan (Holarctis et Paleotropis)				
Omni-Sahara				
Pulicaria crispa (Forskal) Bentham et Hooker	13	III	1	498,6
Panicum turgidum Forskal	22	III	2	1238,6
Acacia tortilis (Forskal) Hayne ssp.raddiana (Savi) Brenan	19	III	2	1155,7
Acacia ehrenbergiana Hayne	15	III	1	972,9
Tamarix aphylla (L.) Karsten	3	I	1	321,4
Sahara central et Sahara septentrional.				
Aristida coerulescens Desf.	1	I	+	1,4
Pulicaria undulata (L.)DC. var.alveolosa (Batt.et Trabut) Maire	1	I	+	1,4
Atractylis delicatula Batt. et Chevall.	6	II	+	8,6
Farsetia aegyptiaca Turra	6	II	+	8,6
Cymbopogon schoenanthus (L.) Sprengel	8	II	+	98,6
Lasiurus hirsutus (Forskal) Boiss.	21	III	1	684,3
Psoralea plicata Delile	6	II	+	47,1
Astragalus pseudo-trigonus Batt. et Trabut	2	I	+	2,9
Complexe Méditerranéo Sahara-sindien (Holarctis)				
Sahara septentrional.				
Desmostachya bipinnata (L.) Stapf	1	I	+	50,0
GROUPE Aphanérophytique.				
Complexe Sindo-angolan (Holarctis et Paleotropis)				
Omni-Sahara				
Complexe Méditerranéo Sahara-sindien (Holarctis)				
Sahara central et Sahara septentrional.				
Salsola foetida Delile	2	I	+	15,7
Hyoscyamus muticus L. ssp.falezlez (Cosson) Maire	1	I	+	14,3
Nucularia perrini Batt.	1	I	+	50,0
Randonia africana Cosson	13	III	+	128,6


GROUPE de l'Antirrhinum ramosissimum et Pituranthos scoparius.
Alliance: Antirrhino-Pituranthion scopariae.
Rhus tripartita (Ucria) Grende
Brocchia cinerea (Delile) Vis.
Antirrhinum ramosissimum Cosson et Durieu
Moricandia arvensis (L.)DC.
Pennisetum dichotomum (Forskal) Delile
Anacyclus cyrtolepidioides Pomel
Pituranthos scoparius (Cosson et Durieu) Bentham et Hooker
Atractylis carduus (Forskal) Christ
LES REGS (les steppes désertiques à ...)
Ordre: Aervo-Fagonetalia bruguieri.
Alliance: Aervo-Fagonion
Complexe Sindo-angolan (Holarctis et Paleotropis)
Omni-Sahara
Stipagrostis plumosa (L.) Bourreil ssp.eu-plumosa Maire
Stipagrostis plumosa (L.) Bourreil ssp.lanuginosa (Trabut) Maire
Fagonia bruguieri DC.
Fagonia olivieri Boiss.
Marrubium deserti De Noe
Teucrium polium L.
Linaria sagittata Steudel
Transition entre Sahara central et Sahara septentrional.
Carduncellus eriocephalus Boiss.
Monsonia heliotropioides(Cav.)Boiss.nivea(Decne) Sauvage & Guinet
Haplophyllum tuberculatum (Forskal) Juss.
GROUPE de la Bordure saharienne
Ordre:Gymnocarpo-Atractyletalia serratuloides
Complexe Méditerranéo Sahero-sindien (Holarctis)
Sahara septentrional.
Fagonia glutinosa Delile
Iffiga spicata (Forskal) Schultz Bip.
Plantago ciliata Desf.
Ephedra alata DC.
Medicago laciniata (L.) Miller
Salsola vermiculata L.
Asphodelus refractus Boiss.
Erodium glaucophyllum L'Her.
Echium trygorrhizum Pomel
Atractylis serratuloides Sieber
Silene villosa Forskal
Launaea resedifolia O.Kuntze
Arthrophytum schmittianum (Pomel) Maire et Weiler
Pituranthos chloranthus (Cosson et Durieu) Benthem et Hooker
Gymnocarpos decander Forskal
GROUPE de l'Anvillea radiata et Zilla spinosa ssp.macroptera
Alliance: Anvillea - Zillion macropterae.
Centaurea pungens Pomel
Zilla spinosa (L.) Prantl ssp.macroptera (Cosson) Maire
Zilla spinosa (L.) Prantl
Anvillea radiata Cosson et Durieu
Launaea arborescens (Batt.) Maire
Stephanochilus omphalodes (Cosson) Maire
Eruca vesicaria(L.)Cav.sativa(Miller)Thell.var.aurea (Batt.)Maire
Moricandia arvensis (L.)DC. var.garamantum Maire
Trigonella anguina Delile
Picris coronopifolia (Desf.) DC. ssp.saharae (Cosson) Maire
Picris coronopifolia (Desf.) DC.
Matthiola longipetala (Vent.)DC. ssp.livida (Delile) Maire
Convolvulus supinus Cosson et Kral.
Senecio gallicus L. ssp.coronopifolius (Desf.) Maire
GROUPE de l'Arthrophytum scoparium
Alliance: Arthrophytion scopariae.
Helianthemum kahiricum Delile

Ordre:Helianthemetalia lippii.						
Complexe Sindo-angolan (Holarctis et Paleotropis)						
Omni-Sahara						
Anabasis articulata (Forskal) Moq.	3	I	+	114.3	2 2 1	
Helianthemum lippii (L.) Pers.	9	II	+	110.0	+ + + 2 + + 2	+ + +
Helianthemum lippii (L.) Pers. var.intricatum Murb.	1	I	+	1.4	+	
Lotus jolyi Batt.	4	I	+	5.7	+ +	+ +
Launaea nudicaulis (L.) Hooker fil.	2	I	+	2.9	+ +	
Matricaria pubescens (Desf.) Schultz Bip.	2	I	+	2.9	+ +	
Hippocrepis multisiliquosa L.	2	I	+	2.9	+	+
Sahara central et Sahara septentrional.						
Euphorbia calyptrata Cosson et Durieu	1	I	+	1.4		+
Fagonia flamandii Batt.	2	I	+	2.9	+ +	
Complexe Méditerranéo Saharo-sindien (Holarctis)						
Sahara septentrional.						
Plantago ovata Forskal	4	I	+	5.7	+	+ + +
Medicago litoralis Rohde	1	I	+	1.4	+	
Paronychia arabica (L.) DC.	4	I	+	5.7	+ + +	+
Salvia aegyptiaca L.	3	I	+	4.3	+	+ +
LES GROUPEMENTS EDAPHIQUES.						
LES ERGS						
Complexe Sindo-angolan (Holarctis et Paleotropis)						
Omni-Sahara						
Morettia canescens Boiss.	9	II	+	12.9	+ + + + + + +	+ +
Stipagrostis pungens (Desf.) De Winter	3	I	+	52.9	+ 2	+
Sahara central et Sahara méridional						
Asthenatherum forskalii (Vahl) Nevski	1	I	+	1.4	+	
Complexe Méditerranéo Saharo-sindien (Holarctis)						
Sahara septentrional.						
LES GYPSES (gypso-salé,fech-fech).						
Complexe Sindo-angolan (Holarctis et Paleotropis)						
Omni-Sahara						
Tamarix gallica L.	3	I	+	171.4	1 2 3	
Complexe Méditerranéo Saharo-sindien (Holarctis)						
Sahara central et Sahara meridional						
Fagonia microphylla Pomel var.fruticans (Cosson) Maire	1	I	+	1.4	+	
Atriplex coriacea Forskal	1	I	+	1.4	+	
LES ELEMENTS BIOGEOGRAPHIQUES						
MEDITERRANEENNE.						
Cutandia dichotoma (Forskal) Trabut	1	I	+	1.4		+
Erodium triangulare (Forskal) Muschler	1	I	+	1.4	+	
Méditerranéenne à irradiation Saharo-sindienne.						
Aeluropus litoralis (Gouan) Parl.	1	I	+	1.4	+	
Hippocrepis multisiliquosa L. ssp.confusa Pau	1	I	+	1.4		+
SAHARO-SINDIENNE.						
Saharo-Sindienne méditerranéenne.						
Malcolmia aegyptiaca Sprengel	1	I	+	1.4	+	
Ammodaucus leucotrichus Cosson et Durieu	1	I	+	1.4		+
Leysera muscoides (Desf.) DC.	1	I	+	1.4	+	
Saharo-sindienne occidentale.						
Lotus roudairei Bonnet	1	I	+	1.4	+	
Tourneuxia varifolia Cosson	1	I	+	1.4		+
Saharo-sindienne à irradiation Soudano-décanienne.						
Plantago albicans L.	2	I	+	2.9		+ +
PLURIREGIONALE.						
Scirpus holoschoenus L.	1	I	+	1.4	+	

Tableau II : Les oueds de l'Acacio-Panicion

- Installation de l'Antirrhino-Pituranthion scopariae (1145-239)
- Appauvrissement de l'Aervo-Fagonion, son remplacement par l'Anvilleo-Zillion macropterae (296-92)

Tableau III : Les oueds de l'Antirrhino-Pituranthion scopariae

	FRE QUE NCE	PRE SEN CE	A D M	RECO UVRE MENT
LES GROUPEMENTS CLIMATIQUES				
LES REGS ET OUEDS OMNI-SAHARIENS				
Classe: Asterisco-Pergularietea tomentosi. Complexe Sindo-angolan (Holarctis et Paleotropis).				
Asteriscus graveolens (Forskal) DC.	15	II	+	98.2
Pergularia tomentosa L.	9	II	+	24.1
Colocynthis vulgaris (L.) Schrader	1	I	+	0.9
Crotalaria saharae Coss on	3	I	+	33.0
Linaria aegyptiaca (L.) Dum.-Courset	16	II	+	14.3
Heliotropium bacciferum Forskal	1	I	+	0.9
Heliotropium bacciferum Forskal ssp.eu-undulatum Maire	2	I	+	1.8
Trichodesma africanum (L.) R.Br.	2	I	+	1.8
Farsetia occidentalis B.L.Hurtt	32	III	1	359.8
Asphodelus tenuifolius Cav.	5	I	+	4.5
GROUPE de l'Acacia-Panicum turgidum. Alliance: Acacio-Panicion. Complexe Sindo-angolan (Holarctis et Paleotropis). Omni-Sahara.				
Panicum turgidum Forskal	6	I	+	51.8
Cymbopogon schoenanthus (L.) Sprengel	14	II	+	241.1
Sahara central et Sahara septentrional.				
Pulicaria crispa (Forskal) Bentham et Hooker	17	II	+	226.8
Farsetia aegyptiaca Turra	3	I	+	2.7
Psoralea plicata Delile	4	I	+	42.0
Atractylis delicatula Batt. et Chevall.	1	I	+	0.9
Lasiurus hirsutus (Forskal) Boiss.	19	II	1	404.5
Cenchrus ciliaris L.	2	I	+	9.8
GROUPE de l'Antirrhinum ramosissimum et Pituranthos scoparius. Alliance: Antirrhino-Pituranthion scopariae.				
Antirrhinum ramosissimum Cosson et Durieu	38	IV	1	357.1
Pituranthos scoparius (Cosson et Durieu) Bentham et Hooker	33	III	1	921.4
Brocchia cinerea (Delile) Vis.	3	I	+	2.7
Atractylis carduus (Forskal) Christ	6	I	+	5.4
Moricandia arvensis (L.)DC.	5	I	+	20.5
Pennisetum dichotomum (Forskal) Delile	1	I	+	31.2
Daucus saheriensis Murb.	2	I	+	1.8
Anacyclus cyrtolepidioides Pomel	3	I	+	2.7
Astragalus sinaicus Boiss.	1	I	+	0.9
Alyssum macrocalyx Cosson et Durieu	1	I	+	0.9
Eremophyton chevallieri Beguinot	1	I	+	0.9
Spergula flaccida (Roxb.) Ascherson	1	I	+	0.9
Pseuderucaria teretifolia (Desf.) O.E.Schultz	1	I	+	0.9
Cistanche violacea (Desf.) J.Becker	1	I	+	0.9

LES REGS (les steppes désertiques à ...)							
Ordre: Aervo-Fagonetalia bruguierii.							
Alliance: Aervo-Fagonion.							
Complexe Sindo-angolan (Holarctis et Paleotropis).							
Omni-Sahara.							
Fagonia bruguieri DC.	13	II	+	50.0	+ + + 2 +	+ + 1 +	+ + + +
Stipagrostis plumosa (L.) Bourreil ssp.lanuginosa (Trabut) Maire	18	II	+	24.1	+ + + + + 1 + +	+ + + + + +	+ + + +
Hyoscyamus muticus L. ssp.falezlez (Cosson) Maire	1	I	+	31.2	2		
Complexe Méditerranéo Saharo-sindien (Holarctis).							
Sahara central et Sahara septentrional.							
Salsola foetida Delile	13	II	+	112.5	+ 1 2 +	1 1 1	2 + 1 + + +
Randonia africana Cosson	23	III	1	333.0	2 + 1 2 1 1 1 2 1	+ + + 1 +	3 2 + 1 1 + + 2 2
Carduncellus eriocephalus Boiss.	3	I	+	2.7	+	+	+
Monsonia heliotropioides(Cav.)Boiss.nivea(Decne) Sauvage & Guinet	2	I	+	1.8	+	+	
Neurada procumbens L.	1	I	+	0.9	+		
GROUPE de la Bordure Saharienne.							
Ordre:Gymnocarpo-Atractyletalia serratuloides.							
Complexe Méditerranéo Saharo-sindien (Holarctis).							
Sahara septentrional.							
Atractylis serratuloides Sieber	4	I	+	11.6	+ 1		+ +
Fagonia glutinosa Delile	10	II	+	8.9	+ +	+ + + +	+ + + +
Ifloga spicata (Forskal) Schultz Bip.	7	I	+	6.2	+ +	+	+ + + +
Plantago ciliata Desf.	7	I	+	6.2	+	+ +	+ + + +
Ephedra alata DC.	11	II	+	33.9	+ 1 1 + + + +	+	+ 1 +
Medicago laciniata (L.) Miller	1	I	+	0.9			+
Salsola vermiculata L.	4	I	+	11.6	1 + +		+
Asphodelus refractus Boiss.	6	I	+	5.4	+	+	+ + + + +
Rumex vesicarius L.	3	I	+	2.7			+ + +
Pituranthos chloranthus (Cosson et Durieu) Bentham et Hooker	6	I	+	104.5	+ 2 2 2	1	+
Erodium glaucophyllum L'Her.	4	I	+	3.6	+		+ + +
Echium trygorrhizum Pomel	5	I	+	4.5	+ +	+	+ +
Silene villosa Forskal	3	I	+	2.7			+ + +
Launaea resedifolia O.Kuntze	2	I	+	1.8		+	+
GROUPE de l'Anvillea raddiata et Zilla spinosa ssp.macroptera.							
Alliance: Anvilleo - Zillion macropterae.							
Anvillea radiata Cosson et Durieu	50	V	1	702.7	1 2 1 2 1 2 1 1 + + 3 1 2 + 2 + 1 +	+ 2 1 2 2 + + + + + 2 1 1 + 2 2 2	+ 1 1 2 1 + + + 1 1 1 + 2 2 1
Zilla spinosa (L.) Prantl ssp.macroptera (Cosson) Maire	9	II	+	24.1	1 + +	1	+ + + + +
Zilla spinosa (L.) Prantl	34	III	1	446.4	1 2 2 2 + 2 + 1 1 1 + 1 1 1 2	+ 2 + 1 1 + 2 2 1	+ + 1 2 + 2 + 1 1 1
Picris coronopifolia (Desf.) DC. ssp.saharae (Cosson) Maire	1	I	+	0.9			+
Centaurea pungens Pomel	4	I	+	3.6		+	+ + +
Launaea arborescens (Batt.) Maire	14	II	+	166.1	+ 2 + + + +	+ 1 1 2 1	2 1 2
Stephanochilus omphalodes (Cosson) Maire	2	I	+	1.8	+ +		
Eruca vesicaria(L.)Cav.sativa(Miller)Thell.var.aurea (Batt.)Maire	1	I	+	0.9	+		
Moricandia arvensis (L.)DC. var.garamantum Maire	2	I	+	32.1		2	+
Trigonella anguina Delile	2	I	+	1.8			+ +
Matthiola longipetala (Vent.)DC. ssp.livida (Delile) Maire	5	I	+	4.5	+ +	+	+ +
Convolvulus supinus Cosson et Kral.	3	I	+	2.7		+	+ +
Senecio gallicus L. ssp.coronopifolius (Desf.) Maire	5	I	+	4.5	+		+ + + +
Ordre:Helianthemetalia lippii.							
Complexe Sindo-angolan (Holarctis et Paleotropis).							
Omni-Sahara.							
Anabasis articulata (Forskal) Moq.	3	I	+	33.0		2	+ +
Helianthemum lippii (L.) Pers.	24	III	+	168.7	1 1 2 1 1 + + 1 + 1	+ + + + + + 2 1	+ 2 + + + +
Lotus jolyi Batt.	6	I	+	13.4	+	+	1 + + +
Marrubium deserti De Noe	3	I	+	18.7	1 1		+
Launaea nudicaulis (L.) Hooker fil.	4	I	+	3.6	+	+	+ + +
Matricaria pubescens (Desf.) Schultz Bip.	1	I	+	0.9			+
Sahara central et Sahara septentrional.							
Polycarpaea repens (Forskal) Ascherson et Schweinf.	2	I	+	1.8			+ +
Complexe Mediterraneo Saharo-sindien (Holarctis).							
Sahara septentrional.							
Plantago ovata Forskal	5	I	+	4.5	+		+ + + +
Medicago litoralis Rohde	3	I	+	2.7			+ + +
Paronychia arabica (L.) DC.	1	I	+	0.9	+		
Salvia aegyptiaca L.	3	I	+	2.7	+		+ +
GROUPE de l'Arthrophytum scoparium.							
Alliance: Arthrophytion scopariae.							
Helianthemum kahiricum Delile	5	I	+	20.5	+ +	1 1	+
Artemisia herba-alba Asso	2	I	+	62.5		2	2
Catananche arenaria Cosson et Durieu	1	I	+	0.9			+

					Groupe 1	Groupe 2	Groupe 3
LES GROUPEMENTS EDAPHIQUES.							
LES ERGS.							
Complexe Sindo-angolan (Holarctis et Paleotropis).							
Omni-Sahara.							
Morettia canescens Boiss.	10	II	+	8.9	+ +	+ +	+ + + + + +
Complexe Méditerranéo Saharo-sindien (Holarctis).							
Sahara septentrional.							
Moltkia ciliata (Forskal) Maire	1	I	+	0.9	+		
LES GYPSES (gypso-salé, fech-fech).							
Complexe Sindo-angolan (Holarctis et Paleotropis).							
Omni-Sahara.							
Tamarix gallica L.	1	I	+	67.0			3
Complexe Méditerranéo Saharo-sindien (Holi-ctis).							
Sahara central et Sahara méridional.							
Traganum nudatum Delile	6	I	+	5.4	+	+	+ + + +
Capparis spinosa L.	1	I	+	0.9		+	
Fagonia microphylla Pomel	1	I	+	0.9	+		
Salsola sieberi C.Presl	1	I	+	0.9			+
LES ELEMENTS BIOGEOGRAPHIQUES.							
MEDITERRANEENNE.							
Cutandia dichotoma (Forskal) Trabut	2	I	+	1.8			+ +
Erodium triangulare (Forskal) Muschler	1	I	+	0.9			+
Koeleria pubescens (Lam.) Beauv.	1	I	+	0.9			+
Liaison méditerranéo Saharo-sindienne.							
Trisetaria pumila (Desf.) Maire	1	I	+	0.9			+
Méditerranéenne à irradiation Saharo-sindienne.							
Hippocrepis multisiliquosa L. ssp.confusa Pau	1	I	+	0.9			+
SAHARO-SINDIENNE.							
Hippocrepis bicontorta Loisel.	1	I	+	0.9	+		
Saharo-Sindienne méditerranéenne.							
Launaea glomerata (Cass.) Hooker fil.	1	I	+	0.9			+
Helianthemum ellipticum (Desf.) Pers.	1	I	+	0.9	+		
Leysera muscoides (Desf.) DC.	1	I	+	0.9			+
Astragalus cruciatus Link	1	I	+	0.9	+		
Saharo-sindienne occidentale.							
Volutaria leucantha (Cosson) Maire	1	I	+	0.9			+
Liaison Sindo-angolanne.							
Enneapogon scaber Lehm.	2	I	+	9.8	1		+

Tableau III : Les oueds de l'Antirrhino-Pituranthion scopariae.

A l'Acacio-Panicion appauvri succède l'Antirrhino-Pituranthion scopariae (1166-1808)
- faciès à Antirrhinum ramosissimum (1148-992)
- faciès à Pituranthos scoparius (1153-892)

Tableau IV : Les oueds de l'Antirrhino-Pituranthion scopariae

	FRE QUE NCE	PRE SEN CE	A D M	RECO UVRE MENT	1 1	2 2	3 3	4 4	5 5	6 6	7 7	8 8	9 9	10 10	11 11	12 12	13 13	14 14	15 15	16 16	17 17	18 18	19 19	20 20	21 21	22 22	23 23	24 24	25 25	26 26	27 27	28 28	29 29	30 30	31 31	32 32	33 33	34 34	35 35	36 36	37 37	38 38
LES GROUPEMENTS CLIMATIQUES																																									
LES REGS ET OUEDS OMNI-SAHARIENS																																									
Classe: Asterisco-Pergularietea tomentosi, Complexe Sindo-angolan (Holarctis et Paleotropis).																																									
Asteriscus graveolens (Forskal) DC.	11	II	+	39.2				+					+	+			1					+	+	+		1		+		+											
Pergularia tomentosa L.	3	I	+	16.2					1															+					+											
Colocynthis vulgaris (L.) Schrader	3	I	+	4.1				+				+																													
Crotalaria saharae Cosson	5	I	+	31.1				+							+		1						+															1			
Linaria aegyptiaca (L.) Dum.-Courset	4	I	+	51.4																											+	+	+	2							
Anastatica hierochuntica L.	1	I	+	47.3																			2																		
Farsetia occidentalis B.L.Burtt	7	II	+	21.6																						+		1	+		+		+	+							+
Asphodelus tenuifolius Cav.	1	I	+	1.4				+																																	
LES OUEDS.																																									
GROUPE de l'Acacia-Panicum turgidum. Alliance: Acacio-Panicion. Complexe Sindo-angolan (Holarctis et Paleotropis). Omni-Sahara.																																									
Panicum turgidum Forskal	6	II	+	190.5			2	1	1								1												3	+											
Sahara central et Sahara septentrional.																																									
Pulicaria crispa (Forskal) Bentham et Hooker	7	II	+	285.1		2		2							+		2		2	2										2											
Farsetia aegyptiaca Turra	2	I	+	14.9																										+							1			
Psoralea plicata Delile	3	I	+	95.9	2			+																						2										
Astragalus pseudo-trigonus Batt. et Trabut	3	I	+	4.1			+				+																													
Lasiurus hirsutus (Forskal) Boiss.	2	I	+	48.6															+										2											
GROUPE de l'Antirrhinum ramosissimum et Pituranthos scoparius. Alliance: Antirrhino-Pituranthion scopariae.																																								
Antirrhinum ramosissimum Cosson et Durieu	7	II	+	213.5																											2	2	1	+	+	3	+			
Pituranthos scoparius (Cosson et Durieu) Bentham et Hooker	3	I	+	108.1																																	1	2	2	
Brocchia cinerea (Delile) Vis.	1	I	+	1.4		+																																		
Reseda villosa Cosson	2	I	+	14.9										+	1																										
Atractylis carduus (Forskal) Christ	1	I	+	1.4																															+						
LES REGS (les steppes désertiques à ...)																																									
Ordre: Aervo-Fagonetalia bruguierii, Alliance: Aervo-Fagonion, Complexe Sindo-angolan (Holarctis et Paleotropis). Omni-Sahara.																																									
Fagonia bruguieri DC.	12	II	+	89.2	1	+			+			1	1			+	1	+	1	+						1	+														
Fagonia olivieri Boiss.	10	II	+	120.3	2	+			+			1	1	+	+		1									1	1														
Stipagrostis plumosa (L.) Bourreil ssp.lanuginosa (Trabut) Maire	22	III	+	240.5	+	+	+	+		+	+	1				+		1	1				2	2	+	1	+						+	2	1	+	1	+		+
Schouwia purpurea(Forskal)Schweinf.schimperi(Jaub.&Spach)Muschler	1	I	+	1.4				+																																
Cornulaca monacantha Delile	7	II	+	150.0			2			1	2						1			1																1					
Hyoscyamus muticus L. ssp.falezlez (Cosson) Maire	13	III	1	332.4	1	2	1	2	2	2	1	1	1	+	1	2	1																							
Complexe Méditerranéo Sahero-sindien (Holarctis). Sahara central et Sahara septentrional.																																									
Salsola foetida Delile	16	III	+	262.2											+	+	+	+	1	3	2	+			1	+	1	2	+	+	+				1					
Randonia africana Cosson	18	III	1	497.3											1				1	1	1		+	+	1			1	1	1	2	2	2	2	2	3		2		
Nucularia perrini Batt.	4	I	+	75.7												1		1	+											2										
Carduncellus eriocephalus Boiss.	1	I	+	1.4																																	+				
Monsonia heliotropioides(Cav.)Boiss.,nivea(Decne) Sauvage & Guinet	4	I	+	41.9				+																1	1			1													

GROUPE de la Bordure Saharienne.							
Ordre:Gymnocarpo-Atractyletalia serratuloides.							
Complexe Méditerranéo Saharo-sindien (Holarctis).							
Sahara septentrional.							
Fagonia glutinosa Delile	2	I	+	2.7		+	+
Ifloga spicata (Forskal) Schultz Bip.	2	I	+	2.7		+ +	
Plantago ciliata Desf.	1	I	+	1.4			+
Ephedra alata DC.	1	I	+	47.3		2	+
Salsola vermiculata L.	4	I	+	5.4		+ + +	+
Asphodelus refractus Boiss.	1	I	+	1.4			+
Savignya parviflora ssp.longistyla(Boiss. et Reuter) Maire	1	I	+	1.4		+	
Arthrophytum schmittianum (Pomel) Maire et Weiler	3	I	+	50.0		2 + +	
Pituranthos chloranthus (Cosson et Durieu) Bentham et Hooker	6	II	+	44.6		+ + 1 1 1	+
Erodium glaucophyllum L'Her.	2	I	+	2.7		+	+
Launaea resedifolia O.Kuntze	1	I	+	1.4			+
GROUPE de l'Anvillea raddiata et Zilla spinosa ssp.macroptera.							
Alliance: Anvilleo - Zillion macropterae.							
Matthiola longipetala (Vent.)DC. ssp.livida (Delile) Maire	1	I	+	1.4			+
Ordre:Helianthemetalia lippii.							
Complexe Sindo-angolan (Holarctis et Paleotropis).							
Omni-Sahara.							
Anabasis articulata (Forskal) Moq.	2	I	+	60.8		2	1
Helianthemum lippii (L.) Pers.	6	II	+	66.2		+ + 1 +	+ 2
Matricaria pubescens (Desf.) Schultz Bip.	2	I	+	2.7		+ +	
Complexe Méditerranéo Saharo-sindien (Holarctis).							
Sahara septentrional.							
Plantago ovata Forskal	1	I	+	1.4			+
GROUPE de l'Arthrophytum scoparium.							
Alliance: Arthrophytion scopariae.							
Androcymbium gramineum (Cav.) Macbride	1	I	+	1.4		+	
Helianthemum kahiricum Delile	5	I	+	31.1		+ + + 1 1	
Rhanterium suaveolens ssp.intermedium (Pomel) Quezel et Santa	1	I	+	1.4			+
LES GROUPEMENTS EDAPHIQUES.							
LES ERGS.							
Complexe Sindo-angolan (Holarctis et Paleotropis).							
Omni-Sahara.							
Morettia canescens Boiss.	4	I	+	5.4	+	+ + +	
Stipagrostis pungens (Desf.) De Winter	1	I	+	1.4		+	
Calligonum comosum L'Her.	1	I	+	1.4	+		
Complexe Méditerranéo Saharo-sindien (Holarctis).							
Sahara septentrional.							
Moltkia ciliata (Forskal) Maire	5	I	+	6.8		+ + + + +	
LES GYPSES (gypso-sale,fech-fech).							
Complexe Méditerraneo Saharo-sindien (Holarctis).							
Sahara central et Sahara méridional.							
Traganum nudatum Delile	5	I	+	52.7		+ + 2	+ +
Fagonia microphylla Pomel var.fruticans (Cosson) Maire	1	I	+	1.4		+	
Salsola sieberi C.Presl	1	I	+	1.4		+	
Halogeton alopecuroides (Delile) Moq.	2	I	+	60.8			2 1

Tableau IV : Les oueds de l'Antirrhino-Pituranthion scopariae.

Son organisation dans les vestiges de l'Acacio-Panicion et de l'Aervo-Panicion représenté par:

- Salsola foetida et Randonia africana (313-1448)
- Hyoscyamus muticus ssp. falezlez (320-338).

Tableau V : Les regs de l'Anvilleo-Zillion macropterae

	FRE QUE NCE	PHE SEN CE	A D M	RECO UVRE MENT
LES GROUPEMENTS CLIMATIQUES				
LES REGS ET OUEDS OMNI-SAHARIENS				
Classe: Asteriscо-Pergularietea tomentosi. Complexe Sindo-angolen (Holarctis et Paleotropis).				
Asteriscus graveolens (Forskal) DC.	22	III	+	168.7
Pergularia tomentosa L.	15	II	+	67.9
Colocynthis vulgaris (L.) Schrader	2	I	+	1.8
Crotalaria saharae Coss on	3	I	+	10.7
Linaria aegyptiaca (L.) Dum.+Courset	11	II	+	25.9
Heliotropium bacciferum Forskal	1	I	+	0.9
Heliotropium bacciferum Forskal ssp.eu-undulatum Maire	2	I	+	1.8
Trichodesma africanum (L.) R.Br.	2	I	+	1.8
Farsetia occidentalis B.L.Burtt	28	III	1	411.6
Asphodelus tenuifolius Cav.	4	I	+	3.6
LES OUEDS.				
GROUPE de l'Acacia-Panicum turgidum. Alliance: Acacio-Panicion. Complexe Sindo-angolen (Holarctis et Paleotropis). Omni-Sahara.				
Panicum turgidum Forskal	6	I	+	120.5
Cymbopogon schoenanthus (L.) Sprengel Sahara central et Sahara septentrional.	7	I	+	166.1
Pulicaria crispa (Forskal) Bentham et Hooker	11	II	+	216.1
Farsetia aegyptiaca Turra	1	I	+	0.9
Psoralea plicata Delile	8	I	+	175.0
Astragalus pseudo-trigonus Batt. et Trabut	1	I	+	0.9
Atractylis delicatula Batt. et Cheval.	5	I	+	12.5
Lasiurus hirsutus (Forskal) Boiss.	16	II	+	274.1
Pulicaria undulata (L.)DC. var.alveolosa (Batt.et Trabut) Maire	1	I	+	31.2
GROUPE de l'Antirrhinum ramosissimum et Pituranthos scoparius. Alliance: Antirrhino-Pituranthion scopariae.				
Brocchia cinerea (Delile) Vis.	6	I	+	13.4
Reseda villosa Cosson	4	I	+	94.6
Atractylis carduus (Forskal) Christ	7	I	+	6.2
Moricandia arvensis (L.)DC.	1	I	+	31.2
Pennisetum dichotomum (Forskal) Delile	2	I	+	32.1
Daucus sahariensis Murb.	1	I	+	0.9
Anacyclus cyrtolepidioides Pomel	3	I	+	2.7
Rhus tripartita (Ucria) Grande	1	I	+	31.2

LES REGS (les steppes désertiques à ...)

Ordre: Aervo-Fagonetalia bruguierii.								
Alliance: Aervo-Fagonion.								
Complexe Sindo-angolan (Holarctis et Paleotropis).								
Omni-Sahara.								
Fagonia bruguieri DC.	21	III	+	127.7	2 + + + + + 1 1 1	+ + 1 1 1 +	+ 2 + + +	+
Fagonia olivieri Boiss.	1	I	+	8.9	1			
Stipagrostis plumosa (L.) Bourreil ssp.lanuginosa (Trabut) Maire	21	III	+	127.7	+ + + + + 1 + 1 +	+ 1 2 2	+ 1 1 + + +	1 +
Cornulaca monacantha Delile	2	I	+	40.2		2		1
Hyoscyamus muticus L. ssp.falezlez (Cosson) Maire	1	I	+	31.2	2			
Complexe Méditerranéo Saharo-sindien (Holarctis).								
Sahara central et Sahara septentrional.								
Salsola foetida Delile	16	II	1	342.0	2 + 2 2 + 2 2 1	2 1 + 2 2	1	2 2
Randonia africana Cosson	14	II	+	256.2	1 1 2 2	+ 1 3 1	1 1 2 + 1	2
Nucularia perrini Batt.	1	I	+	8.9	1			
Carduncellus eriocephalus Boiss.	7	I	+	6.2	+ +	+ +	+ +	+
Monsonia heliotropioides(Cav.)Boiss.nivea(Decne) Sauvage & Guinet	7	I	+	6.2	+	+ + +	+ +	+
Neurada procumbens L.	4	I	+	3.6	+		+ + +	
GROUPE de la Bordure Saharienne.								
Ordre:Gymnocarpo-Atractyletalia serratuloides.								
Complexe Méditerranéo Saharo-sindien (Holarctis).								
Sahara septentrional.								
Atractylis serratuloides Sieber	3	I	+	2.7	+	+	+	
Fagonia glutinosa Delile	18	II	+	40.2	+ + + + 1	1 1 + + +	+ + + + +	+ + +
Ifloga spicata (Forskal) Schultz Bip.	8	I	+	7.1	+	+ +	+ + +	+ +
Plantago ciliata Desf.	11	II	+	9.8	+ + + + +	+ +	+ + +	+
Ephedra alata DC.	5	I	+	12.5	1 +	+	+	+
Medicago laciniata (L.) Miller	6	I	+	5.4	+		+ +	+ + +
Salsola vermiculata L.	5	I	+	12.5	+ + 1		+	+
Asphodelus refractus Boiss.	6	I	+	13.4	+ +	+	1 +	+
Rumex vesicarius L.	2	I	+	1.8			+	+
Savignya parviflora ssp.longistyla(Boiss. et Reuter) Maire	3	I	+	2.7			+	+ +
Arthrophytum schmittianum (Pomel) Maire et Weiler	2	I	+	9.8	+	1		
Pituranthos chloranthus (Cosson et Durieu) Bentham et Hooker	7	I	+	91.1	2 + 2 1	1	1	+
Erodium glaucophyllum L'Her.	4	I	+	3.6	+	+	+	+
Echium trygorrhizum Pomel	11	II	+	9.8	+ + +	+	+ + + +	+ + +
Silene villosa Forskal	1	I	+	0.9			+	
Launaea resedifolia O.Kuntze	9	II	+	8.0	+	+	+ + + + +	+ +
GROUPE de l'Anvillea raddiata et Zilla spinosa ssp.macroptera.								
Alliance: Anvilleo - Zillion macropterae.								
Anvillea radiata Cosson et Durieu	43	IV	1	673.2	2 2 2 + 1 2 + 2 2 + 2 2 1 + + + + 1 1 2	2 1 + 2 2 + 1 2 2	1 + 1 1 + 2 + 2	2 + 1 2 + 1
Zilla spinosa (L.) Prantl ssp.macroptera (Cosson) Maire	7	I	+	75.0	2 + 1	+ + 2 +		
Zilla spinosa (L.) Prantl	37	IV	1	515.2	1 1 + 1 + 1 1 + 2 2 + 3 1 + + 1 +	1 1 1 1 1 + 1 + 2 2	+ 2 2 2 2 1	2 + + 2
Picris coronopifolia (Desf.) DC.	1	I	+	0.9			+	
Centaurea pungens Pomel	6	I	+	5.4			+ + + +	+ +
Launaea arborescens (Batt.) Maire	10	II	+	109.8			+ + 1 1 1 1	+ 1 2 2
Stephanochilus omphalodes (Cosson) Maire	3	I	+	2.7	+	+	+	
Eruca vesicaria(L.)Cav.sativa(Miller)Thell.var.aurea (Batt.)Maire	1	I	+	0.9			+	
Trigonella anguina Delile	5	I	+	4.5			+ + +	+ +
Matthiola longipetala (Vent.)DC. ssp.livida (Delile) Maire	5	I	+	4.5	+ +		+ +	+
Convolvulus supinus Cosson et Kral.	1	I	+	8.9				1
Senecio gallicus L. ssp.coronopifolius (Desf.) Maire	3	I	+	2.7	+ +			+
Ordre:Helianthemetalia lippii.								
Complexe Sindo-angolan (Holarctis et Paleotropis).								
Omni-Sahara.								
Anabasis articulata (Forskal) Moq.	3	I	+	41.1	2	1		+
Helianthemum lippii (L.) Pers.	23	III	+	258.9	+ 2 1 + 1 2 +	+ 2 1 1 + 1 1 2	+ + + +	2 1 + 2
Lotus jolyi Batt.	5	I	+	4.5	+	+	+	+ +
Launaea nudicaulis (L.) Hooker fil.	3	I	+	2.7	+		+ +	
Hippocrepis multisiliquosa L.	1	I	+	0.9	+			
Sahara central et Sahara septentrional.								
Polycarpaea repens (Forskal) Ascherson et Schweinf.	2	I	+	1.8		+		+
Complexe Méditerranéo Saharo-sindien (Holarctis).								
Sahara septentrional.								
Plantago ovata Forskal	9	II	+	8.0	+	+ + + + +	+	+ +
Medicago litoralis Rohde	4	I	+	3.6		+ + +		+
Paronychia arabica (L.) DC.	1	I	+	0.9		+		
Salvia aegyptiaca L.	1	I	+	0.9	+			
Helianthemum getulum Pomel	2	I	+	1.8	+			+
GROUPE de l'Arthrophytum scoparium.								
Alliance: Arthrophytion scopariae.								
Helianthemum kahiricum Delile	2	I	+	17.9	1	1		
Catananche arenaria Cosson et Durieu	5	I	+	4.5			+ +	+ + +

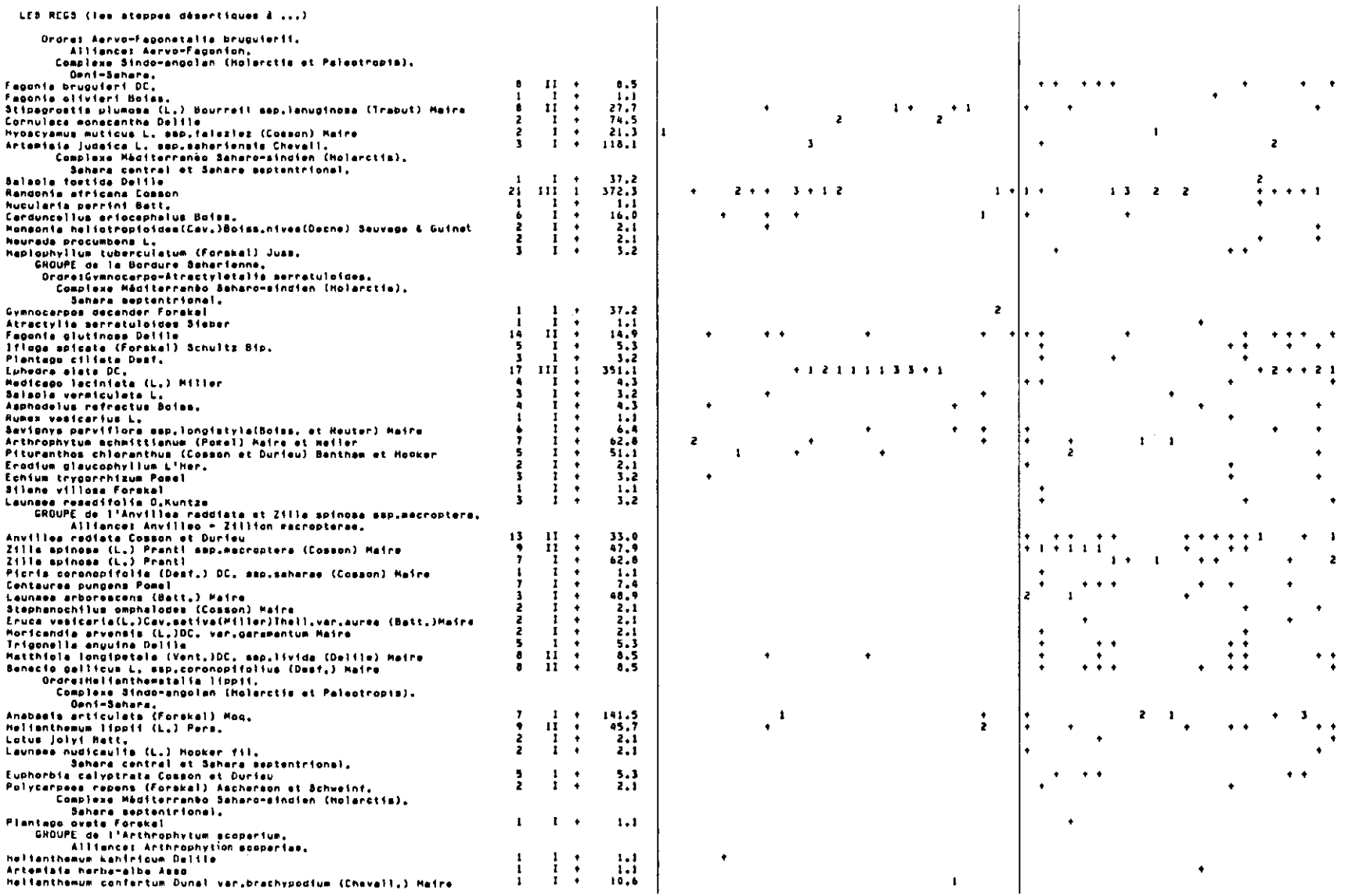
					Groupe 1	Groupe 2	Groupe 3	Groupe 4
LES GROUPEMENTS EUAPHIQUES.								
LES ERGS.								
Complexe Sindo-angolan (Holarctis et Paleotropis).								
Omni-Sahara.								
Morettia canescens Boiss.	20	III	+	86.6	+ + + + + + 2 +	+ + 2 +	+ + + + +	+ 1 +
Stipagrostis pungens (Desf.) De Winter	2	I	+	40.2	2	1		
Sahara central et Sahara méridional.								
Stipagrostis acutiflora (Trinius et Rupr.) De Winter	1	I	+	0.9				+
Complexe Méditerranéo Saharo-sindien (Holarctis).								
Sahara septentrional.								
Moltkia ciliata (Forskal) Maire	1	I	+	0.9				+
LES GYPSES (gypso-salé, fech-fech).								
Complexe Méditerranéo Saharo-sindien (Holarctis).								
Sahara central et Sahara méridional.								
Traganum nudatum Delile	3	I	+	33.0	+ +			2
Fagonia microphylla Pomel	1	I	+	0.9	+			
Salsola sieberi C.Presl	4	I	+	3.6	+	+	+	+
Suaeda mollis (Desf.) Delile	1	I	+	0.9	+			
Euphorbia guyoniana Boiss. et Reuter	1	I	+	8.9	1			
LES ELEMENTS BIOGEOGRAPHIQUES.								
MEDITERRANEENNE.								
Erodium triangulare (Forskal) Muschler	1	I	+	0.9			+	
Beta vulgaris L.	1	I	+	0.9			+	
SAHARO-SINDIENNE.								
Hippocrepis bicontorta Loisel.	2	I	+	1.8			+	+
Saharo-Sindienne méditerranéenne.								
Ammodaucus leucotrichus Cosson et Durieu	1	I	+	0.9			+	
Helianthemum ellipticum (Desf.) Pers.	1	I	+	0.9		+		
Cistanche phelipaea (L.) Coutinho	1	I	+	0.9	+			
Sclerocephalus arabicus Boiss.	1	I	+	0.9			+	
Saharo-sindienne occidentale.								
Gaillonia reboudiana Cosson et Durieu	1	I	+	0.9			+	
Volutaria leucantha (Cosson) Maire	1	I	+	0.9			+	
Megastoma pusillum Cosson et Durieu	1	I	+	0.9	+			
Saharo-sindienne à irradiation Soudano-décanienne.								
Plantago albicans L.	2	I	+	1.8		+ +		

Tableau V : Les regs de l'Anvilleo-Zillion macropterae

L'Anvilleo-Zillion macropterae supplante l'Aervo-Fagonion entre les oueds présentant (1766-882 ; 660-426) ou non (1767-567 ; 571-997) des vestiges de l'Acacio-Panicion.

Tableau VI : Les oueds à Retama raetam

	FRE QUE NCE	PRE SEN CE	A D M	RECO UVRE MENT	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	32	33	34	35	36	37	38	39	40	41	42	43	44	45	46	47
					1	1	1	6	1		1		1					1				1	1	1	1	1		1																									
	FRE	PRE	A	RECO	5	1	0	3	0	1	0	6	7	8	4	4	4	4	7	1	4	4	4	4	1	4	4	4	6	4	6	8	1	1	1	6	1	2	4	2	1	9	9	6	6	5	4	1	1	6	6
	QUE	SEN	D	UVRE	1	4	9	5	9	1	2	0	5	4	2	3	4	6	9	1	9	2	2	3	3	8	2	2	1	9	3	6	3	2	5	5	9	2	2	4	6	3	3	2	3	4	3	5	7	1	8
	NCE	CE	M	MENT	0	1	3	A	6	4	7	7	6	4	8	5	9	1	7	0	3	0	7	9	2	2	1	9	1	4	6	1	4	8	9	2	2	6	7	2	4	6	3	2	3	0	1	6	6	0	2	3
LES GROUPEMENTS CLIMATIQUES																																																			
LES REGS ET OUEDS OMNI-SAHARIENS																																																		
Classe: Asterisco-Pergularietea tomentosi. Complexe Sindo-angolan (Holarctis et Paleotropis).																																																		
Asterisous graveolens (Forskal) DC.	7	I	+	7.4					+																							+		+											+				+
Perualaria tomentosa L.	12	II	+	22.3		1																								+	+	+		+									+	+	+		+		+	+
Colocynthis vulgaris (L.) Schrader	3	I	+	3.2																												+		+													+				
Crotalaria saharae Coss on	6	I	+	16.0																										1			+	+												+			+	+	
Linaria aegyptiaca (L.) Dum.-Courset	4	I	+	4.3										+																	+			+										+							
Heliotropium bacciferum Forskal ssp.eu-undulatum Maire	5	I	+	5.3				+																						+			+												+	+					
Farsetia occidentalis B.L.Burtt	19	III	+	87.2							1						1													+	1	+	1	+		+	1						+			+	+	+	+	+	+	+
Asphodelus tenuifolius Cav.	3	I	+	3.2																											+				+																
LES OUEDS.																																																			
GROUPE de l'Acacia-Panicum turgidum. Alliance: Acacio-Panicion. Complexe Sindo-angolan (Holarctis et Paleotropis). Omni-Sahara.																																																		
Acacia tortilis (Forskal) Hayne ssp.raddiana (Savi) Brenan	7	I	1	484.0	2	2																									3	4	2					3							3					
Acacia ehrenbergiana Hayne	3	I	+	239.4		3																										3													3					
Panicum turgidum Forskal	11	II	+	273.4		2																									1	2	2	1	3	+	+					1	1			2					
Cymbopogon schoenanthus (L.) Sprengel	2	I	+	47.9																																									2							1
Tamarix aphylla (L.) Karsten Sahara central et Sahara septentrional.	13	II	1	770.2		2	+	+								3														4		3		1								3	+	+	4	4		3			
Pulicaria crispa (Forskal) Bentham et Hooker	14	II	+	194.7	3		+										2													+		2		1	1	+		+			+	1		+		+				
Farsetia aegyptiaca Turra	5	I	+	5.3																												+	+		+	+										+				
Psoralea plicata Delile	11	II	+	185.1	+										1															1	2	2		+	2	2					+				+		1				
Astragalus pseudo-trigonus Batt. et Trabut	2	I	+	11.7																																												1		+	
Atractylis delicatula Batt. et Chevall.	2	I	+	2.1																													+															1			
Lasiurus hirsutus (Forskal) Boiss.	5	I	+	53.2																										1					1								1	1					1		
Cenchrus ciliaris L.	3	I	+	12.8																											+															1		+			
Cleome arabica L.	8	II	+	18.1				+																							+			+	+	+	1					+		+			+			
Pulicaria undulata (L.)DC. var.alveolosa (Batt.et Trabut) Maire Complexe Méditerranéo Sahara-sindien (Holarctis). Sahara septentrional.	1	I	+	10.6																												1																			
Desmostachya bipinnata (L.) Stapf	5	I	+	255.3																																								2	4	1	2	2					
GROUPE de l'Antirrhinum ramosissimum et Pituranthos scoparius. Alliance: Antirrhino-Pituranthion scoparii.																																																		
Antirrhinum ramosissimum Cosson et Durieu	8	II	+	100.0																										2		2		+			1	1				+					+	+		
Pituranthos scoparius (Cosson et Durieu) Bentham et Hooker	15	II	+	225.5																										2	+	+		1	2	1	+		+	2		2	+	1		+		+		2
Brocchia cinerea (Delile) Vis.	3	I	+	12.8								+																							1										+						
Reseda villosa Cosson	6	I	+	88.3																											+	2	+	1	2										+						
Atractylis carduus (Forskal) Christ	2	I	+	2.1																																1		+											+		
Hordeandia arvensis (L.)DC.	7	I	+	17.0																												+		+	+									+	+	1						+
Pennisetum dichotomum (Forskal) Delile	6	I	+	117.0		2																										1		2								1	1		1						
Daucus sahariensis Murb.	1	I	+	1.1																																														+		
Anacyclus cyrtolepidioides Pomel	2	I	+	2.1																																														+		
Astragalus sinaicus Boiss.	1	I	+	1.1																											+																			
Rhus tripartita (Ucria) Grande	1	I	+	1.1																																													+		
Retama raetam (Forskal) Webb et Berth.	47	V	2	1576.6	3	2	2	2	3	2	+	2	3	+	2	1	2	1	+	2	2	2	2	2	+	3	+	2	2	3	2	+	+	1	+	2	1	+	2	1	2	2	+	3	4	+	3	2	2	2	+
Bromus squarrosus L.	1	I	+	1.1																																										4					
Sphenopus divaricatus (Gouan) Reichenb.	1	I	+	1.1																																												4				
Euphorbia dracunculoides Lam.	1	I	+	1.1																																															


LES REGS (les steppes désertiques à ...)
Ordre: Aerva-Fagonetalia bruguieriI.
Alliance: Aerva-Fagonion.
Complexe Sindo-angolan (Holarctis et Paleotropis).
Omni-Sahara.
Fagonia bruguieri DC. 8 II + 8.5
Fagonia olivieri Boiss. 1 I + 1.1
Stipagrostis plumosa (L.) Bourreil ssp.lanuginosa (Trabut) Maire 8 II + 27.7
Cornulaca monacantha Delile 2 I + 74.5
Hyoscyamus muticus L. ssp.falezlez (Cosson) Maire 2 I + 21.3
Artemisia judaica L. ssp.saheriensis Chevall. 3 I + 118.1
Complexe Méditerranéo Sahara-sindien (Holarctis).
Sahara central et Sahara septentrional.
Salsola foetida Delile 1 I + 37.2
Randonia africana Cosson 21 III 1 372.3
Nucularia perrini Batt. 1 I + 1.1
Cerduncellus eriocephalus Boiss. 6 I + 16.0
Monsonia heliotropioides(Cav.)Boiss.nivea(Decne) Sauvage & Guinet 2 I + 2.1
Neurada procumbens L. 2 I + 2.1
Haplophyllum tuberculatum (Forskal) Juss. 3 I + 3.2
GROUPE de la Bordure Saharienne.
Ordre:Gymnocarpo-Atractyletalia serratuloides.
Complexe Méditerranéo Sahara-sindien (Holarctis).
Sahara septentrional.
Gymnocarpos decander Forskal 1 1 + 37.2
Atractylis serratuloides Sieber 1 I + 1.1
Fagonia glutinosa Delile 14 II + 14.9
Iflaga spicata (Forskal) Schultz Bip. 5 I + 5.3
Plantago ciliata Desf. 3 1 + 3.2
Ephedra alata DC. 17 III 1 351.1
Medicago laciniata (L.) Miller 4 I + 4.3
Salsola vermiculata L. 3 I + 3.2
Asphodelus refractus Boiss. 4 I + 4.3
Rumex vesicarius L. 1 I + 1.1
Savignya parviflora ssp.longistyla(Boiss. et Reuter) Maire 6 I + 6.4
Arthrophytum schmittianum (Pomel) Maire et Weiler 7 I + 62.8
Pituranthos chloranthus (Cosson et Durieu) Benthem et Hooker 5 I + 51.1
Erodium glaucophyllum L'Her. 2 I + 2.1
Echium trygorrhizum Pomel 3 I + 3.2
Silene villosa Forskal 1 I + 1.1
Launaea resedifolia O.Kuntze 3 I + 3.2
GROUPE de l'Anvillea radiata et Zilla spinosa ssp.aecroptera.
Alliance: Anvillea - Zillion aecropterae.
Anvillea radiata Cosson et Durieu 13 II + 33.0
Zilla spinosa (L.) Prantl ssp.aecroptera (Cosson) Maire 9 II + 47.9
Zilla spinosa (L.) Prantl 7 I + 62.8
Picris coronopifolia (Desf.) DC. ssp.saharae (Cosson) Maire 1 I + 1.1
Centaurea pungens Pomel 7 I + 7.4
Launaea arborescens (Batt.) Maire 3 I + 48.9
Stephanochilus omphalodes (Cosson) Maire 2 I + 2.1
Eruca vesicaria(L.)Cav.sativa(Miller)Thell.var.aurea (Batt.)Maire 2 I + 2.1
Moricandia arvensis (L.)DC. var.garamantum Maire 2 I + 2.1
Trigonella anguina Delile 5 1 + 5.3
Matthiola longipetala (Vent.)DC. ssp.livida (Delile) Maire 8 II + 8.5
Senecio gallicum L. ssp.coronopifolius (Desf.) Maire 8 II + 8.5
Ordre:Helianthemetalia lippii.
Complexe Sindo-angolan (Holarctis et Paleotropis).
Omni-Sahara.
Anabasis articulata (Forskal) Moq. 7 I + 141.5
Helianthemum lippii (L.) Pers. 9 II + 45.7
Lotus jolyi Batt. 2 I + 2.1
Launaea nudicaulis (L.) Hooker fil. 2 I + 2.1
Sahara central et Sahara septentrional.
Euphorbia calyptrata Cosson et Durieu 5 1 + 5.3
Polycarpaea repens (Forskal) Ascherson et Schweinf. 2 I + 2.1
Complexe Méditerranéo Sahara-sindien (Holarctis).
Sahara septentrional.
Plantago ovata Forskal 1 I + 1.1
GROUPE de l'Arthrophytum scoparium.
Alliance: Arthrophytion scopariae.
Helianthemum kahiricum Delile 1 1 + 1.1
Artemisia herba-alba Asso 1 I + 1.1
Helianthemum confertum Dunal var.brachypodium (Chevall.) Maire 1 I + 10.6

					Relevés (groupe 1)	Relevés (groupe 2)
LES GROUPEMENTS EDAPHIQUES.						
LES ERGS.						
Complexe Sindo-angolan (Holarctis et Paleotropis).						
Omni-Sahara.						
Moricandia canescens Boiss.	9	II	+	19.1	+	+ + + 1 + + + +
Stipagrostis pungens (Desf.) De Winter	26	III	2	1154.3	3 3 + 3 2 + 3 2 3 2 4 3 2 1 2 3 2	2 + 2 + 2 + 2 2 2
Calligonum comosum L'Her.	14	II	1	388.3	+ 2 + 1 3 1 + 2 + +	3 2 3 1
Sahara central et Sahara méridional.						
Asthenatherum forskalii (Vahl) Nevski	4	I	+	4.3	+ +	+ +
Stipagrostis acutiflora (Trinius et Rupr.) De Winter	7	I	+	108.5	+ 1 1 2 1 + 2	
Complexe Méditerranéo Saharo-sindien (Holarctis).						
Sahara septentrional.						
Moltkia ciliata (Forskal) Maire	4	I	+	23.4	+ 1 +	1
Calligonum azel Maire	1	I	+	1.1	+	
LES GYPSES (gypso-salé,tech-tech).						
Complexe Sindo-angolan (Holarctis et Paleotropis).						
Omni-Sahara.						
Tamarix gallica L.	8	II	1	474.5	2 + 3 3	3 3 2 3
Complexe Méditerranéo Saharo-sindien (Holarctis).						
Sahara central et Sahara méridional.						
Traganum nudatum Delile	7	I	+	108.5	2 + 1 2 1	+ 1
Zygophyllum album L.	1	I	+	37.2	2	
Fagonia microphylla Pomel var.fruticans (Cosson) Maire	2	I	+	2.1	+ +	
Atriplex coriacea Forskal	1	I	+	10.6		1
Oudneya africana R.Br.	15	II	1	323.4	+ 1 2 2 3 + 1 2 2 + 1 2	+ 1 1
Salsola sieberi C.Presl	1	I	+	1.1		+
Halogeton alopecuroides (Delile) Moq.	2	I	+	47.9	2	1
Euphorbia guyoniana Boiss. et Reuter	2	I	+	2.1	+ +	
Anthyllis sericea Lag. ssp.henoniana (Cosson) Maire	1	I	+	10.6	1	
Limoniastrum guyonianum Durieu	1	I	+	10.6	1	
LES ELEMENTS BIOGEOGRAPHIQUES.						
MEDITERRANEENNE.						
Cutandia dichotoma (Forskal) Trabut	1	I	+	1.1		+
Beta vulgaris L.	3	I	+	3.2	+	+ +
Limonium thouini Viv.	1	I	+	1.1	+	
Liaison méditerranéo Saharo-sindienne.						
Triseteria pumila (Desf.) Maire	1	I	+	1.1		+
Astragalus gombo Cosson et Durieu	1	I	+	1.1	+	
Méditerranéenne à irradiation Saharo-sindienne.						
Hippocrepis multisiliquosa L. ssp.confusa Pau	1	I	+	1.1		+
SAHARO-SINDIENNE.						
Neurada muricata (L.) Ascherson	1	I	+	1.1		+
Seetzenia africana R.Br.	1	I	+	1.1		+
Saharo-Sindienne méditerranéenne.						
Malcolmia aegyptiaca Sprengel	2	I	+	2.1	+	+
Ammodaucus leucotrichus Cosson et Durieu	1	I	+	1.1		+
Launaea glomerata (Cass.) Hooker fil.	1	I	+	1.1		+
Helianthemum ellipticum (Desf.) Pers.	2	I	+	2.1	+ +	
Cistanche phelipaea (L.) Coutinho	1	I	+	1.1	+	
Sclerocephalus arabicus Boiss.	2	I	+	2.1		+ +
Saharo-sindienne occidentale.						
Pituranthos battandieri Maire	1	I	+	1.1		+
Liaison Sindo-angolanne.						
Enneapogon scaber Lehm.	1	I	+	37.2		2
PLURIREGIONALE.						
Cynodon dactylon (L.) Pers.	1	I	+	1.1		+
Reseda lutea L.	1	I	+	1.1		+
Peganum harmala L.	1	I	+	1.1		+

Tableau VI : Les oueds à Retama raetam

Substitution à l'Acacio-Panicion et l'Aervo-Fagonion très appauvrie (1510-611) de l'Antirrhino-Pituranthion scopariae et l'Anvilleo-Zillion macropterae (434-683).

Tableau VII : Les oueds à Retama raetam et Ziziphus lotus

	FRE QUE NCE	PRE SEN CE	A D M	RECO UVRE MENT	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
					9	2	2	4	9	6	6	9	1	9	9	9
					3	1	2	7	0	8	7	1	6	0	2	2
					6	5	5	9	7	4	7	1	0	9	3	1
LES GROUPEMENTS CLIMATIQUES																
LES REGS ET OUEDS OMNI-SAHARIENS																
Classe: Asterisco-Pergularietea tomentosi.																
Complexe Sindo-angolan (Holarctis et Paleotropis).																
Asteriscus graveolens (Forskal) DC.	4	II	+	16.7		+	+				+		+			
Pergularia tomentosa L.	6	III	+	62.5		+					+	+	+	+		1
Colocynthis vulgaris (L.) Schrader	2	II	+	45.8									+		1	
Linaria aegyptiaca (L.) Dum.-Courset	3	II	+	12.5					+		+		+			
Trichodesma africanum (L.) R.Br.	1	I	+	4.2	+											
Farsetia occidentalis B.L.Burtt	7	III	+	245.8	+		+	+	2					1	+	1
Asphodelus tenuifolius Cav.	5	III	+	20.8			+			+	+	+		+		
LES OUEDS.																
GROUPE de l'Acacia-Panicum turgidum.																
Alliance: Acacio-Panicion.																
Complexe Sindo-angolan (Holarctis et Paleotropis).																
Omni-Sahara.																
Acacia tortilis (Forskal) Hayne ssp.raddiana (Savi) Brenan	1	I	1	312.5				3								
Acacia ehrenbergiana Hayne	1	I	+	145.8				2								
Panicum turgidum Forskal	6	III	1	833.3			1	2	2		2	3		1		
Tamarix aphylla (L.) Karsten	5	III	2	1125.0					3	3	3	1		2		
Sahara central et Sahara septentrional.																
Pulicaria crispa (Forskal) Bentham et Hooker	10	IV	1	787.5	2		+	+	2	+	+	1	2	2	2	
Farsetia aegyptiaca Turra	2	II	+	8.3				+				+				
Psoralea plicata Delile	1	I	+	4.2							+					
Lasiurus hirsutus (Forskal) Boiss.	5	III	1	520.8					2		1	2	1			2
Cenchrus ciliaris L.	1	I	+	41.7				1								
Aristida coerulescens Desf.	2	II	+	8.3					+					+		
Complexe Méditerranéo Sahara-sindien (Holarctis).																
Sahara septentrional.																
Desmostachya bipinnata (L.) Stapf	5	III	2	1333.3				1	4	2	3	3				
GROUPE de l'Antirrhinum ramosissimum et Pituranthos scoparius.																
Alliance: Antirrhino-Pituranthion scopariae.																
Antirrhinum ramosissimum Cosson et Durieu	5	III	+	200.0		1	2	+			+	+				
Pituranthos scoparius (Cosson et Durieu) Bentham et Hooker	9	IV	2	1362.5	2	+	2	2	2	3	+		2			3
Brocchia cinerea (Delile) Vis.	1	I	+	4.2							+					
Reseda villosa Cosson	2	II	+	8.3							+		+			
Moricandia arvensis (L.)DC.	3	II	+	50.0					+				+		1	
Pennisetum dichotomum (Forskal) Delile	3	II	+	191.7					2		1			+		
Alyssum macrocalyx Cosson et Durieu	1	I	+	4.2				+								
Rhus tripartita (Ucria) Grande	3	II	+	295.8	+	2						2				
Ziziphus lotus (L.) Desf.	12	V	2	1745.8	+	3	2	+	2	3	3	1	3	2	+	+
Retama raetam (Forskal) Webb et Berth.	12	V	2	1620.8	4	2	2	+	2	3	2	1	2	+	+	+
Bromus geramas Maire	1	I	+	4.2								+				
Avena alba Vahl	1	I	+	4.2								+				
Bromus rubens L.	1	I	+	4.2								+				
Schismus barbatus (L.) Thell.	1	I	+	4.2				+								
Bromus geramas Maire	1	I	+	4.2								+				
Dichanthium annulatum (Forskal) Stapf	3	II	+	295.8						+		2		2		
LES REGS (les steppes désertiques à ...)																
Ordre: Aervo-Fagonetalia bruguieri.																
Alliance: Aervo-Fagonion.																
Complexe Sindo-angolan (Holarctis et Paleotropis).																
Omni-Sahara.																
Fagonia bruguieri DC.	2	II	+	8.3							+		+			
Stipagrostis plumosa (L.) Bourreil ssp.lanuginosa (Trabut) Maire	3	II	+	50.0					+		+	1				
Hyoscyamus muticus L. ssp.falezlez (Cosson) Maire	1	I	+	41.7							1					
Complexe Méditerranéo Sahara-sindien (Holarctis).																
Sahara central et Sahara septentrional.																
Randonia africana Cosson	5	III	+	58.3				+	+		+				+	1
Haplophyllum tuberculatum (Forskal) Juss.	2	II	+	8.3						+		+				
Linaria sagittata Steudel	2	II	+	8.3				+		+						

GROUPE de la Bordure Saharienne.															
Ordre:Gymnocarpo-Atractyletalia serratuloides.															
Complexe Méditerranéo Saharo-sindien (Holarctis).															
Sahara septentrional.															
Gymnocarpos decander Forskal	1	I	+	4.2		+									
Atractylis serratuloides Sieber	1	I	+	4.2				+							
Fagonia glutinosa Delile	1	I	+	4.2				+							
Ifloga spicata (Forskal) Schultz Bip.	4	II	+	16.7			+			+	+	+			
Plantago ciliata Desf.	1	I	+	4.2			+								
Ephedra alata DC.	7	III	1	450.0	+	1	+		+	1	1		3		
Medicago laciniata (L.) Miller	2	II	+	8.3			+							+	
Rumex vesicarius L.	1	I	+	4.2							+				
Erodium glaucophyllum L'Her.	1	I	+	4.2			+								
Echium trygorrhizum Pomel	1	I	+	4.2									+		
Silene villosa Forskal	2	II	+	8.3			+				+				
GROUPE de l'Anvillea radiata et Zilla spinosa ssp.macroptera.															
Alliance: Anvillea - Zillion macropterae.															
Anvillea radiata Cosson et Durieu	8	IV	1	316.7	2	+		+	+			+	2	+	+
Zilla spinosa (L.) Prantl ssp.macroptera (Cosson) Maire	2	II	+	8.3			+							+	
Zilla spinosa (L.) Prantl	8	IV	1	520.8	+		+			+	+	1	+		2 3
Picris coronopifolia (Desf.) DC. ssp.saharae (Cosson) Maire	4	II	+	16.7			+					+	+	+	
Centaurea pungens Pomel	4	II	+	16.7								+	+	+	+
Launaea arborescens (Batt.) Maire	4	II	1	337.5		1	2	2			+				
Stephanochilus omphalodes (Cosson) Maire	2	II	+	8.3						+		+			
Eruca vesicaria(L.)Cav.sativa(Miller)Thell.var.aurea (Batt.)Maire	1	I	+	4.2								+			
Moricandia arvensis (L.)DC. var.garamantum Maire	2	II	+	83.3						1	1				
Trigonella anguina Delile	3	II	+	12.5						+		+		+	
Matthiola longipetala (Vent.)DC. ssp.livida (Delile) Maire	1	I	+	4.2			+								
Convolvulus supinus Cosson et Kral.	1	I	+	4.2			+								
Senecio gallicus L. ssp.coronopifolius (Desf.) Maire	6	III	+	25.0			+			+	+	+		+	+
Ordre:Helianthemetalia lippii.															
Complexe Sindo-angolan (Holarctis et Paleotropis).															
Omni-Sahara.															
Helianthemum lippii (L.) Pers.	6	III	+	62.5	1		+	+	+	+	+				
Lotus jolyi Batt.	1	I	+	4.2									+		
Launaea nudicaulis (L.) Hooker fil.	2	II	+	8.3								+		+	
Matricaria pubescens (Desf.) Schultz Bip.	1	I	+	4.2			+								
Sahara central et Sahara septentrional.															
Euphorbia calyptrata Cosson et Durieu	1	I	+	4.2			+								
Polycarpaea repens (Forskal) Ascherson et Schweinf.	2	II	+	8.3						+	+				
Complexe Méditerranéo Saharo-sindien (Holarctis).															
Sahara septentrional.															
Plantago ovata Forskal	2	II	+	8.3						+	+				
Medicago litoralis Rohde	1	I	+	4.2			+								
Paronychia arabica (L.) DC.	1	I	+	4.2			+								
Pulicaria arabica (L.)Cass. ssp.inuloides (DC.)Maire	2	II	+	8.3								+		+	
GROUPE de l'Arthrophytum scoparium.															
Alliance: Arthrophytion scopariae.															
Helianthemum kahiricum Delile	1	I	+	4.2				+							
Artemisia herba-alba Asso	4	II	1	337.5								1		+	2 2
LES GROUPEMENTS EDAPHIQUES.															
LES ERGS.															
Complexe Sindo-angolan (Holarctis et Paleotropis).															
Omni-Sahara.															
Morettia canescens Boiss.	3	II	+	12.5								+	+	+	
Stipagrostis pungens (Desf.) De Winter	1	I	+	4.2				+							
LES GYPSES (gypso-salé,fech-fech).															
Complexe Sindo-angolan (Holarctis et Paleotropis).															
Omni-Sahara.															
Tamarix gallica L.	4	II	1	979.2						3	3	1		3	
LES ELEMENTS BIOGEOGRAPHIQUES.															
MEDITERRANEENNE.															
Cutandia dichotoma (Forskal) Trabut	1	I	+	4.2			+								
Erodium triangulare (Forskal) Muschler	1	I	+	4.2			+								
Koeleria pubescens (Lam.) Beauv.	1	I	+	4.2			+								
Beta vulgaris L.	2	II	+	8.3						+	+				
Limonium thouini Viv.	1	I	+	4.2							+				
Liaison méditerranéo Saharo-sindienne.															
Trisetaria pumila (Desf.) Maire	1	I	+	4.2						+					
Méditerranéenne à irradiation Saharo-sindienne.															
Koelpinia linearis Pallas	2	II	+	8.3			+			+					
SAHARO-SINDIENNE.															
Saharo-Sindienne méditerranéenne.															
Launaea glomerata (Cass.) Hooker fil.	1	I	+	4.2							+				
Leysera muscoides (Desf.) DC.	1	I	+	4.2			+								
Saharo-sindienne à irradiation Soudano-décanienne.															
Plantago albicans L.	1	I	+	4.2			+								
PLURIREGIONALE.															
Scirpus holoschoenus L.	1	I	+	4.2								+			
Peganum harmala L.	1	I	+	4.2						+					
Andropogon distachyus L.	2	II	+	8.3						+				+	
Centaurium pulchellum (Swartz) Hayek	1	I	+	4.2								+			
Polypogon monspeliensis (L.).Desf.	1	I	+	4.2								+			

Tableau VII : Les oueds à Retama raetam et Ziziphus lotus

Tableau VIII : Les oueds à Ziziphus lotus

					1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	32	33
FREQUENCE	PRESENCE	AD HM	RECOUVREMENT		6 9 9	9 2 5	9 8 9	6 0 9	6 0 1	6 1 9	1 4 4 7	2 6 8 3	6 0 3 1	6 6 7 5	1 4 7	2 6 8 0	5 9 0 8	8 3 7 8	3 9 7 5	7 3 6 5	5 8 6 4	4 4 9 8	4 4 6 3	2 5 7	1 9 2 6	8 8 2 1	8 9 1 3	9 1 8 5	3 8 9 3	8 8 1 6	3 9 1 C	9 1 8
LES GROUPEMENTS CLIMATIQUES																																				
LES REGS ET OUEDS OMNI-SAHARIENS																																				
Classe: Asterisco-Pergularietea tomentosi.																																				
Complexe Sindo-angolen (Holarctis et Paleotropis).																																				
Asteriscus graveolens (Forskal) DC.	9	II	+	54.5				+	+		+		+						1		+		+						1		1					
Pergularia tomentosa L.	6	II	+	60.6	2						+										+		+	+	+											
Colocynthis vulgaris (L.) Schrader	3	I	+	4.5				+			+		+																							
Crotalaria saharae Coss.	4	I	+	6.1									+				+							+		+										
Linaria aegyptiaca (L.) Dum.-Cours.	4	I	+	6.1							+	+	+																							+
Heliotropium bacciferum Forskal ssp.eu-undulatum Maire	2	I	+	3.0																+	+															
Trichodesma africanum (L.) R.Br.	3	I	+	4.5									+				+				+															
Farsetia occidentalis B.L.Burtt	21	III	+	203.0	1		1			2	+	1	+		+		+	1		+			+		+	+	1	+	+	+		2		+	+		+
Asphodelus tenuifolius Cav.	12	III	+	18.2					+				+				+		+	+		+	+	+					+	+					+	
LES OUEDS.																																				
GROUPE de l'Acacia-Panicum turgidum.																																				
Alliance: Acacio-Panicion.																																				
Complexe Sindo-angolen (Holarctis et Paleotropis).																																				
Omni-Sahara.																																				
Acacia tortilis (Forskal) Hayne ssp.raddiana (Savi) Brenan	7	II	1	492.4	3						2	2				2	2	3	2																		
Acacia ehrenbergiana Hayne	4	I	+	160.6	2	+						2			2																					
Panicum turgidum Forskal	4	I	+	174.2								2				2			1		2															
Cymbopogon schoenanthus (L.) Sprengel	8	II	1	321.2	+					+										2		2	2		2						2	2				
Tamarix aphylla (L.) Karsten	5	II	1	471.2	2		3	4													3					+									
Sahara central et Sahara septentrional.																																				
Pulicaria crispa (Forskal) Bentham et Hooker	22	IV	2	1013.6	2	2	1	2	3	2	2	+	3	3	+	3	+		2	2	1	2					1	+	1	1	2					
Farsetia aegyptiaca Turra	1	I	+	1.5																							+									
Psoralea plicata Delile	12	III	1	316.7	+						2	2		2	1		+	2		1		2		1			+	+								
Astragalus pseudo-trigonus Batt. et Trabut	1	I	+	53.0											2																					
Atractylis delicatula Batt. et Chevall.	3	I	+	4.5		+							+								+															
Lasiurus hirsutus (Forskal) Boiss.	6	II	+	251.5																	1		1		+		2	3		2						
Cenchrus ciliaris L.	1	I	+	53.0	2																															
Cleome arabica L.	2	I	+	3.0				+									+																			
Pulicaria undulata (L.)DC. var.alveolosa (Batt.et Trabut) Maire	1	I	+	1.5																	+															
GROUPE de l'Antirrhinum ramosissimum et Pituranthos scoparius.																																				
Alliance: Antirrhino-Pituranthion scoparii.																																				
Antirrhinum ramosissimum Cosson et Durieu	18	III	+	160.6							+					+	1	+	1	1		+	+	1	+		2	+	1	1		+	+			+	+
Pituranthos scoparius (Cosson et Durieu) Bentham et Hooker	17	III	1	759.1																	1	1	2	1	2	3	2	2	1	2	+	2	2	2	2	2	2
Brocchia cinerea (Delile) Vis.	4	I	+	6.1								+	+		+			+																		
Reseda villosa Cosson	2	I	+	3.0																	+								+							
Atractylis carduus (Forskal) Christ	2	I	+	3.0					+					+																						
Moricandia arvensis (L.)DC.	3	I	+	4.5		+															+			+											
Pennisetum dichotomum (Forskal) Delile	4	I	+	160.6																		2		+			2			2						
Anacyclus cyrtolepidioides Pomel	1	I	+	1.5														+																		
Rhus tripartita (Ucria) Grande	4	I	+	272.7												2			2							2					3					
Ziziphus lotus (L.) Desf.	31	V	2	2265.2	2	3	2	3	2	3	+	1	4	+	1	2	2	2	4	2	3	2	2	4	3	+	3	2	+	3	3	+		2	2	3	
Spergula flaccida (Roxb.) Ascherson	1	I	+	1.5					+																											
Arnebia decumbens (Vent.) Coss. et Kral.	1	I	+	1.5														+																		
Malva aegyptiaca L.	1	I	+	1.5					+																											

LES REGS (les steppes désertiques à ...)

Ordre: Aervo-Fagonetalia bruguierii.						
Alliance: Aervo-Fagonion.						
Complexe Sindo-angolan (Holarctis et Paleotropis).						
Omni-Sahara.						
Fagonia bruguieri DC.	7	II	+	10.6	+ + +	+ + + +
Fagonia olivieri Boiss.	1	I	+	1.5	+	
Stipagrostis plumosa (L.) Bourreil ssp.lanuginosa (Trabut) Maire	6	II	+	22.7	+ + +	+ + 1
Hyoscyamus muticus L. ssp.falezlez (Cosson) Maire	3	I	+	56.1	+ 2	+
Artemisia judaica L. ssp.sahariensis Chevall.	1	I	+	53.0		2
Complexe Méditerranéo Saharo-sindien (Holarctis).						
Sahara central et Sahara septentrional.						
Salsola foetida Delile	3	I	+	56.1	2 +	+
Randonia africana Cosson	15	III	1	334.8	+ 1 + 2 + 2	2 1 2 1 + 2 + 1 +
Nucularia perrini Batt.	2	I	+	54.5	2	+
Carduncellus eriocephalus Boiss.	3	I	+	4.5	+ +	+
Haplophyllum tuberculatum (Forskal) Juss.	1	I	+	1.5	+	
Teucrium polium L.	2	I	+	3.0		+ +
GROUPE de la Hordure Saharienne.						
Ordre:Gymnocarpo-Atractyletalia serratuloides.						
Complexe Méditerranéo Saharo-sindien (Holarctis).						
Sahara septentrional.						
Gymnocarpos decander Forskal	1	I	+	15.2		1
Atractylis serratuloides Sieber	2	I	+	3.0		+ +
Fagonia glutinosa Delile	6	II	+	9.1	+ +	+ + + +
Ifloga spicata (Forskal) Schultz Bip.	7	II	+	10.6	+ +	+ + + + +
Plantago ciliata Desf.	10	II	+	15.2	+ + + +	+ + + + + +
Ephedra alata DC.	4	I	+	33.3		1 + + 1
Medicago laciniata (L.) Miller	3	I	+	4.5		+ + +
Salsola vermiculata L.	2	I	+	3.0	+	+
Asphodelus refractus Boiss.	6	II	+	9.1	+ + +	+ + +
Rumex vesicarius L.	4	I	+	6.1	+	+ + +
Savignya parviflora ssp.longistyla(Boiss. et Reuter) Maire	2	I	+	3.0	+	+
Pituranthos chloranthus (Cosson et Durieu) Bentham et Hooker	4	I	+	33.3	1 + 1	+
Erodium glaucophyllum L'Her.	1	I	+	1.5		+
Echium trygorrhizum Pomel	4	I	+	6.1	+	+ + +
Silene villosa Forskal	3	I	+	4.5		+ + +
Launaea resedifolia O.Kuntze	3	I	+	4.5	+	+ +
GROUPE de l'Anvillea raddiata et Zilla spinosa ssp.macroptera.						
Alliance: Anvilleo - Zillion macropterae.						
Anvillea radiata Cosson et Durieu	25	IV	1	350.0	+ 1 + + + +	+ 2 + 1 2 1 + + + + + 2 + + + 1 + 2 2
Zilla spinosa (L.) Prantl ssp.macroptera (Cosson) Maire	16	III	+	198.5	+ 1 + 1	2 1 1 1 1 + 1 + 1 + + 1
Zilla spinosa (L.) Prantl	13	III	+	153.0	+ + 1 + + 1	+ 1 1 2 1 + 1
Picris coronopifolia (Desf.) DC. ssp.saharae (Cosson) Maire	2	I	+	3.0	+	+
Picris coronopifolia (Desf.) DC.	2	I	+	3.0	+	+
Centaurea pungens Pomel	13	III	+	19.7	+ + +	+ + + + + + + + + +
Launaea arborescens (Batt.) Maire	10	II	+	110.6	+ 1	1 1 + 1 + 1 1 1
Stephanochilus omphalodes (Cosson) Maire	4	I	+	6.1	+ +	+ +
Eruca vesicaria(L.)Cav.sativa(Miller)Thell.var.aurea (Batt.)Maire	2	I	+	3.0	+	+
Moricandia arvensis (L.)DC. var.garamantum Maire	1	I	+	1.5		+
Trigonella anguina Delile	8	II	+	12.1	+ + +	+ + + + +
Matthiola longipetala (Vent.)DC. ssp.livida (Delile) Maire	6	II	+	9.1	+ +	+ + + +
Convolvulus supinus Cosson et Kral.	3	I	+	4.5		+ + +
Senecio gallicus L. ssp.coronopifolius (Desf.) Maire	9	II	+	13.6	+ + +	+ + + + + +
Ordre:Helianthemetalia lippii.						
Complexe Sindo-angolan (Holarctis et Paleotropis).						
Omni-Sahara.						
Anabasis articulata (Forskal) Moq.	2	I	+	128.8	3 1	
Helianthemum lippii (L.) Pers.	11	II	+	81.8	+ +	+ + + 1 + + + + 2
Lotus jolyi Batt.	6	II	+	9.1	+ +	+ + + +
Marrubium deserti De Noe	3	I	+	18.2		+ + 1
Launaea nudicaulis (L.) Hooker fil.	3	I	+	4.5	+ +	+
Matricaria pubescens (Desf.) Schultz Bip.	1	I	+	1.5		+
Sahara central et Sahara septentrional.						
Euphorbia calyptrata Cosson et Durieu	2	I	+	3.0	+	+
Polycarpaea repens (Forskal) Ascherson et Schweinf.	2	I	+	3.0	+ +	

Complexe Méditerranéo Saharo-sindien (Holarctis).																																	
Sahara septentrional.																																	
Plantago ovata Forskal	4	I	+	6.1				+				+	+							+													
Paronychia arabica (L.) DC.	6	II	+	9.1				+									+	+		+						+						+	
GROUPE de l'Arthrophytum scoparium.																																	
Alliance: Arthrophytim scopariae.																																	
Helianthemum kahiricum Delile	1	I	+	1.5																		+											
Artemisia herba-alba Asso	4	I	+	136.4	1															1									2				2
Rhanterium suaveolens ssp. intermedium (Pomel) Quezel et Santa	1	I	+	53.0																			2										
Catananche arenaria Cosson et Durieu	3	I	+	4.5				+												+	+												
LES GROUPEMENTS EDAPHIQUES.																																	
LES ERGS.																																	
Complexe Sindo-angolan (Holarctis et Paleotropis).																																	
Omni-Sahara.																																	
Morettia canescens Boiss.	10	II	+	15.2				+					+		+		+		+	+	+								+		+	+	
Stipagrostis pungens (Desf.) De Winter	4	I	+	259.1			2			4				+											1								
Calligonum comosum L'Her.	2	I	+	68.2			2																		1								
Complexe Méditerranéo Saharo-sindien (Holarctis).																																	
Sahara septentrional.																																	
Moltkia ciliata (Forskal) Maire	1	I	+	1.5																								+					
LES GYPSES (gypso-salé, fech-fech).																																	
Complexe Sindo-angolan (Holarctis et Paleotropis).																																	
Omni-Sahara.																																	
Tamarix gallica L.	4	I	1	469.7		3	4							2				3															
Complexe Méditerranéo Saharo-sindien (Holarctis).																																	
Sahara central et Sahara méridional.																																	
Traganum nudatum Delile	1	I	+	53.0		2																											
Capparis spinosa L.	1	I	+	1.5														+															
Oudneya africana R.Br.	1	I	+	1.5			+																										
LES ELEMENTS BIOGEOGRAPHIQUES.																																	
MEDITERRANEENNE.																																	
Koeleria pubescens (Lam.) Beauv.	2	I	+	3.0																+												+	
Beta vulgaris L.	1	I	+	1.5									+																				
Méditerranéenne à irradiation Saharo-sindienne.																																	
Hippocrepis multisiliquosa L. ssp. confusa Pau	1	I	+	1.5																	+												
SAHARO-SINDIENNE.																																	
Saharo-Sindienne méditerranéenne.																																	
Ammodaucus leucotrichus Cosson et Durieu	1	I	+	1.5										+																			
Launaea glomerata (Cass.) Hooker fil.	1	I	+	1.5										+																			
Helianthemum ellipticum (Desf.) Pers.	1	I	+	1.5					+																								
Saharo-sindienne occidentale.																																	
Gaillonia reboudiana Cosson et Durieu	1	I	+	53.0															2														
Ferralderia coronopifolia Cosson	1	I	+	1.5																+													
Megastoma pusillum Cosson et Durieu	1	I	+	1.5									+																				
Saharo-sindienne à irradiation Soudano-décanienne.																																	
Plantago albicans L.	1	I	+	1.5																												+	
PLURIREGIONALE.																																	
Scirpus holoschoenus L.	1	I	+	189.4	4																												
Spergularia diandra (Guss.) Heldr. et Sart.	1	I	+	1.5									+																				
Filago germanica L.	1	I	+	1.5													+																

Tableau VIII : Les oueds à Ziziphus lotus

Tableau IX : La steppe à Arthrophytum scoparium (Arthrophytion scopariae)

					1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23
FREQUENCE	PRESENCE	ADM	RECOUVREMENT		17	12	8	41	13	18	19	92	16	21	18	27	18	17	41	16	23	13	15	44	40	07	29
					1	1	9	0	7	9	9	6	9	8	1	8	7	1	1	3	2	9	5	6	B	A	B
LES GROUPEMENTS CLIMATIQUES																											
LES REGS ET OUEDS OMNI-SAHARIENS																											
Classe: Asterisco-Pergularietea tomentosi.																											
Complexe Sindo-angolan (Holarctis et Paleotropis).																											
Asteriscus graveolens (Forskal) DC.	12	III	+	213.0		+			+				+	+		+	+	+		2	+			2	1	1	
Pergularia tomentosa L.	5	II	+	123.9				+		1				2	+							1					
Crotalaria saharae Cosson	2	I	+	4.3									+								+						
Linaria aegyptiaca (L.) Dum.-Courset	5	II	+	10.9			+		+														+		+		
Heliotropium bacciferum Forskal	1	I	+	2.2							+																
Heliotropium bacciferum Forskal ssp.eu-undulatum Maire	1	I	+	2.2								+															
Trichodesma africanum (L.) R.Br.	4	II	+	8.7							+			+											+	+	
Anastatica hierochuntica L.	1	I	+	2.2										+													
Farsetia occidentalis B.L.Burtt	11	III	+	137.0			+			+	+	2	+		1				1	+		+	+		+		
Asphodelus tenuifolius Cav.	3	I	+	6.5								+													+	+	
LES OUEDS.																											
GROUPE de l'Acacia-Panicum turgidum.																											
Alliance: Acacio-Panicion.																											
Complexe Sindo-angolan (Holarctis et Paleotropis).																											
Omni-Sahara.																											
Acacia tortilis (Forskal) Hayne ssp.raddiana (Savi) Brenan	2	I	1	326.1							3				3												
Acacia ehrenbergiana Hayne	2	I	+	78.3									+		2												
Panicum turgidum Forskal	1	I	+	76.1														2									
Cymbopogon schoenanthus (L.) Sprengel	8	II	1	567.4								2	2	2	+	1	3		2		2						
Sahara central et Sahara septentrional.																											
Pulicaria crispa (Forskal) Bentham et Hooker	2	I	+	97.8								1			2												
Atractylis delicatula Batt. et Chevall.	1	I	+	2.2																							+
Lasiurus hirsutus (Forskal) Boiss.	4	II	+	102.2								1			+			+		2							
Cenchrus ciliaris L.	1	I	+	21.7							1																
Cleome arabica L.	1	I	+	2.2			+																				
GROUPE de l'Antirrhinum ramosissimum et Pituranthos scoparius.																											
Alliance: Antirrhino-Pituranthion scopariae.																											
Antirrhinum ramosissimum Cosson et Durieu	12	III	1	471.7	1	+	2	3			2	+	1			1			1	1	1	1					
Pituranthos scoparius (Cosson et Durieu) Bentham et Hooker	15	IV	1	776.1				1		2	2	2	1		1	2	2	2	2	+	2	2		1	+		
Brocchia cinerea (Delile) Vis.	1	I	+	2.2					+																		
Reseda villosa Cosson	1	I	+	2.2											+												
Atractylis carduus (Forskal) Christ	3	I	+	6.5		+			+																+		
Moricandia arvensis (L.)DC.	1	I	+	21.7											1												
Daucus sahariensis Murb.	1	I	+	2.2															+								
Rhus tripartita (Ucria) Grande	2	I	+	239.1									3	2													
Ziziphus lotus (L.) Desf.	3	I	+	241.3									3	2	+												
Retama raetam (Forskal) Webb et Berth.	1	I	+	76.1										2													

LES REGS (les steppes désertiques à ...)

Ordre: Aervo-Fagonetalia bruguierii.																											
Alliance: Aervo-Fagonion.																											
Complexe Singo-angolan (holarctis et Paleotropis).																											
Omni-Sahara.																											
Fagonia bruguieri DC.	4	II	+	169.6											+				+					3			+
Stipagrostis plumosa (L.) Bourreil ssp.lanuginosa (Trabut) Maire	8	II	+	110.9					+			+							2	+			+	1	+	+	
Hyoscyamus muticus L. ssp.falezlez (Cosson) Maire	1	I	+	76.1							2																
Complexe Méditerranéo Saharo-sindien (Holarctis).																											
Sahara central et Sahara septentrional.																											
Salsola foetida Delile	1	I	+	2.2											+												
Randonia africana Cosson	5	II	+	50.0						1		+			+			1							+		
Carduncellus eriocephalus Boiss.	1	I	+	2.2																	+						
GROUPE de la Bordure Saharienne.																											
Ordre:Gymnocarpo-Atractyletalia serratuloides.																											
Complexe Méditerranéo Saharo-sindien (Holarctis).																											
Sahara septentrional.																											
Gymnocarpos decander Forskal	4	II	+	156.5			+				2						2				+						
Atractylis serratuloides Sieber	3	I	+	6.5		+													+	+							
Fagonia glutinosa Delile	9	III	+	19.6		+		+	+												+	+	+		+	+	+
Ifloga spicata (Forskal) Schultz Bip.	10	III	+	21.7		+	+		+			+	+							+	+	+			+	+	
Plantago ciliata Desf.	6	II	+	13.0			+	+												+	+				+	+	
Ephedra alata DC.	8	II	+	258.7					1				2				2		2				+	+	+		+
Medicago laciniata (L.) Miller	4	II	+	8.7			+		+												+				+		
Salsola vermiculata L.	1	I	+	2.2								+															
Asphodelus refractus Boiss.	9	III	+	19.6			+	+	+				+							+	+	+			+		+
Rumex vesicarius L.	3	I	+	6.5					+															+	+		
Savignya parviflora ssp.longistyla(Boiss. et Reuter) Maire	1	I	+	2.2			+																				
Pituranthos chloranthus (Cosson et Durieu) Bentham et Hooker	1	I	+	76.1			2																				
Erodium glaucophyllum L'Her.	7	II	+	15.2		+	+														+	+			+	+	+
Echium trygorrhizum Pomel	6	II	+	13.0			+		+				+												+	+	+
Silene villosa Forskal	2	I	+	4.3									+						+								
Launaea resedifolia O.Kuntze	5	II	+	10.9			+						+												+	+	+
GROUPE de l'Anvillea raddiata et Zilla spinosa ssp.macroptera.																											
Alliance: Anvilleo - Zillion macropterae.																											
Anvillea radiata Cosson et Durieu	21	V	1	734.8	+	+	2	1	2		+	1		+	+	+	1	1	1	+	2	2	2	2	2	2	+
Zilla spinosa (L.) Prantl ssp.macroptera (Cosson) Maire	9	III	+	97.8	1		+				1		+		+		+	+			1					1	
Zilla spinosa (L.) Prantl	8	II	+	204.3					2			+							+	1		+	1	2	+		
Centaurea pungens Pomel	5	II	+	10.9		+	+					+			+						+						
Launaea arborescens (Batt.) Maire	13	III	1	363.0				1	+	2	2		1	2	+	2	+	+	+	+	+						
Stephanochilus omphalodes (Cosson) Maire	2	I	+	4.3																+					+		
Matthiola longipetala (Vent.)DC. ssp.livida (Delile) Maire	6	II	+	13.0			+						+							+	+	+			+		
Convolvulus supinus Cosson et Kral.	3	I	+	6.5					+				+								+						
Ordre:Helianthemetalia lippii.																											
Complexe Sindo-angolan (Holarctis et Paleotropis).																											
Omni-Sahara.																											
Anabasis articulata (Forskal) Moq.	1	I	+	21.7																		1					
Helianthemum lippii (L.) Pers.	16	IV	+	260.9	+		+	+	1			+			+		1	1	+	+	1	+	+	2	2		+
Lotus Jolyi Batt.	5	II	+	10.9		+	+		+													+	+				
Stipagrostis obtusa (Delile) Nees	1	I	+	2.2		+																					
Matricaria pubescens (Desf.) Schultz Bip.	4	II	+	8.7			+						+							+	+						
Hippocrepis multisiliquosa L.	3	I	+	6.5					+																+	+	
Sahara central et Sahara septentrional.																											
Euphorbia calyptrata Cosson et Durieu	1	I	+	2.2									+														

Complexe Méditerranéo Saharo-sindien (Holarctis).																									
Sahara septentrional.																									
Plantago ovata Forskal	7	II	+	15.2			+		+									+	+			+	+	+	
Medicago litoralis Rohde	6	II	+	13.0			+				+							+	+	+		+			
Paronychia arabica (L.) DC.	1	I	+	2.2			+																		
Salvia aegyptiaca L.	1	I	+	2.2					+																
GROUPE de l'Arthrophytum scoparium.																									
Alliance: Arthrophytion scopariae.																									
Arthrophytum scoparium (Pomel) Iljin	23	V	1	537.0	2	2	1	2	+	+	+	1	+	1	+	2	2	1	+	+	+	1	+	+	+	+	1
Androcymbium gramineum (Cav.) Macbride	2	I	+	4.3			+																	+	
Dipcadi serotinum (L.) Medicus	1	I	+	2.2																				+	
Helianthemum kahiricum Delile	3	I	+	6.5				+								+	+								
Catananche arenaria Cosson et Durieu	1	I	+	2.2																				+	
Calendula aegyptiaca Desf.	1	I	+	2.2																+					
Volutaria crupinoides (Desf.) Maire	1	I	+	2.2					+																
Astragalus gyzensis Delile	1	I	+	2.2			+																		
LES GROUPEMENTS EDAPHIQUES.																									
LES ERGS.																									
Complexe Sindo-angolan (Holarctis et Paleotropis).																									
Omni-Sahara.																									
Morettia canescens Boiss.	2	I	+	4.3																				+	+
LES GYPSES (gypso-sale,fech-fech).																									
Complexe Sindo-angolan (Holarctis et Paleotropis).																									
Omni-Sahara.																									
Tamarix gallica L.	2	I	+	239.1								3		2											
Complexe Méditerranéo Saharo-sindien (Holarctis).																									
Sahara central et Sahara méridional.																									
Traganum nudatum Delile	2	I	+	4.3								+		+											
Fagonia microphylla Pomel var.fruticans (Cosson) Maire	1	I	+	2.2															+						
Salsola sieberi C.Presl	2	I	+	4.3								+		+											
Halogeton alopecuroides (Delile) Moq.	1	I	+	2.2																	+				
LES ELEMENTS BIOGEOGRAPHIQUES.																									
MEDITERRANEENNE.																									
Cutandia dichotoma (Forskal) Trabut	1	I	+	2.2								+													
Erodium triangulare (Forskal) Muschler	1	I	+	2.2								+													
Méditerranéenne à irradiation Saharo-sindienne.																									
Koelpinia linearis Pallas	3	I	+	6.5			+					+							+						
SAHARO-SINDIENNE.																									
Saharo-Sindienne méditerranéenne.																									
Launaea glomerata (Cass.) Hooker fil.	1	I	+	2.2															+						
Astragalus cruciatus Link	1	I	+	2.2			+																		
Saharo-sindienne occidentale.																									
Gaillonia reboudiana Cosson et Durieu	1	I	+	2.2										+											
Tourneuxia variifolia Cosson	1	I	+	2.2								+													
Saharo-sindienne à irradiation Soudano-décanienne.																									
Plantago albicans L.	3	I	+	6.5		+															+				+

Tableau IX : La steppe à Arthrophytum scoparium (Arthrophytion scopariae)

Son installation dans les vestiges de l'Acacio-Panicion et de l'Aervo-Fagonion.

Tableau X : La steppe à Arthrophytum scoparium

	FRE QUE NCE	PRE SEN CE	A D M	RECO UVRE MENT	1 2 3	4 5 6 7 8 9 10	11 12 13 14 15 16 17 18 19	20 21 22 23 24 25 26 27 28 29 30 31
LES GROUPEMENTS CLIMATIQUES								
LES REGS ET OUEDS OMNI-SAHARIENS								
Classe: Asterisco-Pergularietea tomentosi.								
Complexe Sindo-angolan (Holarctis et Paleotropis).								
Asteriscus graveolens (Forskal) DC.	2	I	+	3.2		+		+
Pergularia tomentosa L.	2	I	+	3.2	+			+
Farsetia occidentalis B.L.Burtt	22	IV	1	451.6	+ 2	2 2 1 + + 1	+ 2 2 1 2 + + +	+ 1 + 1 1 +
LES OUEDS.								
GROUPE de l'Acacia-Panicum turgidum.								
Alliance: Acacio-Panicion.								
Complexe Sindo-angolan (Holarctis et Paleotropis).								
Omni-Sahara.								
Cymbopogon schoenanthus (L.) Sprengel	1	I	+	1.6				+
Sahara central et Sahara septentrional.								
Pulicaria crispa (Forskal) Bentham et Hooker	1	I	+	1.6				+
GROUPE de l'Antirrhinum ramosissimum et Pituranthos scoparius.								
Alliance: Antirrhino-Pituranthion scoparise.								
Atractylis carduus (Forskal) Christ	1	I	+	1.6				+
Moricandia arvensis (L.)DC.	1	I	+	1.6	+			
Retama raetam (Forskal) Webb et Berth.	4	I	+	171.0				+ 2 2 2
LES REGS (les steppes désertiques à ...)								
Ordre: Aervo-Fagonetalia bruguierii.								
Alliance: Aervo-Fagonion.								
Complexe Sindo-angolan (Holarctis et Paleotropis).								
Omni-Sahara.								
Stipagrostis plumosa (L.) Bourreil ssp.lanuginosa (Trabut) Maire	5	II	+	51.6				1 + + 1 1
GROUPE de la Bordure Saharienne.								
Ordre:Gymnocarpo-Atractyletalia serratuloides.								
Complexe Méditerranéo Sahara-sindien (Holarctis).								
Sahara septentrional.								
Gymnocarpos decander Forskal	24	IV	1	882.3	+ 1 2	1 2 2 2 2 2 2	1 2 1 2 1 1 2 1 2	2 2 + 1 1
Fagonia glutinosa Delile	2	I	+	3.2	+			+
Ifloga spicata (Forskal) Schultz Bip.	1	I	+	1.6				+
Plantago ciliata Desf.	1	I	+	1.6	+			
Ephedra alata DC.	10	II	+	259.7		2 2 2 1 +	+	+ 3 + + +
Salsola vermiculata L.	7	II	+	40.3	+ 1	1 + + +		+
Asphodelus refractus Boiss.	3	I	+	19.4	1			+
Savignya parviflora ssp.longistyla(Boiss. et Reuter) Maire	3	I	+	19.4	1 +			+
Arthrophytum schmittianum (Pamel) Maire et Weiler	20	III	1	477.4			1 1 + + 1 + + 1 2 2	1 + + 1 1 2 2 1 2 2
Pituranthos chloranthus (Cosson et Durieu) Bentham et Hooker	13	III	1	419.4		+ 2 1	+ 2 2 + 2 2 2	2 + + +
Erodium glaucophyllum L'Her.	1	I	+	1.6				+
GROUPE de l'Anvillea radiata et Zilla spinosa ssp.macroptera.								
Alliance: Anvilleo - Zillion macropterae.								
Anvillea radiata Cosson et Durieu	4	I	+	6.5			+ +	+ +
Picris coronopifolia (Desf.) DC. ssp.saharae (Cosson) Maire	1	I	+	1.6				+
Ordre:Helianthemetalia lippii.								

Complexe Sindo-angolan (Holarctis et Paleotropis). Omni-Sahara.																																			
Anabasis articulata (Forskal) Moq.	4	I	+	104.8															1											1	1			2	
Helianthemum lippii (L.) Pers.	23	IV	1	796.8	+	2	1	2	2	1	2	1	2			2	2		2	2		1		2		+	2	1	1		+	1	2		+
Stipagrostis obtusa (Delile) Nees	4	I	+	21.0						+									+						+								1		
Matricaria pubescens (Desf.) Schultz Bip.	1	I	+	1.6																															+
Complexe Méditerranéo Saharo-sindien (Holarctis). Sahara septentrional.																																			
Plantago ovata Forskal	6	II	+	9.7	+				+				+													+								+	+
GROUPE de l'Arthrophytum scoparium. Alliance: Arthrophytion scopariae.																																			
Arthrophytum scoparium (Pomel) Iljin	31	V	2	1046.8	+	2	2	2	1	2	2	1	1	2	+	2	2	2	2	2	1	1	+	2	2	+	1	1	1	1	2	2	1	1	1
Helianthemum kahiricum Delile	5	II	+	62.9				+	+	2			+													+									
Helianthemum confertum Dunal var.brachypodium (Chevall.) Maire	6	II	+	162.9											1				2	2	1	+	1												
Rhanterium suaveolens ssp.intermedium (Pomel) Quezel et Santa	1	I	+	1.6											+																				
Catananche arenaria Cosson et Durieu	1	I	+	1.6		+																													
Limoniastrum feei (Girard) Batt.	17	III	1	322.6				+	+	+	1	1	+	1	1	1	2	1	1	1	2	1	2				+								
Anabasis oropediorum Maire	1	I	+	1.6																												+			
Rhanterium suaveolens ssp.adpressum(Cosson et Durieu)Quezel Santa	1	I	+	16.1										1																					
Asteriscus pygmaeus Cosson et Kral.	1	I	+	1.6						+																									
Genista saharae Cosson et Durieu	1	I	+	56.5																						2									
Urginea noctiflora Batt. et Trabut	1	I	+	1.6	+																														
Argyrolobium uniflorum Jaub. et Spach	1	I	+	1.6																					+										

LES GROUPEMENTS EDAPHIQUES.

LES ERGS.

Complexe Sindo-angolan (Holarctis et Paleotropis). Omni-Sahara.																																			
Stipagrostis pungens (Desf.) De Winter	2	I	+	177.4																		3						2							
Calligonum comosum L'Her.	3	I	+	59.7																		2				+	+								
Sahara central et Sahara méridional.																																			
Asthenatherum forskalii (Vahl) Nevski	1	I	+	1.6																						+									
Forskalea tenacissima L.	1	I	+	1.6																		+													
Complexe Méditerranéo Saharo-sindien (Holarctis). Sahara septentrional.																																			
Moltkia ciliata (Forskal) Maire	2	I	+	3.2																								+	+						

LES GYPSES (gypso-salé,fech-fech).

Complexe Méditerranéo Saharo-sindien (Holarctis). Sahara central et Sahara méridional.																																			
Traganum nudatum Delile	1	I	+	1.6	+																														
Fagonia microphylla Pomel	1	I	+	1.6	+																														
Fagonia microphylla Pomel var.fruticans (Cosson) Maire	1	I	+	1.6											+																				
Oudneya africana R.Br.	1	I	+	1.6	+																														
Halogeton alopecuroides (Delile) Moq.	1	I	+	56.5	2																														
Euphorbia guyoniana Boiss. et Reuter	1	I	+	1.6																						+									

LES ELEMENTS BIOGEOGRAPHIQUES.

MEDITERRANEENNE.																																			
Erodium triangulare (Forskal) Muschler	1	I	+	1.6																															+
Liaison méditerranéo Saharo-sindienne.																																			
Astragalus gombo Cosson et Durieu	1	I	+	1.6																						+									

Tableau X : La steppe à Arthrophytum scoparium

L'Arthrophytion scopariae, avec un faciès (?) à Limoniastrum feei (1318-1335) présente des éléments de l'Helianthemetalia lippii.

Tableau XI : Les formations édaphiques (Traganion nudatae)

	FRE QUE NCE	PRE SEN CE	A D M	RECO UVRE MENT
LES GROUPEMENTS CLIMATIQUES				
LES REGS ET OUEDS OMNI-SAHARIENS				
Classe: Asterisco-Pergularietea tomentosi. Complexe Sindo-angolan (Holarctis et Paleotropis).				
Asteriscus graveolens (Forskal) DC.	3	I	+	2.3
Crotalaria saharae Cosson	1	I	+	7.7
Linaria aegyptiaca (L.) Dum.-Courset	1	I	+	26.9
Farsetia occidentalis B.L.Burtt	4	I	+	10.0
Asphodelus tenuifolius Cav.	2	I	+	1.5
LES OUEDS.				
GROUPE de l'Acacia-Panicum turgidum. Alliance: Acacio-Panicion. Complexe Sindo-angolan (Holarctis et Paleotropis). Omni-Sahara.				
Panicum turgidum Forskal	1	I	+	26.9
Cymbopogon schoenanthus (L.) Sprengel Sahara central et Sahara septentrional.	1	I	+	7.7
Pulicaria crispa (Forskal) Bentham et Hooker	5	I	+	56.2
Farsetia aegyptiaca Turra	3	I	+	2.3
Psoralea plicata Delile	1	I	+	7.7
Atractylis delicatula Batt. et Chevall.	1	I	+	0.8
GROUPE de l'Antirrhinum ramosissimum et Pituranthos scoparius. Alliance: Antirrhino-Pituranthion scopariae.				
Antirrhinum ramosissimum Cosson et Durieu	1	I	+	0.8
Pituranthos scoparius (Cosson et Durieu) Bentham et Hooker	3	I	+	66.2
Brocchia cinerea (Delile) Vis.	1	I	+	0.8
Atractylis carduus (Forskal) Christ	2	I	+	1.5
Moricandia arvensis (L.)DC.	4	I	+	3.1
LES REGS (les steppes désertiques à ...)				
Ordre: Aervo-Fagonetalia bruguierii. Alliance: Aervo-Fagonion. Complexe Sindo-angolan (Holarctis et Paleotropis). Omni-Sahara.				
Fagonia bruguieri DC.	4	I	+	3.1
Stipagrostis plumosa (L.) Bourreil ssp.lanuginosa (Trabut) Maire	29	III	+	156.2
Cornulaca monacantha Delile	3	I	+	80.8
Hyoscyamus muticus L. ssp.falezlez (Cosson) Maire Complexe Méditerranéo Sahara-sindien (Holarctis). Sahara central et Sahara septentrional.	1	I	+	7.7
Salsola foetida Delile	14	II	+	71.5
Randonia africana Cosson	28	III	1	390.8
Carduncellus eriocephalus Boiss.	3	I	+	2.3
Monsonia heliotropioides(Cav.)Boiss.nivea(Decne) Sauvage & Guinet	3	I	+	2.3
GROUPE de la Bordure Saharienne. Ordre:Gymnocarpo-Atractyletalia serratuloides. Complexe Méditerranéo Sahara-sindien (Holarctis). Sahara septentrional.				
Gymnocarpos decander Forskal	1	I	+	0.8
Atractylis serratuloides Sieber	7	I	+	38.5
Fagonia glutinosa Delile	8	I	+	20.0
Ifloga spicata (Forskal) Schultz Bip.	1	I	+	0.8
Plantago ciliata Desf.	11	II	+	8.5
Ephedra alata DC.	1	I	+	7.7
Salsola vermiculata L.	21	II	+	30.0
Asphodelus refractus Boiss.	10	II	+	7.7
Savignya parviflora ssp.longistyla(Boiss. et Reuter) Maire	16	II	+	19.2
Arthrophytum schmittianum (Pomel) Maire et Weiler	6	I	+	37.7
Pituranthos chloranthus (Cosson et Durieu) Bentham et Hooker	17	II	+	145.4
Erodium glaucophyllum L'Her.	7	I	+	5.4
Echium trygorrhizum Pomel	1	I	+	0.8

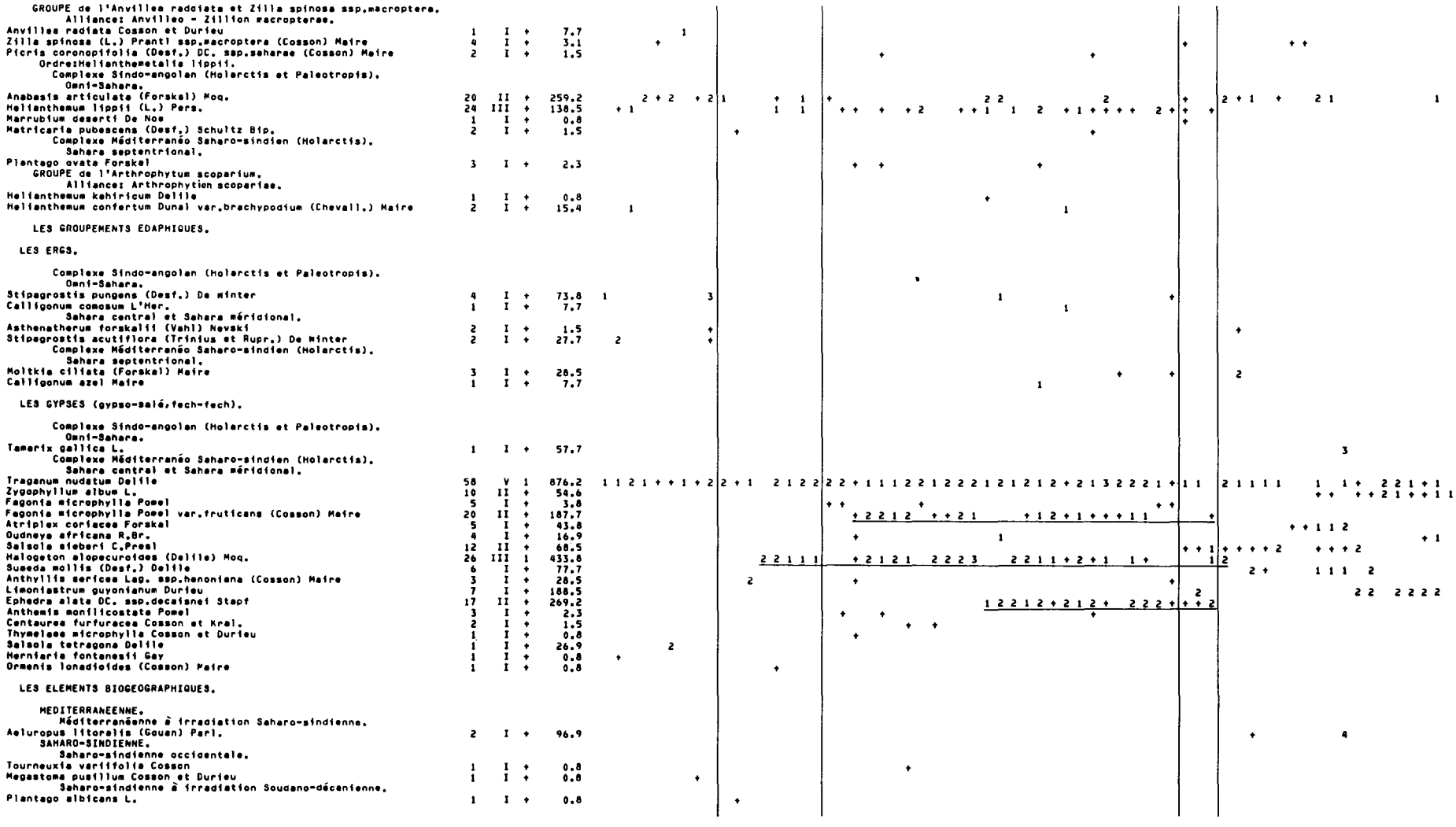


Tableau XI : Les formations édaphiques (Traganion nudatae)

Augmentation du taux de chlorures totaux, de gauche à droite,
- faciès à Pituranthos chloranthus et Halogeton alopecuroides (1530-546)
- faciès à Ephedra alata ssp. decaisnei et Fagonia microphylla ssp.fruticans (1532-546)
- faciès amenant aux steppes sur terrains fortement chlorurés (243-1742)

Tableau XII : Constance - Importance

LES GROUPEMENTS CLIMATIQUES	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI
LES REGS ET OUEDS OMNI-SAHARIENS											
Classe: Asterisco-Pergularietea tomentosi.											
Complexe Sindo-angolan (Holarctis et Paleotropis).											
Asteriscus graveolens (Forskal) DC.	III	III	II	II	III	I	II	II	III	I	I
Pergularia tomentosa L.	III	III	II	I	II	II	III	II	II	I	
Colocynthis vulgaris (L.) Schrader	II	I	I	I	I	I	II	I			
Crotalaria saharae Cosson	I	II	I	I	I	I		I	I		I
Linaria aegyptiaca (L.) Dum.-Courset ssp.fruticosa(Desf.)Maire	I										
Linaria aegyptiaca (L.) Dum.-Courset	I	II	II	I	II	I	II	I	II		I
Heliotropium bacciferum Forskal			I		I				I		
Heliotropium bacciferum Forskal ssp.eu-undulatum Maire	I	I	I		I	I		I	I		
Trichodesma africanum (L.) R.Br.	I	I	I		I		I	I	II		
Anastatica hierochuntica L.	I	I		I					I		
Farsetia occidentalis B.L.Burtt	III	III	III	II	III	III	III	III	III	IV	I
Asphodelus tenuifolius Cav.	II	II	I	I	I	I	III	III	I		I
LES OUEDS.											
GROUPE de l'Acacia-Panicum turgidum.											
Alliance: Acacio-Panicion.											
Complexe Sindo-angolan (Holarctis et Paleotropis),											
Omni-Sahara.											
Acacia tortilis (Forskal) Hayne ssp.raddiana (Savi) Brenan	IV	III				I	I	II	I		
Acacia ehrenbergiana Hayne	IV	III				I	I	I	I		
Panicum turgidum Forskal	IV	III	I	II	I	II	III	I	I		I
Cymbopogon schoenanthus (L.) Sprengel		II	II		I	I		II	II	I	I
Cymbopogon schoenanthus ssp.laniger (Hooker)Maire et Weiller	I										
Tamarix aphylla (L.) Karsten	I	I				II	III	II			
Sahara central et Sahara septentrional.											
Pulicaria crispa (Forskal) Bentham et Hooker	III	III	II	II	II	II	IV	IV	I	I	I
Farsetia aegyptiaca Turra	I	II	I	I	I	I	II	I			I
Psoralea plicata Delile	II	II	I	I	I	II	I	III			I
Astragalus pseudo-trigonus Batt. et Trabut	II	I		I	I	I		I			
Atractylis delicatula Batt. et Chevall.	II	II	I		I	I		I	I		I
Lasiurus hirsutus (Forskal) Boiss.	II	III	II	I	II	I	III	II	II		
Cenchrus ciliaris L.	I		I			I	I	I	I		
Cleome arabica L.	I					II		I	I		
Aristida adscencionis L. ssp. adscencionis L.	I										
Aristida caerulescens Desf.	I	I					II				
Pulicaria undulata (L.)DC. var.alveolosa (Batt.et Trabut) Maire		I			I	I		I			
Diplotaxis harra (Forskal) Boiss.	I										
Chrysanthemum macrocarpum Cosson et Kral.	I										
Coronopus lepidoides (Cosson) O.Kuntze	I										
Pancratium trianthum Herbich	I										
Lotus roudairei Bonnet		I									
Complexe Méditerranéo Sahara-sindien (Holarctis),											
Sahara septentrional.											
Desmostachya bipinnata (L.) Stapf		I				I	III				

GROUPE de l'Antirrhinum ramosissimum et Pituranthos scopa											
Alliance: Antirrhino-Pituranthion scopariae.											
Antirrhinum ramosissimum Cosson et Durieu		IV	IV	II		II	III	III	III		I
Pituranthos scoparius (Cosson et Durieu) Bentham et Hooker		IV	III	I		II	IV	III	IV		I
Brocchia cinerea (Delile) Vis.	II	I	I	I	I	I	I	I	I		I
Reseda villosa Cosson	I			I	I	I	II	I	I		
Atractylis carduus (Forskal) Christ		I	I	I	I	I		I	I	I	I
Moricandia arvensis (L.)DC.	I	I	I		I	I	II	I	I	I	I
Pennisetum dichotomum (Forskal) Delile	I	I	I		I	I	II	I			
Daucus sahariensis Murb.	I		I		I	I			I		
Anacyclus cyrtolepidioides Pomel	I	I	I		I	I		I			
Astragalus sinaicus Boiss.			I			I					
Alyssum macrocalyx Cosson et Durieu			I				I				
Eremophyton chevallieri Beguinot			I								
Rhus tripartita (Ucria) Grande	I	I			I	I	II	I	I		
Ziziphus lotus (L.) Desf.							V	V	I		
Retama raetam (Forskal) Webb et Berth.						V	V		I	I	
Spergula flaccida (Roxb.) Ascherson			I					I			
Bromus squarrosus L.						I					
Sphenopus divaricatus (Gouan) Reichenb.						I					
Euphorbia dracunculoides Lam.						I					
Avena alba Vahl							I				
Bromus rubens L.							I				
Schismus barbatus(L.)Thell.ssp.calycinus(L.)Maire et Weiller											
Schismus barbatus (L.) Thell.							I				
Bromus garamas Maire							I				
Dichanthium annulatum (Forskal) Stapf							II				
Arnebia decumbens (Vent.) Cosson et Kral.								I			
Malva aegyptiaca L.								I			
Pseuderucaria teretifolia (Desf.) O.E.Schultz			I								
Cistanche violacea (Desf.) J.Becker			I								
LES REGS (les steppes désertiques à ...)											
Ordre: Aervo-Fagonetalia bruguierii.											
Alliance: Aervo-Fagonion.											
Complexe Sindo-angolan (Holarctis et Paleotropis).											
Omni-Sahara.											
Fagonia bruguieri DC.	III	II	II	II	III	II	II	II	II		I
Fagonia olivieri Boiss.	I	I		II	I	I		I			
Stipagrostis plumosa (L.) Bourreil ssp.eu-plumosa Maire		I									
Stipagrostis plumosa (L.) Bourreil ssp.lanuginosa (Trabut) Mair	II	II	II	III	III	II	II	II	II	II	III
Schouwia purpurea(Forskal)Schweinf.schimperi(Jaub.Spach)Muschle	I			I							
Cornulaca monacantha Delile	I			II	I	I					I
Hyoscyamus muticus L. ssp.falezlez (Cosson) Maire	III	I	I	III	I	I	I	I	I		I
Artemisia judaica L. ssp.sahariensis Chevall.	I					I		I			
Complexe Méditerranéo Saharo-sindien (Holarctis).											
Sahara central et Sahara septentrional.											
Salsola foetida Delile	III	I	II	III	II	I		I	I		II
Randonia africana Cosson	II	III	III	III	II	III	III	III	II		III
Nucularia perrini Batt.	II	I		I	I	I		I			
Caroncellus eriocephalus Boiss.	I	I	I	I	I	I		I	I		I
Monsonia heliotropioides(Cav.)Boiss.nivea(Decne) Sauvage & Guin	I	I	I	I	I	I					I
Neurada procumbens L.	I		I		I	I					
Haplophyllum tuberculatum (Forskal) Juss.	I	I				I	II	I			
Linaria sagittata Steudel		I					II				
Teucrium polium L.		I						I			

GROUPE de la Bordure Saharienne.											
Ordre:Gymnocarpo-Atractyletalia serratuloides.											
Complexe Méditerranéo Saharo-sindien (Holarctis).											
Sahara septentrional.											
Gymnocarpos decander Forskal		I				I	I	I	II	IV	I
Atractylis serratuloides Sieber		I	I		I	I	I	I	I		I
Fagonia glutinosa Delile	I	I	II	I	II	II	I	II	III	I	I
Ifloga spicata (Forskal) Schultz Bip.	I	II	I	I	I	I	II	II	III	I	I
Plantago ciliata Desf.	I	I	I	I	II	I	I	II	II	I	II
Ephedra alata DC.	I	I	II	I	I	III	III	I	II	II	I
Medicago laciniata (L.) Miller	I	I	I		I	I	II	I	II		
Salsola vermiculata L.	I	I	I	I	I	I		I	I	II	II
Asphodelus refractus Boiss.	I	I	I	I	I	I		II	III	I	II
Rumex vesicarius L.	I		I		I	I	I	I	I		
Savignya parviflora ssp.longistyla(Boiss. et Reuter) Maire	I			I	I	I		I	I	I	II
Arthrophytum schmittianum (Pomel) Maire et Weiler	I	I		I	I	I				III	I
Pituranthos chloranthus (Cosson et Durieu) Bentham et Hooker	I	II	I	II	I	I		I	I	III	II
Erodium glaucophyllum L'Her.		I	I	I	I	I	I	I	II	I	I
Echium trygorrhizum Pomel		I	I		II	I	I	I	II		I
Silene villosa Forskal		I	I		I	I	II	I	I		
Launaea resedifolia O.Kuntze		I	I	I	II	I		I	II		
GROUPE de l'Anvillea raddiata et Zilla spinosa ssp.macropte											
Alliance: Anvilleo - Zillion macropterae.											
Anvillea radiata Cosson et Durieu	II	IV	V		IV	II	IV	IV	V	I	I
Zilla spinosa (L.) Prantl ssp.macroptera (Cosson) Maire	III	IV	II		I	II	II	III	III		I
Zilla spinosa (L.) Prantl	I	I	III		IV	I	IV	III	II		
Picris coronopifolia (Desf.) DC. ssp.saharae (Cosson) Maire	I	I	I			I	II	I		I	I
Picris coronopifolia (Desf.) DC.		I			I			I			
Centaurea pungens Pomel	I	II	I		I	I	II	III	II		
Launaea arborescens (Batt.) Maire	I	II	II		II	I	II	II	III		
Stephanochilus omphalodes (Cosson) Maire	I	I	I		I	I	II	I	I		
Eruca vesicaria(L.)Cav.sativa(Miller)Thell.var.aurea (Batt.)Mai	I	I	I		I	I	I	I			
Moricandia arvensis (L.)DC. var.garamantum Maire	I	I	I			I	II	I			
Trigonella anguina Delile	I	I	I		I	I	II	II			
Matthiola longipetala (Vent.)DC. ssp.livida (Delile) Maire		I	I	I	I	II	I	II	II		
Convolvulus supinus Cosson et Kral.		I	I		I		I	I	I		
Senecio gallicus L. ssp.coronopifolius (Desf.) Maire		I	I		I	II	III	II			
Ordre:Helianthemetalia lippii.											
Complexe Sindo-angolan (Holarctis et Paleotropis).											
Omni-Sahara.											
Anabasis articulata (Forskal) Moq.	I	I	I	I	I	I		I	I	I	II
Helianthemum lippii (L.) Pers.	I	II	III	II	III	II	III	II	IV	IV	III
Helianthemum lippii (L.) Pers. var.intricatum Murb.		I									
Lotus jolyi Batt.		I	I		I	I	I	II	II		
Stipagrostis obtusa (Delile) Nees									I	I	
Marrubium deserti De Noé	I	I	I					I			I
Launaea nudicaulis (L.) Hooker fil.	I	I	I		I	I	II	I			
Matricaria pubescens (Desf.) Schultz Bip.	I	I	I	I			I	I	II	I	I
Hippocrepis multisiliquosa L.		I			I				I		
Sahara central et Sahara septentrional.											
Euphorbia calyptrata Cosson et Durieu	I	I				I	I	I	I		
Polycarpaea repens (Forskal) Ascherson et Schweinf.	I		I		I	I	II	I			
Fagonia flamandii Batt.	I	I									
Complexe Méditerranéo Saharo-sindien (Holarctis).											
Sahara septentrional.											
Plantago ovata Forskal	I	I	I	I	II	I	II	I	II	II.	I
Medicago litoralis Rohde	I	I	I		I		I		II		
Paronychia arabica (L.) DC.	I	I	I		I		I	II	I		
Salvia aegyptiaca L.		I	I		I				I		
Pulicaria arabica (L.)Cass. ssp.inuloides (DC.)Maire							II				
Helianthemum getulum Pomel					I						

GROUPE de l'Arthrophytum scoparium.																						
Alliance: Arthrophytion scopariae.																						
Arthrophytum scoparium (Pomel) Iljin																V		V				
Androcymbium gramineum (Cav.) Macbride		I				I										I						
Dipcadi serotinum (L.) Medicus		I														I						
Helianthemum kahiricum Delile				I		I		I		I		I		I		I		II		I		
Artemisia herba-alba Asso						I				I		II		I								
Helianthemum confertum Dunal var.brachypodium (Chevall.) Maire										I								II		I		
Rhanterium suaveolens ssp.intermedium (Pomel) Quizel et Sante						I								I				I				
Catananche arenaria Cosson et Durieu					I			I						I		I		I				
Calendula aegyptiaca Desf.																I						
Volutaria crupinoides (Desf.) Maire																I						
Astragalus gyzensis Delile																I						
Limoniastrum feei (Girard) Batt.																		III				
Anabasis oropediorum Maire																		I				
Rhanterium suaveolens ssp.adpressum(Cosson et Durieu)Quizel San																		I				
Asteriscus pygmaeus Cosson et Kral.																		I				
Genista saharae Cosson et Durieu																		I				
Urginea noctiflora Batt. et Trabut																		I				
Argyrolobium uniflorum Jaub. et Spach																		I				
LES GROUPEMENTS EDAPHIQUES.																						
LES ERGS.																						
Complexe Sindo-angolan (Holarctis et Paleotropis).																						
Omni-Sahara.																						
Morettia canescens Boiss.		I		II		II		I		III		II		II		II		I				
Stipagrostis pungens (Desf.) De Winter		II		I				I		I		III		I		I				I		I
Calligonum comosum L'Her.		I						I				II				I				I		I
Sahara central et Sahara méridional.																						
Asthenatherum forskalii (Vahl) Nevski		I		I								I								I		I
Forskalea tenacissima L.		I																		I		
Stipagrostis acutiflora (Trinius et Rupr.) De Winter										I		I										I
Complexe Méditerranéo Sahara-sindien (Holarctis).																						
Sahara septentrional.																						
Moltkia ciliata (Forskal) Maire		I				I		I		I		I				I				I		I
Calligonum azel Maire										I												I
LES GYPSES (gypso-salé,fech-fech).																						
Complexe Sindo-angolan (Holarctis et Paleotropis).																						
Omni-Sahara.																						
Tamarix gallica L.		II		I		I				II		II		I		I						I
Complexe Méditerranéo Sahara-sindien (Holarctis).																						
Sahara central et Sahara méridional.																						
Traganum nudatum Delile		II				I		I		I		I				I		I		I		V
Zygophyllum album L.		I								I												II
Capparis spinosa L.		I				I								I								
Fagonia microphylla Pomel						I				I										I		I
Fagonia microphylla Pomel var.fruticans (Cosson) Maire		I		I				I		I						I		I		II		
Atriplex coriacea Forskal		I		I						I										I		
Ouoneya africana R.Br.		I								II				I				I		I		
Salsola sieberi C.Presl		I				I		I		I						I				II		
Halogeton alopecuroides (Delile) Moq.								I		I						I		I		III		
Suaeda mollis (Desf.) Delile																				I		
Euphorbia guyoniana Boiss. et Reuter								I		I								I				
Anthyllis sericea Lag. ssp.henoniana (Cosson) Maire										I										I		
Limoniastrum guyonianum Durieu										I										I		

Ephedra alata DC. ssp.decaisnei Stapf											II
Anthemis monilicostata Pomel											I
Centaurea furfuracea Cosson et Kral.											I
Thymelaea microphylla Cosson et Durieu											I
Salsola tetragona Delile											I
Herniaria fontanesii Gay											I
Ormenis lonadioides (Cosson) Maire											I
LES ELEMENTS BIOGEOGRAPHIQUES.											
ENDEMIQUE.											
MEDITERRANEENNE.											
Cutandia dichotoma (Forskal) Trabut		I	I			I	I		I		
Erodium trianguiare (Forskal) Muschler		I	I		I		I		I	I	
Koeleria pubescens (Lam.) Beauv.			I				I	I			
Beta vulgaris L.					I	I	II	I			
Limonium thouini Viv.						I	I				
Liaison méditerranée Saharo-sindienne.											
Trisetaria pumila (Desf.) Maire	I		I			I	I				
Astragalus gombo Cosson et Durieu						I				I	
Méditerranéenne à irradiation Saharo-sindienne.											
Aeluropus litoralis (Gouan) Parl.	I	I									I
Hippocrepis multisiliquosa L. ssp.confusa Pau		I	I			I		I			
Koelpinia linearis Pallas							II		I		
SAHARO-SINDIENNE.											
Bassia muricata (L.) Ascherson	I					I					
Seetzenia africana R.Br.	I					I					
Hippocrepis bicontorta Loisel.			I		I						
Saharo-Sindienne méditerranéenne.											
Malcolmia aegyptiaca Sprengel	I	I				I					
Ammodaucus leucotrichus Cosson et Durieu	I	I			I	I		I			
Launaea glomerata (Cass.) Hooker fil.	I		I			I	I	I	I		
Helianthemum ellipticum (Desf.) Pers.	I		I		I	I		I			
Leysera muscoides (Desf.) DC.		I	I				I				
Cistanche phelipaea (L.) Coutinho	I				I	I					
Sclerocephalus arabicus Boiss.					I	I					
Astragalus cruciatus Link			I						I		
Saharo-sindienne occidentale.											
Chrysanthemum macrocarpum Cosson et Kral.ssp.eu-macrocarpum Mai											
Gaillonia reboudiana Cosson et Durieu	I				I			I	I		
Tourneuxia varifolia Cosson		I							I		I
Pituranthos battandieri Maire						I					
Perralderia coronopifolia Cosson								I			
Volutaria leucantha (Cosson) Maire			I		I						
Megastoma pusillum Cosson et Durieu					I			I			I
Saharo-sindienne à irradiation Soudano-décanienne.											
Plantago albicans L.		I			I		I	I	I		I
Liaison Sindo-angolanne.											
Enneapogon scaber Lehm.			I			I					
PLURIREGIONALE.											
Scirpus holoschoenus L.		I					I	I			
Phragmites communis Trin. var.isiacus (Delile) Cosson	I										
Spergularia diandra (Guss.) Heldr. et Sart.	I							I			
Cynodon dactylon (L.) Pers.						I					
Reseda lutea L.						I					
Peganum harmala L.						I	I				
Andropogon distachyus L.							II				
Centaurium pulchellum (Swartz) Hayek							I				
Polypogon monspeliensis (L.).Desf.							I				
Filago germanica L.								I			

Tableau XII : Constance - Importance

Mapa de las series de vegetacion de Sierra-Nevada (España)

F. VALLE ★

RESUMEN

En el presente trabajo se realiza el mapa de series de vegetación de Sierra Nevada (Espana) a escala 2/100 000 , describiendose cada una de ellas.

Se comentan un conjunto de datos sobre la vegetación de una parte y el sustrato, clima e impacto humano de otro.

RESUME

Dans le présent travail on dresse la carte des séries de végétation de la Sierra Nevada (Espana) au 2/100 000 ; on décrit chacune des séries.

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.

INTRODUCCION

Con motivo de la realización del "Plan especial de protección del macizo de Sierra Nevada", encomendado por la Delegación de Medio Ambiente de la Junta de Andalucía a un grupo de profesionales entre los que se encontraba el autor de este trabajo, surgió la idea de realizar un mapa de series de vegetación del macizo Penibético que ayudara a conocer las comunidades vegetales y su dinámica en un lugar tan interesante para la ecologia mediterránea como es el que nos ocupa.

La fuerte acción antropozoógena que ha sufrido Sierra Nevada en los últimos tiempos (exceso y mala planificación del pastoreo, tala de "robledales" y "encinares", trazado de carreteras, construcción de urbanizaciones, etc.) ha puesto en peligro la supervivencia de muchos táxones (*Artemisia granatensis, Aconitum nevadensis, Ranunculus glacialis, Papaver suaveolens* subsp. *suaveolens*, etc.) y loque es peor el de los ecosistemas (piornales, pastizales de alta montana, robledales, etc.) donde viven y encuentran refugio gran cantidad de especies escasas y raras en la Región Mediterránea.

Todo esto es lo que ha llevado a los responsables polfticos de nuestra región a emprender una serie de medidas tendentes a la defensa del patrimonio natural y a muchos de nosotros a colaborar, en la medida de nuestras posibilidades, dando a conocer aquello que se ha de proteger según la idea de RIVAS MARTINEZ (1971 : 125).

Por último senalar que la delimitación de las unidades se ha hecho directamente en el campo ayudándonos de fotografías aereas en aquellos casos que lo consideramos necesario ; para la elaboración de la memoria nos han sido de gran utilidad, ademas de los numerosos inventarios realizados, los trabajos de QUEZEL (1953), RIVAS GODAY & RIVAS MARTINEZ (1971), RIVAS GODAY & MAYOR (1966) y ESPINOSA (1976).

LIMITES Y SITUACION

El territorio estudiado se encuentra en el Sureste de Andalucia (Espana) (Figura 1) y

---

★Departemento de Botánica. Facultad de Ciencas. Granada (España)

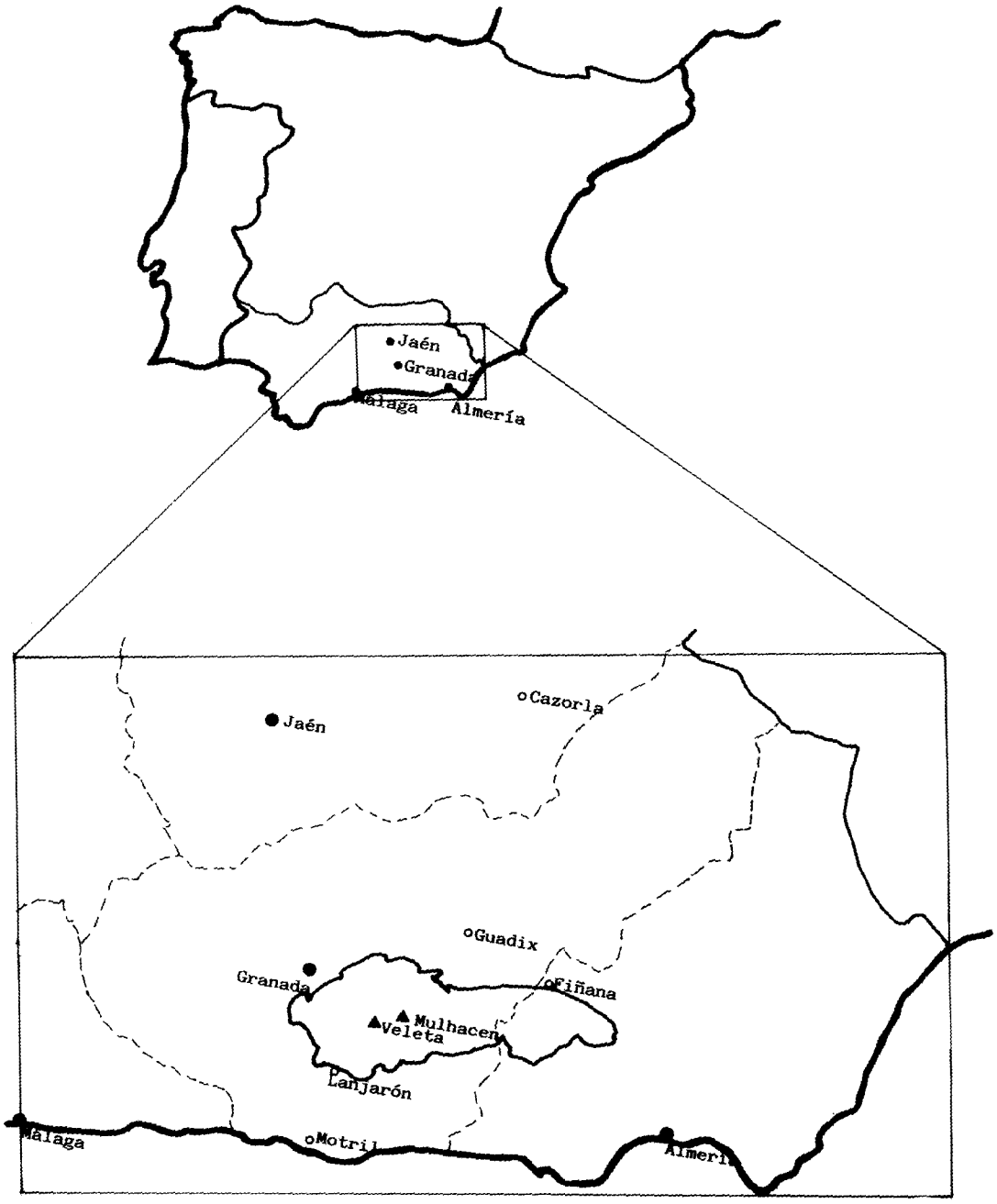

Jaén
Granada
Málaga
Almería
Jaén
Cazorla
Guadix
Granada
Fiñana
Mulhacen
Veleta
Lanjarón
Málaga
Motril
Almería

Figura 1

PROVINCIAS COROLOGICAS PRESENTES EN ANDALUCIA

1. Provincia Gaditano Onubo Algarviense
2. Provincia Luso Extremadurense
3. Provincia Bética
4. Provincia Murciano Almeriense

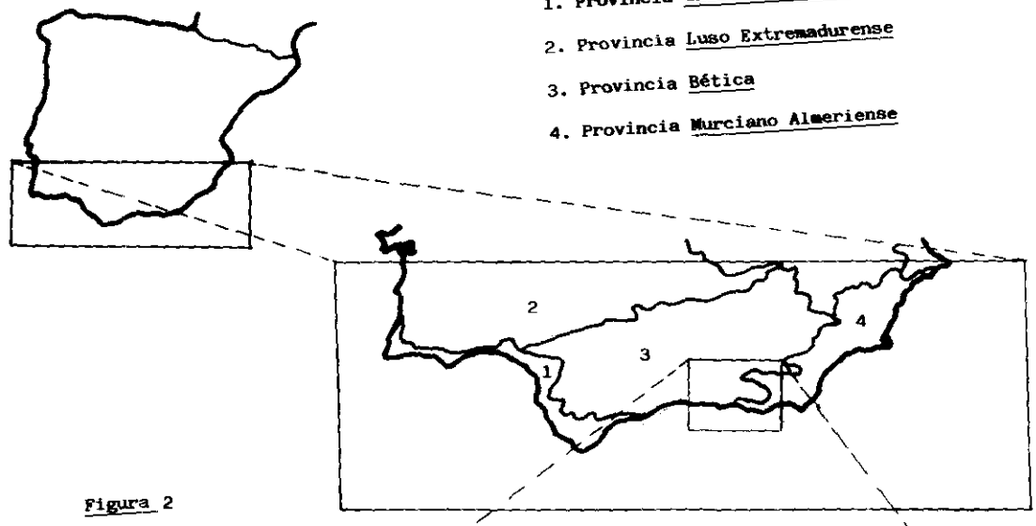


Figura 2

LOCALIZACION COROLOGICA DE LA ZONA DE ESTUDIO

Provincia Bética:

a. Sector Subbético.
b. Sector Guadiciano-bacense.
c. Sector Nevadense.
d. Sector Alpujarro-gadorense.
e. Sector Malacitano-almijarense.

Provincia Murciano-Almeriense:

f. Sector Almeriense

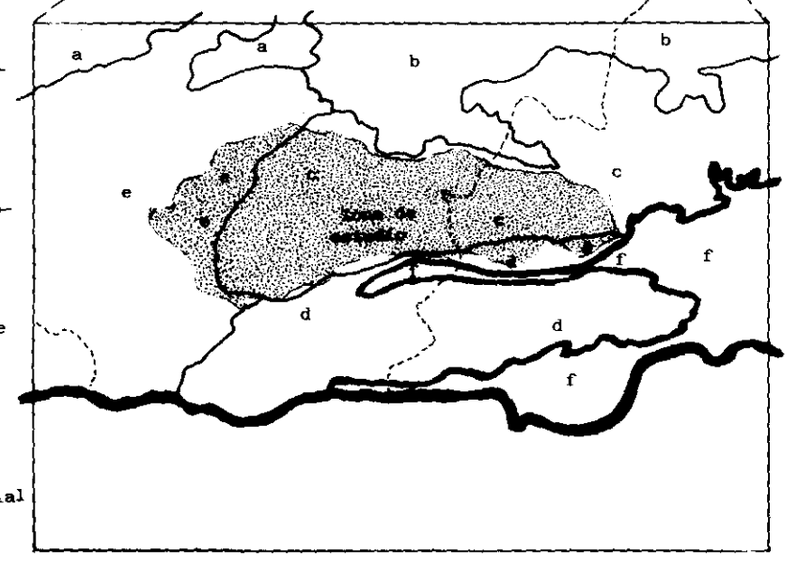


Figura 3

---- Límite provincial

abarca parte de las provincias de Granada y Almería. De Este a Oeste tiene una longitud de más de 90 kilómetros y de Norte a Sur un máximo de 35 km y un mínimo de 20 km.

Para delimitar la zona hemos utilizado aquellos accidentes (artificiales o naturales) que mejor podrían identificarse sobre el terreno ; en su mayor parte nos hemos servido de las carreteras que bordean el macizo y que unen los pueblos cercanos a la sierra ya que estas se han trazado normalmente en la base de la montana,, al inicio del llano, donde ya los cultivos son los dominantes por lo que indirectamente señalan la separación entre sierra y vega.

LOCALIZACION COROLOGICA

Siguiendo a RIVAS MARTINEZ *et al.*(1977), Sierra Nevada se encuadra en la provincia corológica Bética dentro de la Región Mediterránea (Figura 2) y particide tres sectores de esta provincia (Figura 3) :

NEVADENSE

Es el más extenso, coincide con el núcleo central de la sierra, donde las rocas ácidas pertenecientes al complejo geológico Nevado-Filábride son las que marcan el límite del mismo. Se extiende desde cotas de 1 000 metros (Cánar, Soportujar, etc.) hasta las altas cumbres del Veleta y Mulhacén con más de 3 000 metros.

Las precipitaciones son muy variadas y las diferencias de temperaturas entre unos puntos y otros muy manifiestas ; el factor dominante en las altas cumbres es el corto periodo vegetativo debido a la presencia de nieve.

Lo más característico de este sector es su riqueza en especies vegetales, muchas de ellas endémicas o disyunciones ártico-alpinas e íbéro-norteafricanas, así mismo son frecuentes los elementos eurosiberianos.

Entre los táxones característicos destacamos : *Viola crassiuscula, Thlaspi nevadense, Festuca clementei, Leontodon bory, Erigeron frigidus, Linaria glacialis, Plantago nivalis, Reseda complicata, Ranunculus acetosellifolius, Artemisia granatensis, Lotus glareosus, Potentilla nevadensis,* etc.

MALACITANO ALMIJARENSE

Parcialmente representado en el Oeste del territorio ; los límites con el sector anterior están un poco desdibujados en algunas zonas y es el material geológico lo que separa ambas unidades. El contacto hacia el Sur con el sector Alpujarro gadorense es bastante confusa, hemos tomado como base el termoclima más suave que presenta este último en Sierra Nevada.

Dominan aquí las rocas calizas, calizo-dolomíticas y dolomías, apareciendo a veces algunas rocas ácidas como cuarcitas, filitas, etc. Las precipitaciones no suelen ser altas lo que unido a las altas temperaturas estivales y a la abundancia de suelos esqueléticos hacen que la xericidad sea muy manifiesta.

Floristicamente es una zona rica en táxones Béticos siendo frecuentes los elementos magnesícolas. Entre las especies características destacamos *Rotmaleria granatensis, Erodium boissieri, Centaurea bombycina, Helianthemum pannosum* subsp. *pannosum, Narcissus nevadensis, Anthyllis tejedensis,* etc.

ALPUJARRO GADORENSE

Debido a los límites del trabajo tan solo está presente en pequenas áreas del Sur del territorio. La separación con el sector anterior ya lo hemos marcado y con el Nevadense es el contacto con el complejo Nevado-Filábride.

La geologia es variada(calizas, cuarciatas, filitas, etc.), las precipitaciones relativamente altas y la termicidad muy acusada. La escasa extensión no posibilita la presencia de elementos característicos tan frecuentes en sierras próximas, tan solo hemos localizado la *Lavatera oblongifolia*.

PISOS BIOCLIMATICOS

Se pueden identificar los cinco pisos descritos para la Región Mediterránea por RIVAS MARTINEZ (1981, 1982 y 1984) ya que la diferencia de nivel va desde los 550 m en Orjiva (donde se deja sentir la influencia litoral a través del valle del río Guadalfeo) a los 3 842 del Mulhacén.

TERMOMEDITERRANEO (T ≥ 17°, m > 5°, M > 14, It > 360)

Tan solo alcanza los alrededores de Orjiva, llegando hasta los 600 (700) metros. La delimitación de este piso la hemos hecho en base a los cultivos de "naranjos" y a la presencia de elementos térmicos como *Ceratonia siliqua, Aristolochia baetica, Osyris quadripartita*, etc.

MESOMEDITERRANEO (T : 13° a 17° ; m : -1° a 5° ; M : 8° a 14° ; It : 200 a 360)

Bordea toda la zona basal del territorio entre los 800 (600) m y los 1 500 (1600) m, no está representado en el término de Lugros al Norte de la Sierra donde factores microclimáticos originan condiciones muy frías.

Entre las especies que tienen su óptimo en este piso (aunque tambien se presentan en el Thermomediterráneo) y su desaparición, al subir en altitud, nos puede indicar el comienzo del piso siguiente destacamos : *Retama sphaerocarpa, Citus clusii, Chronanthus biflorus, Macrochloa tenacissima, Rosmarinus officinalis*, etc. Los cultivos de "olivos" y "almendros" nos han sido de gran utilidad en algunos casos para delimitar este piso.

SUPRAMEDITERRANEO (T : 8° a 13° ; m : -4° a -1° ; M : 3° a 8° ; It : 70 a 200)

La progresiva ausencia de las especies nombradas con anterioridad y la presencia de táxones como *Adenocarpus decorticans, Berberis hispanica, Echinospartum boissieri, Salvia oxyodon, Cistus laurifolius*, etc. nos indican el comienzo de este piso entre los 1 500 y 1 600 m hasta los 2 000 (1 900) m ; en algunos barrancos (Trevelez, Lanjarón) puede bajar por debajo de los 1 000 metros.

OROMEDITERRANEO (T : 4° a 8° ; m : - 7° a -4° ; M : 0° a 3° ; It : -30 a 70)

El dominio del matorral de caméfitos espinosos de porte almohadillado propios de la as. *Astragalo-Velletum spinosae* y *Junipero-Genistetum baeticae* y la progresiva desaparición de los "encinares" (*Berberido-Quercetum rotundifoliae, Adenocarpo-Quercetum rotundifoliae*)y "robledales" (*Adenocarpo-Quercetum pyrenaicae*) o sus etapas de sustitución (*Cytiso-Adenocarpetum decorticantis*) no señalan el área de este piso entre los 2 000 y 2 700 (2 800) metros.

Tenemos que resaltar la importancia de utilizar sintáxones en la separación de estas dos unidades más que los táxones característicos, ya que estos (*Genista baetica, Vella spinosa, Astragalus sempervirens*, etc.) pueden presentarse tambien en el piso supramediterráneo superior.

CRIOROMEDITERRANEO (T < 4°; m < -7° ; M < 0° ; It < -40)

La desforestación de los "piornales" con el fín de extender los pastizales de alta montaña, así como la gran cantidad de afloramientos rocosos y cascajales impiden muchas veces señalar con precisión el comienzo de este piso que enteoría se inicia al desaparecer las comunidades de la as. *Junipero-Genistetum baeticae* y tener su máximo desarrollo las formaciones psicroxerófilas de la as. *Erigeronto-Festucetum clementei* ; la zona más conflictiva se encuentra hacia el Este, pasado el cerro de Trevélez y en los alrededores del San Juan. Nosotros hemos situado su inicio sobre los 2 700 m si bien en la

cara Sur a veces lo hace por encima de los 3 000 metros (falda Suroeste del Mulhacén).

Por último señalar que solo son dos los *ombroclimas* presentes en Sierra Nevada : *Seco* en la mayor parte de la zone y *Subhumedo* en la cara Sur (entre los 1 400 y 1 700 m) y algunos puntos de la cara Norte (Dehesa del Camarate).

La erosión del suelo, la presencia de afloramientos rocosos y las exposiciones soleadas hacen que queden muy desdibujadas las condiciones de humedad ; así mismo la presencia de barrancos y situaciones de umbría favorece el aumento de las condiciones de humedad.

SERIES DE VEGETACION (Leyenda del mapa)

Para desarrollar este capítulo hemos seguido a RIVAS MARTINEZ (1982 y 1984).

1 - Serie termomediterránea bética y algarbiense seco-subhúmedo basófila de la encina : *Smilaci mauri-* m *tanicae-Quercetum rotundifoliae Sigmetum.*

Esta serie ocuparía tan solo una pequeña parte de la cara Sur del territorio, por debajo de los 1 000 metros ; como estos lugares han sido intensamente cultivados es dificil estructurar a partir de aquí la dinámica de la vegetación, si bien los datos obtenidos de zonas próximas y los pequeños restos que hemos localizado nos ayudan en nuestro cometido.

Encinares :

Los primitivos bosques de "encinas" (*Quercus rotundifolia*) ricos en elementos térmicos como *Oleo europea* var. *sylvestris, Aristolochia baetica, Arisarum vulgare, Smilax aspera, Ceratonia siliqua,* etc. han sido destruidos en su totalidad, apareciendo las especies antes mencionadas fuera de sus comunidades propias ; estas pertenecerían a la asociación *Smilaci-Quercetum rotundifoliae* Barbero, Quézel & Rivas Martínez 1981.

Retamales :

Pertenecen a comunidades de la clase *Cytisetea scoparío-striati* Rivas Martínez 1974 (al. *Retamion* Rivas Martínez ined.) donde son frecuentes especies como *Retama sphaerocarpa, Genista umbellata, Chronanthus biflorus, Ononis speciosa, Cytisus malacitanus,* etc.

Espartales :

En ellos dominan las gramineas vivaces como *Macrochloa tenacissima, Avena bromoides, Stipa parviflora, Hyparrenia hirta,* etc.

Tomillares :

Pertenecen a la as. *Odontito (purpureae)-Thymetum baetici* López Guadalupe & Esteve 1978, donde además de las especies de gran área son caracteristícas *Thymus baeticus, Odontites purpurea, Thymus longiflorus, Phlomis purpurea, Thymus capitatus, Micromeria graeca,* etc.

Pastizales :

Tienen poco significado en esta serie, en ellos son frecuentes especies como *Brachypodium ramosum, Phlomis lichnitis, Trifolium stellatum, Echinaria capitata, Catapodium rigidum,* etc.

2 - Serie mesomediterránea bética, marianense y araceno-pacense basófila de la encina : *Paeonio coriaceae-Quercetum rotundifoliae Sigmetum*

Se extiende por el Oeste del territorio y algunos puntos del Sureste ; el acúmulo de carbonatos (provenientes de rocas calizas próximas) en suelos desarrollados sobre rocas ácidas (filitas, cuarcitas, etc.) así como la riqueza en bases de las mismas, posibilita el desarrollo de estas comunidades en lugares prōpios de otras series.

Encinares :

Cuando se desarrollan sobre suelos profundos y frescos las "encinas" (*Quercus rotundifolia*) alcanzan 4 y 5 metros de altura, juntan sus copas y crean en el interior un microclima más húmedo que el macroclima xérico circundante. Entre las especies que componen estos bosques destacamos, ademas del *Quercus rotundifolia*, a *Juniperus oxycedrus, Daphne gnidium, Bupleurum rigidum, Paeonia broteroi, Paeonia coriacea, Lonicera etrusca,* etc.. Desde el punto de vista fitosociológico se incluyen en la as. *Paeonio-Quercetum rotundifoliae* Rivas Martínez 1964.

En general están muy degradados, han sido sustituidos bien por "pinares" de repoblación (*Pinus halepensis*) o por sus etapas de sustitución, siendo los "aulagares" lo más extendido en esta serie.

Retamales :

Se engloban en la as. *Genisto (speciosae)-Retametum sphaerocarpae* Rivas Martínez ined. Y en ella las especies áfilas de tallos clorofílicos como *Retama-sphaerocarpa, Genista cinerea* subsp. *speciosa, Genista scorpius, Genista umbellata,* son las dominantes ; destacamos la presencia esporádica de *Crataegus monogyna, Rosa canina, Rosa pouzinii, Rhamnus lycioides,* etc. propias del "espinal", en estas comunidades.

Espartales :

Alcanzan gran significado en los suelos desarrollados sobre las margas plio-cuaternarias que bordean el Oeste de la sierra. Se trata de comunidades de *Macrochloa tenacissima, Koeleria vallesiana, Dactylis glomerata, Avena bromoides, Stipa pennata, Stipa ofneri,* etc.

Aulagares :

Son lo más significativo dentro de esta serie ; se presentan sobre suelos erosionados (litosoles y regosoles) donde es frecuente que aflore la roca madre. Se trata de un matorral heliófilo donde abundan *Cistus clusii, Ulex parviflorus, Rosmarinus officinalis, Fumana ericoides, Sideritis hirsuta, Ptilostemom hispanicus, Thymus zigis,* etc.

Pastizales :

En los claros de las formaciones anteriores se presentan comunidades de terófitos incluibles en la al. *Thero-Brachypodion* Br. Bl. 1925 de poco valor nutritivo y por tanto poco aprovechables para el ganado, si bien al aumentar la nitrificación son sustituidas por otras de mayor valor pascícola donde dominan especies como *Poa bulbosa, Medicago minima, Medicago rigidula, Trifolium scabrum, Bromus madritensis, Bromus rubens,* etc. que se incluyen en la as. *Medicago-Aegilopetum geniculatae* Rivas Martínez & Izco 1977.

3 - Serie supramediterránea bética basófila de la encina : *Berberido (hispanicae)-Quercetum rotundifoliae Sigmetum*

Se presenta por encima de los 1 500 (1 600) metros en el Oeste del macizo (sector Malacitano-almijarense), alcanzando en algunos lugares los 2 000 m de altitud.

Encinar-chaparral :

Al subir en las montañas, debido a los fríos invernales y a la fuerte xericidad estival, el bosque no está en su óptimo ; las "encinas" disminuyen de tamaño, presentan porte achaparrado y la cobertura que ocupan es baja ; esto posibilita el desarrollo en estas comunidades de una especie propia del matorral subserial que adquiere aquí un gran significado, se trata del *Berberis hispanica* que da nombre a la as. *Berberido-Quercetum rotundifoliae* Rivas Martínez ined. La menor presencia de especies propias de la clímax (sobre todo las nemorales) y el aumento de las especies heliófilas de las etapas seriales es el carácter más significativo de estas formaciones.

Las mayores precipitaciones que se dan en algunos lugares de esta unidad (aumento debido a la altitud) posibilita el desarrollo de especies pertenecientes a la as. *Crataego-Loniceretum arboreae* O. Bolós 1954, si bien estas tendrán un mejor desarrollo en la serie 5 que despues veremos.

Por el contrario el "Retamal", aunque pobre en especies, si está muy extendido siendo *Cytisus reverchonii* y *Genista cinerea* subsp. *speciosa* las dominantes.

Lastonar :

La abundancia del "lastón" (*Festuca scariosa*) junto a *Helictotrichon serracenorum, Helictotrichon filifolium, Arrhenatherum album* y *Stipa pennata* y la ausencia de *Macrochloa tenacissima* es lo que da carácter a las comunidades de gramineas desarrolladas en este piso.

Tomillares :

Aunque muchas de las especies que se presentan en el piso mesomediterráneo se mantienen al subir en altitud, la fisionomía y abundancia de otros táxones característicos de estas nuevas condiciones nos llevan a incluir estas formaciones en la as. *Salvio-Lavenduletum lanatae* Quézel 1953 , dentro de la al. *Lavandulo-Echinospartion boissieri* Rivas Goday & Rivas Martinez 1968, donde dominan *Salvia oxyodon, Satureja intrincata, Teucrium webbianum, Echinospartum boissieri, Bupleurum spinosum, Phlomis crinita, Salvia phlomoides, Santolina canescens,* etc.

Pastizal :

Es similar al tratado en la serie anterior, por lo que no lo comentamos.

4 - Serie supra-mesomediterránea filábrica y nevadense silicícola de la encina : *Adenocarpo (decorticantis)-Quercetum rotundifoliae Sigmetum*

La gran cantidad de rocas ácidas (cuarcitas, filitas, micasquistos, etc.) posibilita en gran parte del territorio el desarrollo de esta serie de vegetación ; muchos lugares de esta zona han sido tradicionalmente utilizados como pastos, sin embargo en la actualidad han sido abandonados y se observa una lenta recuperación del matorral.

Encinares :

La baja humedad y los suelos pobres en bases hacen que estos "encinares" sean poco variados en especies y dificulte el estudio de los mismos. Los incluimos en la as. *Adenocarpo-Quercetum rotundifoliae* Rivas Martínez ined.

Es difícil encontrar formaciones de este tipo bien conservadas, sin embargo son muy frecuentes los bosquetes en recuperación donde junto a las especies climácicas (*Quercus rotundifolia, Lonicera etrusca, Rubia peregrina, Juniperus oxycedrus*, etc.) son bastante significativas otras própias del matorral como *Adenocarpus decorticans* (en el piso supramediterráneo), *Crataegus monogyna, Rosa canina, Rhamnus lycioides*, etc. Destacamos las localidades de Capileira, Bayárcal y los alrededores de Montenegro en el Este del territorio como lugares donde se encuentra una buena representación de estas formaciones.

Para estudiar las etapas de sustitución vamos a distinguir dos faciaciones según se den en el piso meso o supramediterráneo ; las diferentes condiciones ecológicas así como diferencias florísticas bastante significativas es lo que nos lleva a esta separación.

4a - Facies Mesomediterránea

Retamales :

Son muy similares a los descritos para la serie mesomediterránea basófila (serie 2) con *Retama sphaerocarpa, Genista umbellata* e incluso *Genista cinerea* subsp. *speciosa* ; tambien suele aparecer el *Cytisus scoparius*. Tienen poca extensión e importancia ya que la sequedad de la zona es muy acusada y predominan más las formaciones siguientes.

Jarales :

Se trata de comunidades poco específicas de la clase *Cisto-Lavanduletea* Br. Bl. 1940 em. 1952, donde las especies que dominan son características de unidades superiores y de las que no se han descrito ningún sintaxon que emglobe a las mismas ; dominan *Cistus monspeliensis, Cistus salvifolius, Ulex parviflorus, Lavandula stoechas, Thymus mastichina*, etc.

Pastizales :

Se desarrollan entre los "jarales", sobre suelos esqueléticos pobres y secos ; las especies que los componen (*Briza maxima, Aira caryophyllea, Tuberaria guttata*, etc.) son malas forrajeras y pertenecen a comunidades de la subal. *Tuberarienion guttatae* Br. Bl. 1931. La nitrificación favorece el desarrollo de otras comunidades más productivas desde el punto de vista ganadero incluibles en la as. *Trifolio-Taeniantheretum caput-medusae* Rivas Martínez & Izco 1977, donde abundan entre otras *Trifolium cherlerii, Taeniantherum caput-medusae, Trifolium hirtum, Trifolium angustifolium, Bromus rubens* y *Trifolium tomentosum*.

4b - Facies supramediterránea

La mayor humedad existente en este piso, debido a la mayor altitud, favorece un mejor desarrollo de las comunidades seriales que adquieren mayor altura y cobertura.

Retamales :

Pertenecen a la as. *Cytiso-Adenocarpetum decorticantis* Valle 1981, donde son frecuentes *Adenocarpus decorticans, Cytisus scoparius, Cytisus grandiflorus, Genista cinerea* subsp. *speciosa* así como *Genista baetica* en el límite con el piso oromediterráneo. Se trata de un matorral abierto ya que la sequedad estival es desfavorable para un buen desarrollo de estas comunidades de nanofanerófitos propios de la Clase *Cytisetea scopario-striatii* Rivas Martínez 1974 ; por esto van a estar mejor representadas las etapas seriales que veremos a continuación.

Jarales :

Se incluyen en la as. *Halimio-Cistetum laurifolii* Martínez Parras & Molero 1983 donde la diferencia con los "jarales" tratados con anterioridad es la auscencia de *Cistus monspeliensis* y la

abundancia de *Cistus laurifolius, Halimium viscosum* e incluso *Lavandula pedunculata* en algunos lugares.

Lastonar :

Es pobre en especies y se entremezcla con las formaciones anteriores ; la especie que lo caracteriza es la *Festuca elegans* junto a *Corynephorus canescens* y *Koeleria vallesiana.*

Pastizales :

Los denominados "puros" se incluyen en la subal. *Moenchienion erectae* Rivas Goday (1957) 1964 em., mientras que los que están algo nitrificados pertenecen a la as. *Trifolio-Teniantheretum caput-medusae.*

Por último indicar que esta faciación (4b) se localiza a veces de forma puntual en el dominio de la serie 6 y así lo hemos representado en el mapa. Esto se debe a la degradación de los suelos propios de los "robledales" (profundos y frescos) que lleva consigo un cambio en las condiciones ambientales que se tornan más secas e imposibilitan el desarrollo de los caducifolios (VALLES, 1984).

5 - Serie supra-mesomediterránea bética basófila del quejigo (*Quercus faginea*) : *Daphno (latifoliae)-Aceretum granatense Sigmetum.*

Las formaciones de caducifolios sobre suelos ricos en bases se encuentran hoy en Sierra Nevada, debido a la fuerte acción antrópica y a que el clima actual no favorece su extensión si no su desaparición, reducidos a pequeñas muestras ; su dominio potencial casi ha desaparecido debido a que al talar los bosquetes, que quedaban refugiados en condiciones microclimáticas muy especiales, han variado estas, tornándose más xéricas e incapaces por tanto de soportar una vegetación de exigencias mesófitas.

Quejigales :

Los primitivos bosques de *Quercus faginea* y *Acer granatense* se localizaban en las umbrías del piso supramediterráneo donde las orientaciones Norte, la humedad ambiental, los suelos profundos y frescos ricos en materia orgánica (cambisoles cálcicos) junto con la cubierta vegetal, almaceneban agua suficiente durante el estío para mantener este tipo de vegetación.

Los restos actuales (que han podido ser estudiados bastante bien en otras sierras andaluzas) se incluyen en la as. *Daphno-Aceretum granatensis* Rivas Martinez 1964 y en ellos son frecuentes especies como *Acer granatense, Quercus faginea, Acer monspesulanus, Cotoneaster granatensis, Daphne latifolia, Cephalantera rubra, etc.* Como venimos indicando no encontramos buenas representaciones de estas formaciones sino ejemplares aislados entremezclados con especies de otras comunidades o "pinos" de repoblación.

Espinales :

La etapa de sustitución natural de los "quejigales" béticos son los "espinales" propios de la as. *Crataego-Loniceretum arboreae* O. Bolòs 1954 ; estas comunidades aun conservan unos suelos profundos y ricos en materia orgánica, capaces de restaurar los bosques primitivos siempre que las condiciones climatológicas se lo permitan.

En Sierra Nevada no son tan significativos como en otras sierras granadinas (Baza o La Sagra) y como en el caso anterior sus especies conviven con otras más xéricas pertenecientes al matorral serial. Entre las especies características destacamos *Lonicera arborea, Crataegus monogyna, Berberis hispanica, Prunus ramburii, Lonicera splendida, Amelanchier ovalis, Rosa stylosa, Ononis aragonensis, Polygala boissieri, etc.*

Matorral serial :

Debido a que como hemos indicado la desforestación del bosque trae como consecuencia el cambio radical de las condiciones microclimáticas húmedas a las macroclimáticas xéricas generales, la serie de degradación a partir de este momento es idéntica a la descrita en la serie 3, por lo que no la comentamos y remitimos al lector a aquella.

Por todo lo anterior es casi imposible cartografiar esta serie 5 con unos límites geográphicos definidos y hemos optado por puntear con negro aquellos lugares potencialmente aptos para el desarrollo de estas formaciones, teniendo en cuenta que este tipo de vegetación casi ha desaparecido en Sierra Nevada, apareciendo tan solo algunas de sus especies características indicadoras de la existencia de aquellas comunidades.

6 - Serie supramediterránea bética y nevadense silicícola del roble-melojo : *Adenocarpo (decorticantis) -Quercetum pyrenaicae Sigmetum*

Los estudios realizados sobre esta serie de vegetación en Sierra Nevada (MARTINEZ PARRAS & MOLERO MESA, 1982 ; PRIETO, 1975; PRIETO & ESPINOSA, 1977 ; ESPINOSA, 1976, etc.) han puesto de manifiesto interesantes caracteres ecológicos y corológicos de la misma.

En el mapa 1 se puede observar la típica localización de esta serie en las umbrías de los grandes barrancos de la cara Norte del macizo su extensión en la Dehesa del Camarate y su situación más o menos continua en gran parte del Sur de la sierra hasta alcanzar la zona de Trevélez, a partir de aquí y hacia el Este ocupa áreas discontinuas hasta los alrededores de Paterna en la provincia de Almeria.

Robledales :

Los bosques de "roble-melojo" (*Quercus pyrenaicae*) han sido mermados por las distintas talas abusivas y los incendios ; sin embargo aun son significativas las manchas de bosque en algunos puntos y aunque monoespecíficas en su composición tienen gran importancia en el paisaje y ecología de Sierra Nevada. Estas formaciones han sido estudiadas por numerosos autores, observando algunas diferencias entre las distintas manchas presentes en el macizo ; en la actualidad se engloban todas dentro de la as. *Adenocarpo-Quercetum pyrenaicae* Martínez Parras & Molero Mesa 1983, dejando posibilidad de distintas subasociaciones o variantes para estudios más profundos y específicos.

En esta asociación domina en gran cantidad el *Quercus pyrenaica*, estando acompañado por el *Adenocarpus decorticans* que se situa en los claros y linderos del bosque por ser un taxon heliófilo; el utilizar esta última especie en el binomen del sintaxon se basa en el caracter de formaciones relictas y degradadas que tienen estas comunidades y la casi imposibilidad de recuperar de nuevo un bosque puro de "robles", rico en elementos nemorales y mesófitos, como el que pudo haber en algún tiempo.

Otras especies que, aunque escasas, se presentan en estas formaciones son *Sorbus torminalis, Prunus avium, Corylus avellana, Sorbus aucuparia, Fraxinus excelsior* y *Betula fontqueri* ; además son frecuentes *Digitalis purpurea, Dactylorhiza sambucina, Luzula forsteri, Acer granatense, etc.*

Retamales :

Están muy bien representados por la asociación *Cytiso- Adenocarpetum decorticantis* Valle 1983, ya comentada con anterioridad y que aquí alcanza su máximo desarrollo y variabilidad ; como ya indicamos en su dia (VALLE, 1981) se trata del primer estadio de degradación de los robledales nevadenses localizados en suelos profundos y frescos, ricos en materia orgánica ; entre las especies más características destacamos *Adenocarpus decorticans, Genista florida, Genista baetica, Citysus scoparius, Cytisus grandiflorus, Genista cinerea* y otras pertenecientes a otras comunidades como *Rosa canina, Prunus ramburii, Berberis hispanica, Helleborus foetidus, etc.*

Estas comunidades constituyen dentro de la al. *Genistion floridae* Rivas Martínez 1974 un nuevo sintaxon que vamos a denominar *Adenocarpenion decorticantis* Rivas Martínez & Valle subalianza nova (Syntypus : *Cytiso-Adenocarpetum decorticantis* Valle 1981, tb. 1) que engloba los "piornales-retamales" de *Adenocarpus decorticans* en la provincia corológica Bética.

Cuando las formaciones anteriores se degradan, el suelo se erosiona y las condiciones de xericidad se hacen más marcadas ; la serie de vegetación sufre un cambio radical, la poco profundidad del sustrato junto a la escasez de cubierta vegetal, acentuan la fuerte evaporación estival. Por estas razones los Jarales, lastonares y pastizales son idénticos a los descritos en la serie 3b (*Halimio-Cistetum laurifolii*, comunidad de *Festuca elegans*, comunidades de *Thero-Airion, Trifolio-Taeniantheretum caput-medusae*).

Estamos observando en Sierra Nevada como los "robledales" estan siendo sustituidos por "encinares", perdiendose así ecosistemas completos ya que los suelos decapitados no pueden volver a regenerar las comunidades de caducifolios ; en esta serie son frecuentes las formaciones mixtas de "encinas" y "robles".

7 - Serie oromediterránea bética basófila de la sabina rastrera : *Daphno (oleoidi) Pinetum sylvestris Sigmetum*

Aunque bastante bien representada esta serie en el Sur de la Península Ibérica (Cazorla,

Segura, Baza, etc.) en Sierra Nevada alcanza poca extensión, siendo frecuentes sobre todo las etapas seriales ya que apenas son significativos los restos climácicos.

Sabinares :

Pertenecen a la as. *Daphno-Pinetum sylvestris* Rivas Martínez 1964 ; parece ser que el *Pinus sylvestris* autóctono y relicto en Sierra Nevada queda por debajo de los límites altitudinales trazados para esta asociación, pero las otras características como el *Juniperus sabina* var. *humilis*, *Daphne oleoides* y *Juniperus communis* subsp. *hemisphaerica* alcanzan el límite superior de la serie repartiendose el territorio en unos lugares desprovistos de arbolado y donde las especies seriales son las dominantes. Otras especies frecuentes en esta comunidad son : *Lonicera splendida*, *Polygala boissieri*, *Geum heterocarpum*, *etc.*

Espinales :

Corresponden a comunidades de la al. *Lonicero-Berberidion hispanicae* O. Bolós 1954, donde son frecuentes especies como *Berberis hispanica*, *Lonicera splendida*, *Prunus ramburii*, *Rosa micrantha*, *Rosa corymbifera* y *Ononis aragonensis*.

Matorral almohadillado :

Como ya hemos indicado el matorral serial es el dominante en la superficie ocupada por esta serie, corresponde a un matorral xérico espinoso compuesto por caméfitos de porte almohadillado ; el suelo (muy erosionado al faltarle la cobertura arborea) solo puede albergar este tipo de vegetación. La asociación donde se engloban estas comunidades es la *Astragalo-Velletum spinosae* (Quézel, 1953) Rivas Goday 1966, que tiene como especies características a *Vella spinosa*, *Astragalus sempervirens* subsp. *nevadenis*, *Astragalus granatensis*, *Erinacea anthyllis*, *Bupleurum spinosum*, *Ptilotrichum spinosum*, *etc.*

Tomillares :

En los claros del matorral anterior, donde el suelo es esquelético y la roca madre aflora en superficie, las comunidades anteriores son sustituidas por otras pertenecientes a la as. *Convolvulo-Andryaletum agardhii* Quézel 1953 donde aparecen especies como *Thymus granatensis*, *Scabiosa pulsatilloides*, *Erodium boissieri*, *Rhotmaleria granatensis*, *Erodium asplenioides*, *Pterocephalus spathulatus*, *Hippocrepis squamata* subsp. *eriocarpa*, *Anthyllis tejedensis*, *etc.* la mayoría de ellas de fuerte tomento blanquecino que ayuda a resistir lo acusado de la xericicad originada por la falta de suelo donde se pueda acumular algo de agua en la época desfavorable.

Pastizales :

Se presentan junto a los matorrales tratados con anterioridad, se trata de formaciones de "gramineas duras" donde son frecuentes especies como *Poa ligulata*, *Festuca plicata*, *Koeleria vallesiaca*, *Festuca hixtris*, *Festuca ovina*, *etc.* Se originan por el intenso pastoreo que impide muchas veces la restauración normal de la serie hacia la clímax. Los suelos suelen mantenerse bien conservados en los lugares poco inclinados ya que las gramineas suelen manternerlo bien gracias a su raiz fasciculada.

Pedregales :

Sobre derrubios calcareos (tan frecuentes en la altas montañas béticas), se presentan unas comunidades pertenecientes a la as. *Crepideto-Iberidetum granatense* Quézel 1953 bajas en cobertura y número de especies pero de gran interés por sus relaciones bético-norteafricanas. Entre los táxones característicos destacamos ; *Iberis granatensis*, *Crepis pygmaea* subsp. *granatensis*, *Bunium macuca*, *Crepis oporinoides*, *Linaria aeruginea*, *Andryala ragusina*, *etc.*

8 - Serie oromediterránea filábrico-nevadense silicícola del enebro rastrero : *Genisto (baeticae)-Juniperetum nanae Sigmetum*

Muy extendida entre los 1 900 (2 000) a los 2 700 (2 800) metros coincidiendo con el nucleo central de la sierra perteneciente al complejo geológico nevado-filábride.

Enebrales-Piornales :

Originariamente estarian muy extendidas especies como *Juniperus communis* subsp. *hemisphaerica*, *Juniperus communis* subsp. *nana*, *Juniperus sabina* e incluso *Pinus sylvestris* (expontaneo) ; en la actualidad este tipo de vegetación ha sido fuertemente alterada y se introducen gran cantidad de caméfitos espinoso-almohadillados como *Cytisus purgans*, *Genista baetica*, *Arenaria pungens*, *Ptilotrichum spinosum*, *etc.*

Estas comunidades de "enebros", "sabinas" y "piornos" se incluyen en la as. *Genisto-Juniperetum nanae* Quézel 1953 nom. inv. ; alcanzan coberturas del 90-95 % y apenas dejan crecer a otras especies como *Senecio boissieri, Dianthus subacaulis, Deschampsia flexuosa* subsp. *iberica, Cerastium boissieri, etc.*

Tomillar-pastizal :

Cuando se aclaran estos matorrales se desarrolla unas comunidades de *Thymus serpylloides* subsp. *serpylloides* donde son frecuentes además *Agrostis nevadensis, Nardurus lachenalli, Armeria filicaulis, Sesamoides canescens*, subsp. *suffructicosum, etc.*

En las zonas más altas de este piso (oromediterráneo superior), donde la nieve perdura por más tiempo, se desarrollan unas formaciones de "tomillor-piornal" distintas a las descritas con anterioridad e incluibles en las as. *Siderito-Arienaretum pungenstis* Quézel 1953, que representan una etapa más degradada y de "sopladura de vientos" del *Genisto-Juniperetum baeticae* sobre litosuelos ricos en bases. Son frecuentes especies como *Sideritis glacialis, Arenaria pungens, Herniera boissieri, Erodium petraeum* subsp. *crispum, Arenaria tetraquetra, Nepeta boissieri, etc.*

Pastizales-húmedos :

En el límite con los "borreguiles" donde la humedad es algo mayor, si bien pueden permanecer gran parte del verano seca, se presenta al as. *Armerio-Agrostidetum nevadensis* Quézel 1953, con especies como *Agrostis nevadensis, Herniaria boissieri, Plantago subulata, Plantago nivalis, Pyretrum radicans, Lotus glareosus, Leontodon microcephalus, etc.*

Esta comunidad marca el tránsito con las comunidades higrófilas de la as. *Nardo-Festucetum ibericae* Quézel 1953, que no tratamos aquí por pertenecer a las series edafófilas.

Canchales :

Cuando el suelo desaparece casi por completo y son las lajas y pedregales sueltos los componentes del sustrato, se presenta la as. *Senecio-Digitaletum nevadensis* Quézel 1953, que se le puede considerar como una comunidad pionera de estas gleras en lugares inclinados y que ayudan a fijar el suelo posibilitando el desarrollo de otro tipo de comunidades propias de esta serie de vegetación. Entre las especies características destacamos *Senecio pyrenaeus* var. *granatensis, Digitalis purpurea* var. *nevadensis, Cirsium gregarium, Euphorbia nevadensis, Anarrhynum laxiflorum, etc.*

9 - Serie crioromediterránea nevadense silicícola de *Festuca clementei* : *Erigeronto (frigidi)-Festucetum clementei Sigmetum*

Como ya dijimos resulta a veces dificil delimitar el areal completo de esta serie pues muchas de sus comunidades han colonizado el piso inferior al desaparecer los matorrales prôpios del mismo.

Pastizales :

Las comunidades climácicas que se desarrollan en estas extremas condiciones ecológicas (fuertes vientos, nieve la mayor parte del año, acusada aridez estival, suelos decapitados, etc.) pertenecen a la as. *Erigeronto-Festucetum clementei* Quézel 1953, que es sustituida por la subas. *festucetosum pseudo-skiae* (Quézel) Rivas Goday & Mayor 1966, sobre suelos más profundos, en lugares de microclima más templado debido bien a la exposición o a localizarse en el tránsito oro-crioromediterráneo.

Entre sus especies más características destacamos *Festuca clementei, Festuca ovina, Festuca pseudo-skiae, Agrostis nevadensis, Trisetum glaciale, Artemisia granatensis, Erigeron frigidus, Ptilotrichum purpureum, Galium roseun, Leontodon bory, etc.*

Pastizales húmedos :

Al igual que en el piso anterior, las comunidades que bordean los "borreguiles" pertenecen a la as. *Armerio-Agrostidetum nevadensis* Quézel 1953, si bien la presencia de táxones como *Lepidium stylatum, Armeria splendens* y *Sedum candollei*, le dan un matiz característico ya puesto de manifiesto por QUEZEL (1953:60).

Además de las especies mencionadas son frecuentes otras de mayor área como *Plantago nivalis, Pyrethrum radicans, Gentiana alpina, Gagea nevadensis*, etc. que tambien están presentes en los "borreguiles" de este piso (as. *Vaccinio-Ranunculetum acetosellifolii* Quézel 1953) si bien aquí presentan menor cobertura y biomasa.

Canchales :

Sobre las "lajas" (pedregales móviles) las comunidades anteriores son sustituidas por la as. *Linario-Violetum nevadense* Quézel 1953, de carácter pionero y con baja cobertura, donde son características especies como *Viola crassiuscula*, *Papaver suaveolens* subsp. *suaveolens*, *Linaria glacialis*, *Chaenorhinum glareosus*, *Holcus caespitosus*, etc.

DINAMICA DE LA VEGETACION Y SUS RELACIONES CON EL SUSTRATO

Como es sabido a los distintos estadios de degradación de la vegetación corresponde un determinado desarrollo del suelo, en las tablas I a VI hemos tratado de esquematizar las relaciones existente en Sierra Nevada entre la vegetación y el sustrato, donde es muy marcada la diferencia edáfica y litológica. Para la terminología de suelos hemos seguido la clasificación de la F.A.O.

AGRADECIMIENTOS

Queremos agradecer al Prof. Dr RIVAS MARTINEZ la revisión del mapa de series así como sus numerosas sugerencias y al Prof. Dr SIMON TORRES el asesoramiento en el apartado de Edafología.

ESQUEMA SINTAXONOMICO

Clase Quercetea ilicis Br.-Bl. 1947.

Orden Quercetalia ilicis Br.-Bl.(1931)1936 em. Rivas Martínez 1975.

al. Quercion fagineo-suberis (Br.-Bl., P.Silva & Rozeira 1956) Rivas Martínez 1975.

subal. Paeonio broteroi-Quercenion rotundifoliae Rivas Martínez 1982.

as. **Adenocarpo-Quercetum rotundifoliae** Rivas Martínez ined..

as. **Paeonio-Quercetum rotundifoliae** Rivas Martínez 1964.

as. **Berberidi-Quercetum rotundifoliae** Rivas Martínez ined..

al. Querco rotundifoliae-Oleion sylvestris Barbero, Quezel & Rivas Martínez 1980 nom. inv..

as. **Smilaci-Quercetum rotundifoliae** Barbero, Quezel & Rivas Martínez - 1981.

Clase Querco-Fagetea Br.-Bl. & Vlieger 1937.

Orden Quercetalia robori-petraeae R. Tx.(1931)1937.

al. Quercion robori-pyrenaicae (Br.-Bl., P.Silva & Rozeira 1956) Rivas -- Martínez 1975.

subal. Quercenion pyrenaicae Rivas Martínez 1975.

as. **Adenocarpo-Quercetum pyrenaicae** M. Parras & Molero Mesa 1983.

Orden Quercetalia pubescentis Br.-Bl. (1931)1932.

al. Aceri granatensi-Quercion fagineae (Rivas Goday, Rigual & Rivas Martínez 1959) Rivas Martínez ined..

subal. Aceri granatensi-Quercenion faginae.

as. **Daphno-Aceretum granatense** Rivas Martínez 1964.

Clase Pino-Juniperetea Rivas Martínez 1964.

Orden Pino-Juniperetalia Rivas Martínez 1964.

al. Genistion purgantis R. Tx. 1958.

subal. Genistenion baeticae Rivas Martínez (1964)1971.

as. **Genisto-Juniperetum nanae** Quezel 1953 nom. inv..

al. Pino-Juniperion sabinae Rivas Goday (1956)1960.

as. **Daphno-Pinetum sylvestris** Rivas Martínez 1964.

Clase Festucetea indigestae Rivas Goday & Rivas Martínez in Rivas Goday 1966.

Orden Festucetalia indigestae Rivas Goday & Rivas Martínez 1963.

al. Ptilotrichion purpurei Quezel 1953.

as. **Erigeronto-Festucetum clementei** Quezel 1953.

subas. **festucetosum pseudo-skiae** (Quezel 1953) Rivas Goday & Mayor 1966.

al. Thymion serpilloides Rivas Martínez 1963.

as. **Siderito-Arienaretum pungentis** Quezel 1953.

as. **Armerio-Agrostidetum nevadensis** Quezel 1953.

Clase Rhamno-Prunetea Rivas Goday & Borja 1961.

Orden Prunetalia spinosae R. Tx. 1952.

al. Lonicero-Berberidion hispanicae O. Bolós 1954.

as. **Crataego-Loniceretum arboreae** O. Bolós 1954.

Clase Cytisetea scopario-striati Rivas Martínez 1974.

Orden Cytisetalia scopari-striati Rivas Martínez 1974.

al. Genistion floridae Rivas martínez 1974.

subal. Adenocarpenion decorticantis Rivas Martínez & Valle nova.

as. **Cytiso-Adenocarpetum decorticantis** Valle 1981.

al. Retamion sphaerocarpae Rivas martínez ined..

as. **Genisto-Retametum sphaerocarpae** Rivas martínez ined..

Clase Ononido-Rosmarinetea Br.-Bl. (1940)1952.

Orden Phlomidetalia purpureae Rivas Goday & Rivas Martinez 1968.

al. Saturejo-Coridothymion Rivas Goday & Rivas Martínez 1968.

as. Odontito-Thymetum baetici Lopez Guadalupe & Esteve 1978.

Orden Rosmarinetalia Br.-Bl. (1931)1952.

al. Lavandulo-Echinospartion boissieri Rivas Goday & Rivas Martínez 1968.

as. Salvio-Lavanduletum lanatae Quezel 1953.

Orden Erinacetalia Quezel 1951.

al. Xeroacantho-Erinaceion Quezel 1951 em. nom. O. Bolós 1967.

as. Astragalo-Velletum spinosae (Quezel 1953) Rivas Goday 1966.

al. Andryalion agardhii Rivas Martínez 1961.

as. Convolvulo-Andryaletum agardhii Quezel 1953.

Clase Cisto-Lavanduletea Br.-Bl.(1940)1952.

Orden Lavanduletalia stoechidis Br.-Bl. 1940 em. Rivas Martínez 1968.

al. Cistion laurifolii Rivas Goday (1949)1955 em. Rivas Martínez 1979.

as. Halimio-Cistetum laurifolii M. Parras & Molero Mesa 1983.

Clase Tuberarietea guttatae Br.-Bl. 1952 em. Rivas Martínez 1977.

Orden Tuberarietalia guttatae Br.-Bl. 1940 em. Rivas Martínez 1977

al. Tuberarion guttatae Br.-Bl. 1931.

subal. Tuberarienion guttatae Br.-Bl. 1931.

subal. Moenchienion erectae Rivas Goday (1957)1964 em. Rivas Martínez 1977.

Orden Brachypodietalia distachyae Rivas Martínez 1977.

al. Thero-Brachypodion Br.-Bl. 1925.

Clase Stellarietea mediae (Br.-Bl. 1936)R. Tx., Lohmeyer & Preising in R. Tx. - 1950 ampl. Rivas Martínez 1977.

Orden Brometalia rubenti-tectori Rivas Martínez & Izco 1977.

al. Taenianthero-Aegilopion geniculatae Rivas Martínez & Izco 1977.

as. Medicago-Aegilopetum geniculatae Rivas martínez & Izco 1977.

as. Trifolio-Taeniantheretum caput-medusae Rivas Martínez & Izco 1977.

Clase Thlaspetea rotundifoliae Br.-Bl. 1947.

Orden Galietalia roselli Quezel 1953 em. Rivas Martínez 1967.

al. Holcion caespitosae Quezel 1953.

as. Senecio-Digitaletum nevadense Quezel 1953.

as. Linario-Violetum nevadense Quezel 1953.

al. Platycapno-Iberidion granatensis Rivas Goday & Rivas Martinez 1963.

as. Crepideto-Iberidetum granatense Quezel 1953.

SERIES DE VEGETACION			SUELOS	LITOLOGIA
1	2	3		
Smilaci-Quercetum rotundifoliae	Paeonio-Quercetum rotundifoliae	Berberido-Quercetum rotundifoliae	Cambisoles cálcicos	Conglomerados
Comunidad de Ononis spinosa	Genisto-Retametum sphaerocarpae	Comunidad de Cytisus reverchonii	Cambisoles cálcicos y Regosoles calcareos	Limos
Comunidad de Hyparrenia hirta	Comunidad de Macrochloa tenacissima	Comunidad de Festuca scariosa	Regosoles calcareos	Areniscas calcareas
Odontito-Thymetum baeticae	Comunidad de Cistus clusii	Salvio-Lavanduletum lanatae	Regosoles calcareos y Litosoles	Calizas Calizo-dolomías
Comunidad de Brachypodium ramosum	Comunidad de Thero-Brachypodion	Comunidad de Thero-Brachypodion	Litosoles	Dolomías

Tabla I. Series de los encinares sobre suelos ricos en bases.

SERIES DE VEGETACION			SUELOS	LITOLOGIA
4a	4b	6		
Adenocarpo-Quercetum rotundifoliae	Adenocarpo-Quercetum rotundifoliae	Adenocarpo-Quercetum pyrenaicae	Luvisoles. Cambisoles eutrico. Cambisoles dístricos.	Filitas
Comunidad de Retama sphaerocarpa	Cytiso-Adenocarpetum decorticantis	Cytiso-Adenocarpetum decorticantis	Cambisoles dístricos y eutricos. Regosoles dístricos y eutricos.	
Comunidad de Festuca elegans	Comunidad de Festuca elegans	Comunidad de Festuca elegans	Regosoles dístricos.	Cuarcitas
Comunidad de Cistus monspeliensis	Halimio-Cistetum laurifolii	Halimio-Cistetum laurifolii	Regosoles dístricos y Litosoles.	
Comunidad de Tuberarenion guttatae Trifolio—Taeniantheretum caput-medusae	Comunidad de Moenchienion erectae Trifolio—Taeniantheretum caput-medusae	Comunidad de Moenchienion guttatae Trifolio-Taeniantheretum caput-medusae	Litosoles	Micasquistos

Tabla II. Series de los encinares y melojares sobre suelos pobres en bases (sustrato silíceo).

SERIE DE VEGETACION	SUELOS	LITOLOGIA
5		
Daphno-Aceretum granatense	Luvisoles	Comglomerados
Crataego-Loniceretum arboreae	Luvisoles y Cambisoles cálcicos	
Comunidad de Cytisus reverchonii	Cambisoles cálcicos y Regosoles calcareos	Areniscas calcareas
Comunidad de Festuca scariosa	Regosoles calcareos	
Salvio-Lavanduletum lanatae	Regosoles calcareos y Litosoles	Calizas
Comunidad de Thero Brachypodion Medicago-Aegilopetum geniculatae	Litosoles	Calizo-dolomías

Tabla III. Serie de los quejigares béticos sobre suelos ricos en bases.

SERIE DE VEGETACION	SUELOS	LITOLOGIA
7		
Daphno-Pinetum sylvestris	Regosoles calcareos	Dolomías
Astragallo-Velletum spinosae	Regosoles calcareos y Litosoles	Calizas
Comunidad de Poa ligulata Convolvulo-Andryaletum agardhii	Litosoles	Calizo-dolomías

Tabla IV. Serie de los sabinares béticos sobre suelos ricos en bases.

SERIE DE VEGETACION	SUELOS	LITOLOGIA
8		
Genisto-Juniperetum nanae	Phaeozens háplicos Regosoles y Cambisoles eutricos.	Cuarcitas
Comunidad de Thymus serpylloides	Regosoles eutricos	
Siderito-Arenarietum pungentis	Regosoles dístricos	Micasquistos

Tabla V. Serie de los piornales nevadenses sobre sustrato silíceo.

SERIE DE VEGETACION	SUELOS	LITOLOGIA
9		
Erigeronto-Festucetum clementei	Regosoles dístricos. Litosoles.	Micasquistos Cuarcitas.

Tabla VI. Serie de los pastizales nevadenses crioromediterráneos.

BIBLIOGRAFIA

ESPINOSA, P. (1976).- Cartografía vegetal de Sierra Nevada. Tesis Doctoral ined.. Universidad de Granada.

MARTINEZ PARRAS, J.M. & MOLERO MESA, J. (1982).- Ecología y fitosociología de Quercus pyrenaica Willd. en la provincia Bética. Los melojares béticos y sus etapas de sustitución. Lazaroa 4:91-104.

PRIETO, P. (1975).- Los bosques de la Sierra Nevada. Anales Inst. Bot. Cavanilles 32(2):1099-1129.

PRIETO, P. & ESPINOSA, P. (1977).- La aestisilva de Sierra Nevada. Trab. Dpto. Botánica Univ. Granada 4(1):37-44.

QUEZEL, P. (1953).- Contribution á l'étude phytosociologique et geobotanique de la Sierra Nevada. Mem. Soc. Brot. 9:5-82.

RIVAS GODAY, S. & MAYOR, M. (1966).- Aspectos de la vegetación y flora orófila del Reino de Granada. Anal. Acad. Farm. 31:345-400.

RIVAS GODAY, S. & RIVAS MARTINEZ, S. (1971).- Vegetación potencial de la provincia de Granada. Trab. Dpto. Bot. y F. Veg. 4:3-85.

RIVAS MARTINEZ, S. (1971).- Bases ecológicas para la conservación de la vegetación. Las Ciencias 36(2):125-130.

RIVAS MARTINEZ, S. (1981).- Les étages bioclimatiques de la végétationos de la Péninsula Ibérique. Anales Jard. Bot. Madrid 37(2):251-268.

RIVAS MARTINEZ, S. (1982).- Etages bioclimatiques, secteurs chorologiques et séries de végétations de l'Espagne méditerranéenne. Ecologia Mediterranea 8(1-2):275-288.

RIVAS MARTINEZ, S. (1984).- Series de vegetación de España. I.C.O.N.A. (En prensa).

RIVAS MARTINEZ, S. & al. (1977).- Apuntes sobre las provincias corológicas de la Península Ibérica e islas Baleares y Canarias. Opusc. Bot. Pharm. Complutensis 1:1-48.

VALLE, F. (1981).- Contribución al estudio fitosociológico de las Sierras de Alfacar y Huétor (Granada-España). Anales Jard. Bot. Madrid 37(2):725-736.

VALLE, F. (1984).- Degradación del suelo. Alteración de la cubierta vegetal. Actas de las jornadas sobre evaluaciones de impacto ambiental. Publi. Excma. Diput. Granada:139-144.

Productivité du thuya (Tetraclinis articulata (Vahl) Masters) dans le bassin versant du N'FIS

A. ACHHAL★
M. BARBERO★★
S. ECH-CHAMIKH★★★

RESUME - Cette étude aborde la productivité du thuya (Tetraclinis articulata (Vahl) Masters) en se basant sur l'analyse qualitative des milieux qu'il occupe ainsi que sur l'estimation quantitative de l'indice de fertilité des sites (hauteur dominante à 50 ans). La détermination de cet indice pour chaque placette "échantillon" a permis de classer "à priori" les peuplements étudiés en trois classes de fertilité.

Dans l'étude quantitative du milieu les auteurs se sont limités à l'analyse de la végétation qui intégre l'ensemble des facteurs du milieu . Quatre classes ont été ainsi définies et caractérisées.

Cette étude a permis d'établir deux tarifs de cubage.

SUMMARY - This study deals with the productivity of thuya (Tetraclinis articulata (Vahl) Masters) taking as a basis the qualitative analysis of the milieu they are settled on, and the quantitative estimation of the site index (dominant heigt of 50 year-old trees).The determination of this index for each sampling spot enabled us to " a priori" classify the studied formations into tree site index.

The qualitative study of the milieu only deals with the analysis of vegetation since it integrates the whole factors of the milieu. Four classes have been thus defined and characterized. More over, the authors have established two volume tables.

MOTS CLES - Productivité - Tetraclinis - Bassin versant - N'FIS - Haut-Atlas occidental.

1 - INTRODUCTION

Le thuya (Tetraclinis articulata (Vahl) Masters) est une essence endémique de méditerranée sud occidentale. En dehors de son aire Nord africaine, on ne rencontre que deux petites stations l'une dans la province de Carthagène (Espagne) et l'autre à Malte.

Au Maghreb, le thuya couvre 916 000 Ha (BOUDY 1950) répartis comme suit :

- Algerie: 161 000 ha
- Maroc : 725 000 ha
- Tunisie: 30 000 ha

Partout les peuplements de thuya ont subi une forte pression humaine et une exploitation abusive (BENABID,1976, FENNANE, 1980 , MITALI, 1982). Les tetraclinaies sont réduites à des taillis de faible productivité ligneuse couvrant des zones souvent considérées comme dégradées ou marginales. Mais en raison de l'étendue qu'il couvre au Maroc et sa prodigieuse vitalité due au fait qu'il rejette

---

★ - A. ACHHAL : Institut Agronomique et Vétérinaire HASSAN II Rabat Maroc.
★★ - M. BARBERO : Faculté des Sciences et Techniques St Jérôme Marseille France .
★★★ - S. ECH-CHAMIKH : Service Forestier Larache Maroc.

de souche, le thuya représente néanmoins une réserve réelle et potentielle non négligeable en biomasse plus particulièrement dans les zones bioclimatiques semi-aride voire même aride. C'est pourquoi les recherches à la fois sur la connaissance des structures et du fonctionnement des écosystèmes que cette essence organise, sur ses potentialités et sur les possibilités qu'elle offre en matière d'aménagement sylvicole sont entreprises.

Au Maroc, les facteurs écologiques imposent au thuya une aire discontinue dans trois grands ensembles bien caracterisés géographiquement : - Septentrional
- Central
- Méridional

- L'ensemble septentrional : est cantonné au versant méditerranéen du Rif et du Maroc nord oriental. Sur le versant atlantique le thuya se maintient dans des stations où le drainage crée des conditions de xérophilie. Partout ailleurs il est éliminé par l'humidité relative de l'atmosphère qui constitue un facteur limitant son développement et par la forte concurrence d'essences forestières majeures comme le chêne vert.

- L'ensemble central : Constitue une véritable charnière entre la zone septentionale et la zone méridionale. Le thuya occupe une région où le chêne liège peut se developper entre l'oued BEHT et le sud de Rabat.

- L'ensemble méridional : domine dans le grand-Atlas où le thuya est favorisé par la sécheresse climatique . Il forme une bande souvent continue entre 800 m et 1000 m d'altitude tout le long des versants tournés vers l'atlantique. Sur le versant nord de cette chaine le thuya peut pénétrer en zone interne notamment dans la vallée du N'Fis et dans celle de l'Ourika. Dans le N'Fis le thuya est mélangé aux altitudes inférieures au génevrier rouge et en altitude au cyprès d'atlas puis au chêne-vert.

Le thuya est lié au climat aride océanique à hiver doux. C'est avant tout une essence thermophile et xérophile qui craint surtout le froid humide et s'accomode de tous les substrats géologiques à condition que ses besoins en chaleur soient satisfaits. Il se contente d'une tranche pluviométrique annuelle de 250 mm ; néanmoins il peut se développer dans les zones où la tranche pluviométrique est assez élevée (plateau d'oulmès, moyen atlas). Sur le plan altitudinal il ne dépasse guère 1400 m sauf sur le versant sud du haut-atlas où il atteint 1800 m par compensation hydrique.

2 - LA ZONE D' ETUDE : BASSIN VERSANT DU N'FIS (carte n° 1)

Le bassin versant du N'Fis est constitué par les flancs occidentaux du haut-atlas central et vient au contact du Haouz par les plaines et collines du piemont situées immédiatement en amont du barrage " Lalla Takerkoust ".

Le bassin versant a une superficie de 170 000 ha dont approximativement 85% sont occupés par des reliefs.

Les altitudes extrêmes sont 656 m au niveau de la retenue du barrage de "Lalla Taker - koust" et 4088 m au Jbel Ouanoukrim.

Les précipitations enregistrées dans le bassin versant varient entre 252mm/an à "Talat N'yacoub" et 726 mm/an à Aghbar avec une dominance des pluies autour de 425 mm/an (1933 - 63).

Les températures extrêmes moyennes enregistrées dans les différents postes météorologiques sont :

Max : 36,6 °C (Juillet)
Min : 1,8° C (Décembre) (1933 - 63)

Les amplitudes thermiques extrêmes sont :

19,3° C (Juillet) à Lalla Takerkoust
7,1° C (Décembre)à Tizi n'test (1933 - 63)

Les peuplements de thuya qui ont été étudiés ici s'encartent dans la sous-alliance *Juniperion - phceniceae* de l' *Asparago- Rhamnion*

Pour plus de détail sur leur composition floristique globale on se reportera aux travaux synthétiques publiés par M. BARBERO, P. QUEZEL, R. MARTINEZ (1981), A. ACHHAL (1979, 1980) et M. FENNANE (1983).

Les peuplements étudiés ci-après du point de vue de leur productivité sont des taillis constitués à partir de rejets de souche de thuya, de chêne-vert et de francs pieds de génévrier rouge. Ils proviennent d'une exploitation généralisée accomplie en 1939-40.

3 - METHODES D'ETUDE DE LA PRODUCTIVITE.

3.1. - Etude préliminaire

3.1.1. Délimitation des peuplements: Cette phase a consisté en :

- Une tournée de reconnaissance de la zone d'étude.
- Une lecture des documents topographiques (cartes IGN au 1/50 000e)
- Une analyse de la couverture aérienne (montage et photo-interprétation).
- Une lecture de la carte géologique.
- Une étude des données climatiques.

La synthèse de ces documents a permis de délimiter avec précision les peuplements de thuya objet du présent travail et d'organiser l'échantillonnage.

3.1.2. Echantillonnage : Un échantillonnage stratifié aléatoire a été adopté pour cette étude. Les critères retenus pour la stratification sont :

- Le substrat géologique
- L'altitude.
- La végétation (densité du peuplement).

3.2. - Prélèvement des informations

3.2.1. Matérialisation des placettes sur le terrain:

Nous avons retenu des placettes circulaires de 5 ares dans des peuplements de densité élevée. La materialisation de ce type de placettes sur le terrain est aisée. Après fixation du centre par un piquet, la délimitation a été réalisée à l'aide de quatre cordes de longueur égale à son rayon. Ce dernier est variable en fonction de la pente du terrain.

3.2.2 .Prélèvement des informations

3.2.2.1. Les paramètres dendrométriques :

a. Circonférence à 1 m 30 (C1,30) : Dans chaque placette nous avons mesuré systématiquement les circonférences à 1m30. Celles-ci ont été réparties à partir de 6 cm en classe de 3 et ce pour deux raisons :

- Le thuya est une essence à croissance lente.
- Les arbres de la zone d'étude sont de faibles grosseurs.

b. Arbres échantillons pour le tarif de cubage : Ces arbres ont été choisis de manière à recouvrir toutes les classes de circonférence à 1m30. Ainsi dans chaque placette quatre à cinq arbres sont retenus et font l'objet des mesures suivantes :

- Circonférence à 1m30.
- Circonférence à différentes hauteurs depuis la base des tiges sur des intervalles de 1m.
- Hauteur tolale.

c. Hauteur dominante : théoriquement, on exprime par ce paramètre la hauteur moyenne des 100 plus gros arbres/ha. Pour les placettes de cinq ares, nous avons retenu la moyenne arithmétique des hauteurs des cinq plus gros arbres qui peut être valablement assimilée à la hauteur dominante.

d. Age du taillis : au départ nous pensions réaliser le prélèvement de carottes à la tarrière de Pressler dans chaque placette. Mais il nous a été impossible de faire avancer la tarrière à l'intérieur des tiges à cause de la dureté du bois. Pour remédier à cette difficulté nous avons abattu trente huit arbres choisis de façon à recouvrir toutes les classes de circonférence à1m30. Des rondelles de 5 à 6 cm d'épaisseur ont été préparées et placées dans des sacs en polyéthylène pour éviter les pertes d'eau et les variations du volume.

e. Analyse des tiges : L'abattage systématique des arbres de chaque placette étant long et onéreux, nous avons abattu un arbre de la strate dominante dans les différents milieux couvrant l'éventail des sites et de structures de la zone d'étude . Sur chaque arbre abattu des rondelles de 5 à 6 cm d'épaisseur ont été prélevées à différents niveaux (0,30m, 1,30m, 2,30m, 3,30m,4,30m, 5,30) et mises dans des sacs en polyéthylène. Sur chaque rondelle nous avons inscrit sur la face inferieure le niveau de prélèvement.

Au laboratoire, nous avons procédé aux opérations suivantes:

- Polissage de la face à analyser.
- Traçage de deux droites perpendiculaires passant par le centre de la tige.
- Imprégnation de la face à analyser par l'essence de térébenthine pour une meilleure visualisation des cernes.
- Analyse de la tige en fonction de l'âge: Nous avons déterminé la croissance en hauteur et la croissance en épaisseur. La croissance en hauteur s'obtient en faisant la différence entre l'âge déterminé à la base et les âges déterminés à différents niveaux.

L'étude de la croissance en épaisseur présente certaines difficultés liées au fait que les rondelles présentent un coeur excentrique dans les parties inferieures. Cette excentricité disparait dans les parties supérieures. Ainsi sur chacun des quatre rayon tracés préalablement, nous avons procédé à un comptage des cernes à partir de l'assise cambiale vers le centre en repérant des intervalles de cinq années.

Pour les rondelles excentriques, nous avons calculé leur rayon qui est égal à la moyenne quadratique de R_1, R_2 , R_3 , et R_4 .

$$\bar{R} = \sqrt{R_1^2 + R_2^2 + R_3^2 + R_4^2}$$

La croissance en épaisseur est obtenue en déterminant les $\bar{R}i$ correspondants aux differents âges (0, 5, 10 ..... n années).

3.2.2.2. Les données floristiques: Dans chaque placette nous avons effectué des relevés phytoécologiques qui sont consignés dans des tableaux.

3.2.2.3. Informations diverses: Les informations suivantes ont été notées au niveau de chaque placette: altitude, pente, exposition, nombre de souches/placette, état sanitaire des arbres, action anthropique, etc.....

3.3. - Traitement des données

- L'analyse des tiges dominantes permet de définir une relation qui exprime au mieux l'évolution de la hauteur dominante en fonction de l'âge et permet la caracterisation d'un certain nombre de classes de fertilité.
- La détermination de l'âge des arbres abattus servira pour l'ajustement d'une relation qui exprime l'évolution de la circonférence à 1m30 en fonction de l'âge. Cette équation sera utilisée pour estimer l'âge des différentes placettes.
- Les relevés phytoécologiques ont permis la distinction d'un certain nombre de faciès écologiques caractérisant les différentes classes de fertilité.
- Les résultats d'inventaire des circonférences à différents niveaux ont servi à l'estimation des volumes correspondants et à la construction de tarifs de cubage.

4 - LES RESULTATS .

4.1. - Relation âge / circonference 1m30 (graphe n° 1) : Plusieurs modèles ont été testés. Le modèle suivant a été retenu pour exprimer cette relation:

$$C_{1,30} = 3{,}514 + 6386.10^{-6}\ A^2$$

$C_{1,30}$ = circonférence à 1m30

A = AGE

avec R^2 = 0,861 (coefficient de correlation)

F = 103,303 (coefficient de Fisher)

S_y = 5,940 (écart résiduel)

4.2. - Hauteur dominante (H°) / Age : (Graphe n° 2) : cette relation a été établie sur la base des données obtenues par l'analyse des tiges dominantes. L'équation retenue pour exprimer la relation hauteur dominante (H°) / Age (A) est determinée par la méthode de régression seriée, notamment la régression à constante unique:

$$y = a + bi\ x$$

En posant $y = L_n H°$ et $x = {}^{1}/(A)K$, on obtient l'équation de SCHUMACHER de type :

$$L_n H_o = a + \frac{b}{(A)^K} \qquad 0,2 \quad K \quad 2$$

Nous avons fixé arbitrairement K = 1 et ajusté les coefficients a et b :

$$a = 1,7586$$

$$b = -16,3426$$

Sur un graphique nous avons tracé les courbes des analyses de tige ainsi que celles déterminées par l'ajustement. La confrontation de ces courbes nous a permis de juger de la validité de notre ajustement qui montre un modèle abrupt au départ (pente très forte) et un niveau de stabilisation plus bas que celui de la majorité des courbes de l'analyse des tiges. Cela montre que la valeur de K est très grande. Nous avons été ainsi amenés à estimer directement K en utilisant un modèle de régression où il figure en coefficient d'un terme linéaire. La valeur obtenue est K = 0,75 et les estimateurs de pente unique et constante unique deviennent :

$$a = 2,02003$$

$$b = -10,6816$$

Le graphique n°2 montre que la courbe obtenue par cette équation, s'ajuste bien à celles des analyses de tige.

4.3. - Détermination du " Site index" (Indice de fertilité)

4.3.1. Notion du " Site index " : Le Site index se définit comme étant la hauteur dominante moyenne d'un peuplement équienne et pur à un âge de référence.

4.3.2. Construction des courbes de fertilité (graphe n°3) : L'équation à laquelle nous avons abouti pour tracer ces courbes :

$$L_n H_o = 2,02003 + bi/A^{0,75} \quad (1)$$

Le paramètre bi dépend de l'indice de fertilité. Pour une valeur H_r de cet indice (hauteur atteinte à l'âge de référence A_r) on a :

$$L_n H_r = 2,02003 + bi/A_r^{0,75} \quad (1)$$

d'où

$$bi = (L_n H_r - 2,02003)\ A_r^{0,75}$$

Pour un âge de référence de 50 ans, les paramètres bi correspondants à des indices de fertilité de 3, 4, 5, et 6 m prennent les valeurs respectives suivantes:

H_r	bi
3m	-17,325
4m	-11,916
5m	-77,720
6m	- 4,292

Si on remplace bi par sa valeur dans l'équation (1) , on peut calculer les valeurs H° correspondantes à des valeurs données de l'âge (A).

La détermination de l'indice de fertilité d'un peuplement de hauteur dominante (H_o) et d'âge (A) connu se fait par la relation :

$$L_n H_r = a + (L_n H_o - a) \times (A/A_r)^{0,75} \quad (2)$$

4.3.3. - Classification des sites : Nous avons procédé de la manière suivante :

- Etablissement des courbes de fertilité (graphe n° 3)
- Calcul de l'indice de fertilité par l'équation (2).A ce niveau nous avons constaté qu'à l'âge de référence 50 ans , la hauteur dominante est comprise entre 2,9 et 6,2 m.

Nous avons divisé cet intervalle en trois parties égales, ce qui nous a permis d'avoir trois classes de croissance différentes correspondant à trois milieux de fertilité :

Milieu (1) : La hauteur dominante moyenne est égale à 5,5 m
Milieu (2) : " " " " " 4,5 m
Milieu (3) : " " " " " 3,5 m

4.4. - Indice de fertilité et variables écologiques :

Après codification des variables écologiques, nous avons procédé à la mise en relation de ces variables avec l'indice de fertilité. Les résultats de cette opération sont consignés dans le tableau n°1. A partir de ce tableau, on peut déjà effectuer un premier tri des variables susceptibles d'expliquer le mieux la variabilité de l'indice de fertilité. Cependant, du fait du nombre réduit de variables cette procédure n'a pas été suivie.

Notre objectif étant de donner sous forme d'équation synthétique et simple la relation indice de fertilité/variables écologiques, nous avons opté pour la méthode de régression progressive.

L'expression générale de l'équation :

$$H_r = a + b_1 x_1 + b_2 x_2 + \ldots\ldots\ldots b_n x_n$$

H_r = Indice de fertilité

a = Constante

bi = Coefficient de régression

X_i = Variables écologiques

Le tableau n°1 précise l'ordre d'introduction des variables écologiques et l'amélioration qu'elles apportent au coefficient de correlation ainsi que le signe des coefficients de régression. Ainsi nous avons constaté que les cinq premières variables apportent une contribution de 61%. Quant aux signes des coefficients de régression, ils sont positifs dans le cas des stations fertiles et négatifs dans le cas des stations peu fertiles ou dégradées.

L'expression de l'équation générale devient donc :

$$H_r = 6{,}803 - 0{,}15610^{-2}\, x_1 - 0{,}116.10^{-2}\, x_2 + 0{,}3329.10^{-1}\, x_3 - 0{,}9310.10^{-2}\, x_4 - 0{,}2502.10^{-2}\, x_5$$

x_1 = altitude en m

x2 = *Tetraclinis articulata* (recouvrement x10)

x3 = *Quercus rotundifolia* (" " ")

x_4 = *Cistus villosus* (" " ")

x_5 = *Stipa tenacissima* (" " ")

L'équation montre que la densité du peuplement est un élément révélateur pour juger de la fertilité de la station. Ainsi nous réjoignons le point de vue émis par POPOVICH 1974, selon lequel la hauteur d'un peuplement n'est pas toujours un évaluateur fidèle de la qualité de la sation. De même il faut noter que les variables retenues dans cette équation ont des significations importantes:

- *Quercus rotundifolia* caractérise les stations fertiles.
- *Stipa tenacissima et Cistus villosus* caractérisent les stations dégradées.
- L'absence totale ou partielle des trois espèces précédentes, représente les stations de fertilité moyenne.

4.5. - Estimation et évolution de quelques paramètres dendrométriques:

4.5.1. Expression du volume en fonction de la hauteur dominante : L'analyse du nuage de points (graphe n°4) montre que le volume dépend dans une faible mesure de la hauteur dominante. En effet, pour une même hauteur dominante, le volume varie du simple au double. Les modèles que nous avons ajustés pour mieux exprimer cette relation sont :

(1) $V = -7{,}234.10^{-5} + 3{,}539\ H_o$ avec $R^2 = 0{,}411$, $F = 9{,}374$, $Sy = 7{,}072$

(2) $V = -32{,}38 + 16{,}63\ H_o - 1{,}236\ H_o^2$ avec $R^2 = 0{,}435$, $F = 5{,}236$, $S_y = 7{,}065$

Les deux modèles présentent un faible coefficient de correlation, un écart résiduel grand et un coefficient de Fischer hautement significatif.

Ainsi nous constatons que la hauteur dominante n'exprime pas fidèlement la production totale d'un peuplement depuis son origine au moins dans le cas des taillis de la tetraclinaie du N'FIS.

4.5.2. Expression du volume en fonction de la surface terrière (graphe n°5)

Le modèle que nous avons retenu pour exprimer cette relation est :

$V = 0{,}694 + 3{,}153\ G$ avec $R^2 = 0{,}977$, $F = 978{,}352$, $S_y = 1{,}644$

Le volume apparait fortement correlé à la surface terrière (G)

4.5.3. Evolution de volume (V) /surface terrière (G) en fonction de l'âge(graphe6)

Le modèle qui nous est apparu le mieux correlé est du type linéaire. Il s'exprime par la relation suivante :

$$V/G = 0,1021.10^{-1} + 0,2842.10^{-1}A \quad \text{avec} \quad R^2 = 0,889 \quad F = 173,006 \quad S_y = 0,132$$

4.5.4. Expression du volume en fonction de l'âge (graphe n°7)

A partir de la confrontation des courbes de fertilité et de celles qui donnent l'évolution du volume en fonction de la hauteur dominante, nous avons tracé les courbes d'évolution des accroissements moyens en volume dans les trois sites distingués.

4.6. - Tarifs de cubage : Pour pouvoir estimer le volume total des arbres sur pied, nous avons établi deux tarifs de cubage.

- Un tarif à une seule entrée : circonférence à 1m30 .
- " " deux entrées : hauteur totale et circonférence à 1m30.

4.6.1. Calcul du volume : Nous avons appliqué la formule de SMALIAN pour cuber les billons de 1m. Le dernier billon (sommet) a été assimilé à un cône.

4.6.2.Tarif à une seule entrée : Nous avons testé deux équation :

(1) $V = a + bc^2$ V = volume

(2) $V = a + bc^2 + dc^3$ c = circonférence à 1m30.

Après estimation et ajustement ces équations deviennent :

$$(1)\ V = -1,169 + 0,02758c^2 \quad \text{avec} \quad R^2 = 0,985 \quad F = 5625,825 \quad S_y = 3,516$$

$$(2)\ V = -0,1434 + 0,002283c^2 + 0,9023.10^{-5}c^3 \quad \text{avec} \quad R^2 = 0,986 \quad F = 2954,012 \quad S_y = 3,442$$

L'équation (2) a été écartée du fait qu'elle n'améliore pas beaucoup les paramètres R_2, F et S_y et elle est d'utilisation difficile.

L'erreur due à l'application de ce tarif dans l'estimation des volumes sur pied des différentes placette est donnée par la formule de BOUCHON (1974).

$$E = \frac{\pm t(m,\alpha) \cdot \theta}{\sqrt{m}}$$

t (m ,α) = variable de Student à un degré de liberté et un niveau de confiance

1 - α = 0, 95

m = nombre d'arbres = 175

θ = écart type résiduel estimé sur la régression

E = ± 0, 493 dm^3

L'erreur en % due à l'utilisation de ce tarif est donnée par :

$$e = \frac{E}{\bar{V}} \times 100 \qquad \bar{V} \text{ (volume moyen)} = 17,331 dm^3$$

e = 2,53%

4.6.3. Tarifs à deux entrées : Le modèle retenu est le suivant :

$$V = 0,6417 + 0,01422.c^2 + 0,002097.c^2H \quad \text{avec} \quad R^2 = 0,989 \quad F = 3629,067 \quad S_y = 3,088$$

Ce modèle nous parait précis du fait qu'il a un coefficient de correlation proche de 1 (0,989), un coefficient de Fischer hautement significatif et un écart rédiduel faible.

5 - CONCLUSIONS .

Nous avons abordé cette étude en nous basant sur l'analyse qualitative des milieux occupés par Tetraclinis articulata (Vahl) Masters et l'estimation quantitative de l'indice de fertilité (hauteur dominante à l'âge de 50 ans) .

La détermination de l'indice de fertilité pour chaque placette " échantillon" nous a permis de subdiviser les peuplements étudiés en trois classes de fertilité :

Site de fertilité (I) : Il réunit les placettes qui ont une hauteur dominante moyenne de 5,5m à 50 ans.

Site de fertilité (II): Il correspond aux placettes qui ont une hauteur dominante moyenne de 4,5m à 50 ans.

Site de fertilité(III): Il regroupe les placettes qui ont une hauteur dominante moyenne de 3,5m à 50 ans.

La confrontation des résultats de l'analyse de la végétation à l'estimation du "site index" a permis aussi de caractériser les milieux distingués.

Par la suite nous avons établi une relation mathématique entre l'indice de fertilité et les variables écologiques et ce pour mieux caractériser les classes de fertilité et juger de la correspondance établie entre celles-ci et les faciès floristiques définis de manière à permettre une localisation de ces classes sur le terrain .

A partir des différentes relations établies, nous avons constaté que la hauteur dominante ne peut exprimer à elle seule la fertilité de la station, mais qu'elle doit,pour être évaluée corectement, être associée à la densité du peuplement.

Nous avons aussi établi deux tarifs du cubage dont l'utilisation est simple. Ils permettent en outre aux gestionnaires de mieux cerner les potentialités des massifs forestiers de la zone et de leur appliquer un mode d'exploitation rationnel.

BIBLIOGRAPHIE

ACHHAL A. ,(1979). Le chêne vert dans le haut atlas central - Etude phytoécologique et problèmes posés par les aménagements de la chênaie, 116p thèse 3° cycle Université Aix-MarseilleIII.

ACHHAL A. et al,(1980). A propos de la valeur bioclimatique et dynamique de quelques essences forestières au Maroc. Ecologia Mediterranea Marseille, 5, 211-249.

BARBERO M., QUEZEL P. , et RIVAS MARTINEZ S. (1981) Contribution à l'étude des groupements forestiers et préforestiers du Maroc. Phytocoenologia 9(3): 311-412.

BENABID A. (1976) .Etude écologique, phytosociologique et sylvo-pastorale de la tetraclinaie de l'Amsittène. Thèse 3° cycle 155p. Université Aix-Marseille III.

BOUDY P. (1950) . Economie forestière nord-africaine. Tome II fasc. 2 p 706 - 739 et 764 - 770 La rose Paris.

BOUCHON J. (1983). Les tarifs de cubage 57p + annexes. INRA - CNRS - ENGREF - NANCY .

FENNANE M. (1983). Etudes pyhtoécologiques du thuya. Thèse 3° cycle.Université Aix-Marseille III.

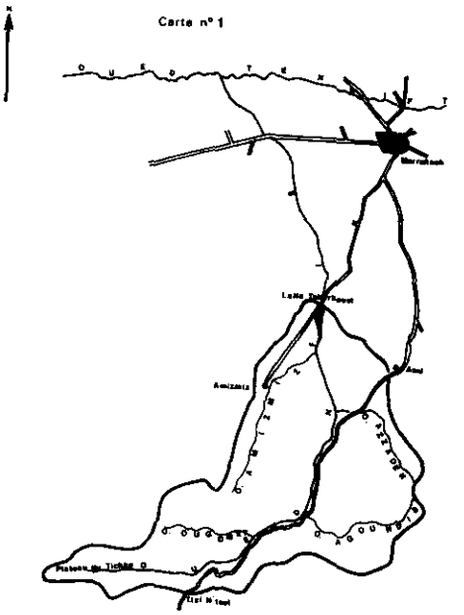
MITALI M. (1982) . Contribution à l'étude du comportement et de la productivité de *Tetraclinis articulata (Vahl) Masters* dans la forêt des Ida - O - Guelloul - Mémoire 3° cycle. Institut Agronomique et Vétérinaire HASSAN II 121p- Rabat.

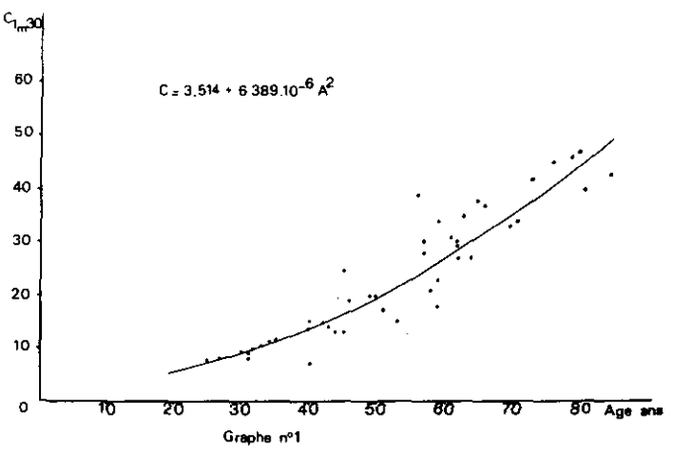
POPOVICH S. (1974).Volume par unité de surface terrière, comme moyen d'évaluer la productivité de station et la production des plantations d'Epinette blanche au Quebec. Journal canadien de la rech. forest. V 14, n° 1 p 127-137.

BASSIN VERSANT DU N'FIS : SITUATION GEOGRAPHIQUE

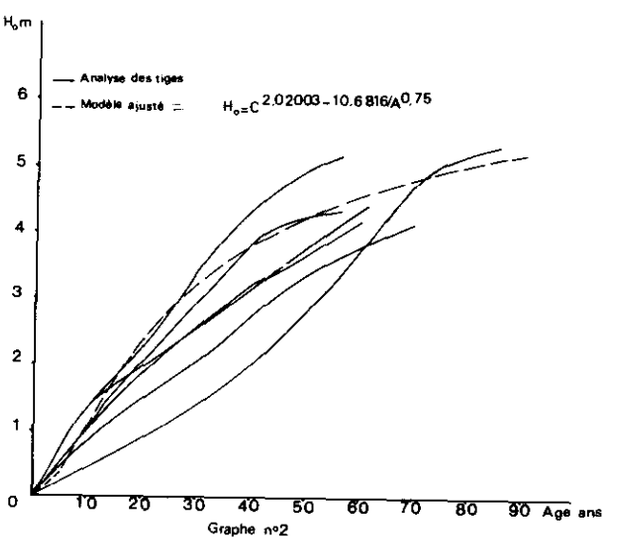
ECH : 1/500000

Carte n° 1

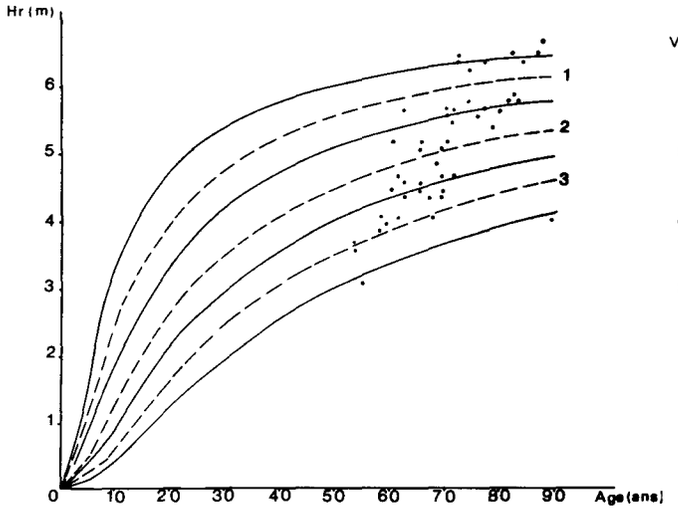




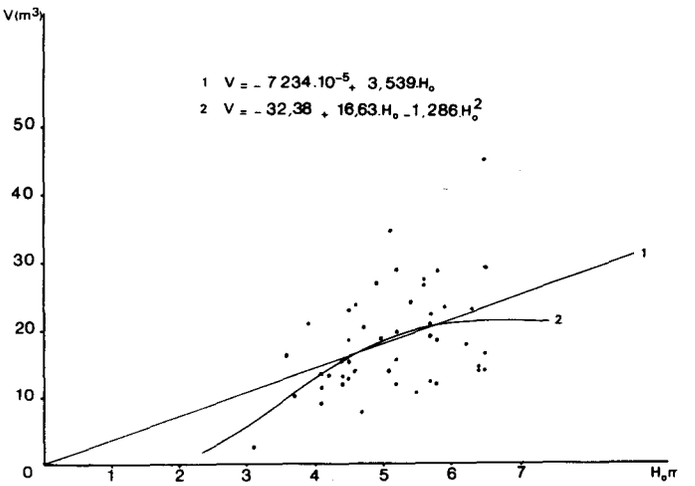
Graphe n°1



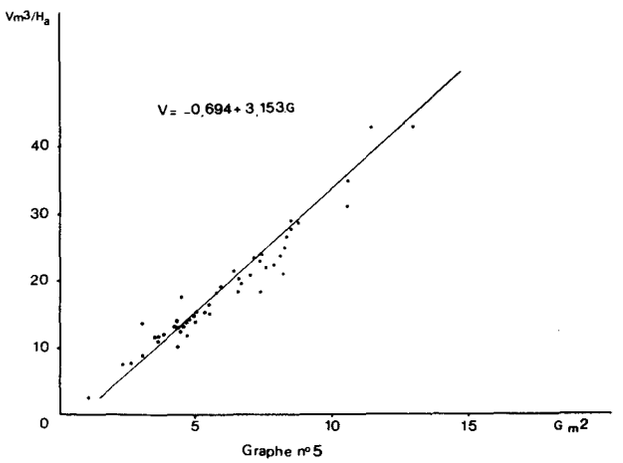
Graphe n°2



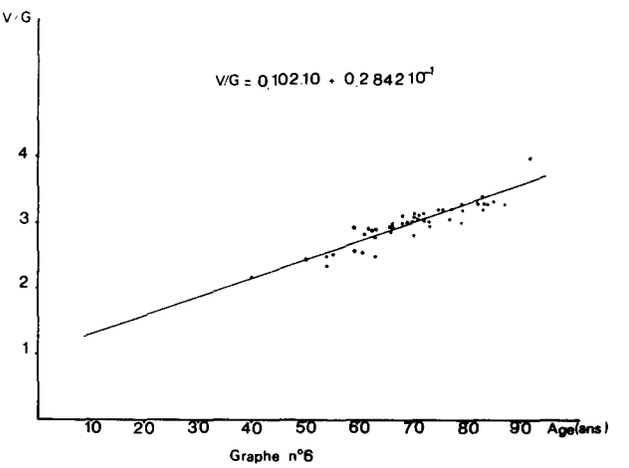
Graphe n°3



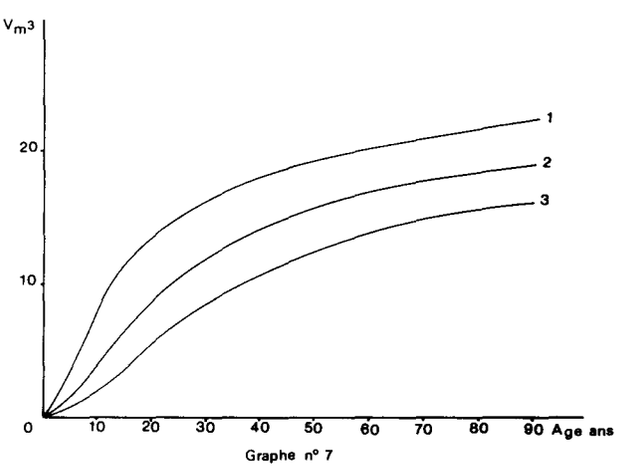
Graphe n°4



Graphe n°5



Graphe n°6



Graphe n° 7

TABLEAU N° 1

Varibles	Coefficient de corrélation multiple	Ecat type résiduel.	Test global d'ajustement(F)	Signe des coeffient de regression bi.
Stipatenacissima	0,413	0,798	9,51	-
Quercus rotundifolia	0,485	0,776	6,847	+
Cistus villosus	0,543	0,753	6,124	-
Tetraclinis articulata	0,574	0,742	5,290	-
Altitude	0,614	0,724	5,074	-
Phillyrea angustifolia	0,647	0,708	4,924	+
Juniperus oxycedrus	0,680	0,689	4,909	-
Pente	0,696	0,683	4,586	+
Asparagus albus	0,717	0,672	4,466	-
Substrat géologique	0,729	0,668	3,934	-
Globularia alypum	0,734	0,672	3,611	-
Juniperus phoenicea	0,737	0,678	3,303	+
Olea auropea	0,739	0,686	3,011	-
Cistus crispus	0,741	0,694	2,755	-
Polygala balansae	0,741	0,705	2,510	-
Lavandula dentata	0,741	0,716	2,289	-
Exposition	0,741	0,728	2,090	+

Tarif de cubage : Thuya (*Tetraclinis articulata (vahl) Masters*)

$$V = 1,169 + 0,02758c^2$$

$C_{1m}30^{(cm)}$	V (dm^3)
6	-
9	1,06
12	2,80
15	5,04
18	7,77
21	10,99
24	14,72
27	18,94
30	23,65
33	28,87
36	34,57
39	40,78
42	47,48
45	54,68
48	62,38
51	70,57
54	79,25
57	88,44
60	98,12

Tarif de cubage : Thuya *(Tetraclinis articulata (Vahl) Masters).*

$V = 0,6417 + 0,01422.c^2 + 0,002097.c^2H$

$V = (dm^3)$, c = cm ; H = (m)

$C_{1,30}$ / Hauteur	6	9	12	15	18	21	24	27	30	33	36	39	42	45	48	51	54	57	60	63	66	69
1,5	1,27	2,05																				
2,0	1,30	2,13	3,29	4,78																		
2,5	1,34	2,22	3,44	5,02	6,95	9,22																
3,0	1,38	2,30	3,60	5,26	7,29	9,69	12,46	15,59	19,10													
3,5		2,39	3,75	5,49	7,36	10,15	13,06	16,36	20,05	24,12	28,58											
4,0			3,90	5,73	7,97	10,61	13,66	17,12	20,99	25,26	29,94	35,63	40,52									
4,5				5,96	8,31	11,07	14,27	17,89	21,93	26,40	31,30	36,62	42,37	48,55	55,15							
5,0								18,65	22,88	27,55	32,66	38,22	44,22	50,67	57,56	64,90						
5,5										28,61	34,02	39,81	47,07	52,79	59,98	67,63	75,74	84,31	93,35			
6,0											35,38	41,41	47,92	54,92	62,39	70,35	78,80	87,72	97,13	107,02	117,39	128,25
6,5													49,77	57,04	64,81	77,08	81,85	91,13	100,90	111,18	121,96	133,24
7,0																75,81	84,91	94,53	104,68	115,34	126,53	138,33
7,5																	87,97	97,94	108,45	119,50	131,09	143,22
8,0																				123,66	135,66	148,22
8,5																						153,21

Analyses d'ouvrages

Rémy PRELLI, GUIDES DES FOUGERES, MASSON ed. Cartonné, 200 pages, 176 figures, Prix TTC 150 F

Bien réduit de nos jours, par rapport à ce qu'il a été dans le passé géologique, le groupe des Fougères et plantes alliées (Lycopodes, Isoëtes, Sélaginelles, Prêles) n'en présente pas moins un intérêt pour qui veut comprendre le monde végétal qui nous entoure.

Des végétaux de ce groupe furent les premiers à quitter l'eau et à conquérir les continents. Plus tard, d'autres espèces poursuivant leur évolution donnèrent naissance à un nouveau groupe - les Plantes à fleurs - qui devint prédominant. Mais l'étude de ces végétaux dans la nature actuelle est loin de se limiter au simple constat d'un déclin. Si l'on retrouve des formes relictuelles, vestiges bien modestes d'une splendeur passée, on peut aussi mettre en évidence des groupes en pleine évolution. Les mécanismes de cette évolution, bien connus grâce à des études cytologiques appropriées, constituent des acquisitions de première importance pour la biologie dans son ensemble.

Faisant suite à ces données générales, développées dans plusieurs chapitres de la 1ère partie de l'ouvrage, une flore des espèces françaises constitue la deuxième partie. Les 113 espèces indigènes actuellement connues sont présentées et illustrées ; des données écologiques et géographiques accompagnent chaque espèce. Si la deuxième partie de ce livre s'adresse plus particulièrement aux botanistes de terrain, la première partie est susceptible de rendre service à un large public de biologistes - enseignants ou étudiants - intéressés par les problèmes généraux de biologie et d'évolution abordés à propos de ce groupe particulier de végétaux.

Paul OZENDA, LA VEGETATION DE LA CHAINE ALPINE DANS L'ESPACE MONTAGNARD EUROPEEN, MASSON ed. Cartonné, 352 pages, 323 figures,cartes et tableaux, 1 carte h.t. en couleurs, Prix TTC 250 F

Cet ouvrage est un essai de présentation personnelle qui, en s'appuyant sur un constant effort dans la recherche de vues unitaires et sur un large appel à l'illustration et à l'expression cartographique, tente de dégager un modèle biogéographique alpin de portée générale et d'en montrer l'application possible, aussi bien d'ailleurs que les limites, dans le cadre encore plus large des montagnes européennes. La place privilégiée donnée aux Alpes n'est en fait que l'occasion d'éprouver, à propos de cette chaîne qui est à la fois la plus complexe et la plus étudiée, la validité de concepts généraux, et cela sous deux angles : montrer ce que l'analyse de la végétation des Alpes peut apporter à la connaissance de celle des autres chaînes, et réciproquement rechercher dans quelle mesure les observations faites dans des montagnes différentes peuvent conduire à remettre en question des idées reçues qui doivent peut-être leur pérennité au simple fait que les Alpes ont été le berceau de la biogéographie.

MED-CHECKLIST. Inventaire critique des plantes vasculaires des pays circumméditerranéens. Edité par W. GREUTER, M.M. BURDET, G. LONG. Editions des Conservatoire et Jardin botaniques de la ville de Genève (1984).

"Le projet Med-Checklist a été mis en place en 1978 sous les auspices de la Fondation Européenne pour la Science (ESF) qui en a fait un objectif prioritaire de la coopération européenne en matière de recherche taxonomique. Ce projet est placé sous la responsabilité scientifique de l'Organisation pour l'étude phyto-taxonomique de la région méditerranéenne (OPTIMA)"

"Med-Checklist est un catalogue synonymique des végétaux vasculaires qui croissent, à l'état sauvage, dans les pays riverains de la mer méditerranée. Il a été conçu comme un guide synthétique des flores méditerranéennes de base et un "pont" qui permet la traduction de la nomenclature de chacune vers une formulation adaptée aux traitements taxonomiques actuels".

"Med-Checklist fournit également des répartitions territoire par territoire de tous les taxons énumérés..."

Il s'agit là d'un ouvrage remarquablement présenté, indispensable comme document de base.

GUIDE ECOLOGIQUE DE LA FORET DOMANIALE DE LA GARDIOLE
(massif des Calanques, Bouches-du-Rhône, France)

par Guy AUBERT, Docteur-es-sciences - Faculté des Sciences et Techniques de St-Jérôme - Marseille

Ce guide a été conçu en vue d'effectuer une mise au point sur les relations qui peuvent exister entre les facteurs du milieu et le couvert végétal en Basse Provence, notamment sur les massifs littoraux constitués de calcaires compacts.

Il est particulièrement destiné :

– aux professeurs de Sciences Naturelles qui exercent :
- soit dans les environs du massif des Calanques et qui pourront utiliser ce site comme terrain d'étude,
- soit ailleurs et qui pourront trouver dans ce document, des idées pour exploiter un milieu similaire ou plus ou moins différent de celui considéré ici ;

– aux étudiants préparant les concours de recrutement de professeurs de Sciences Naturelles de l'enseignement secondaire ;

– aux étudiants suivant une maîtrise de recherche en Ecologie ;

– aux personnes qui éprouvent le besoin d'approfondir leurs connaissances en Ecologie, soit à titre personnel soit par le fait qu'elles exercent une profession ne relevant pas de l'enseignement, mais touchant aux problèmes de la Nature (exemples : ingénieurs, techniciens, agents des Ministères de l'Agriculture ou de l'Environnement), ou encore qu'elles assurent des responsabilités au niveau des collectivités locales (autorités élues ou nommées).

Le guide présenté ici, comprend deux fascicules :

– le premier est composé d'un texte accompagné de cartes, tableaux et planches,

– le second complète le précédent en apportant une documentation photographique sous forme de diapositives, chacune étant commentée à l'aide d'un croquis légendé.

Voici, à titre indicatif, le contenu de chacun des fascicules :

Fascicule I – Texte et planches (format 21 x 29,7, 69 pages, 2 cartes, 4 tableaux, 8 planches)

Première partie : Les facteurs du milieu, la végétation actuelle, aperçu des potentialités et de quelques problèmes forestiers

Chapitre I – Les facteurs du milieu jouant ou ayant exercé un rôle majeur dans la différenciation du tapis végétal :
- I – Caractères topographiques
- II – Caractères géologiques et géomorphologiques
- III – Caractères climatiques
- IV – Rôle de l'homme
- V – Caractères édaphiques et types de sols

Chapitre II – La végétation actuelle :
- I – Groupements végétaux
- II – Niveaux de végétation

Chapitre III – Relations «sol-végétation», éventuellement «sol-climat-végétation» et utilisation forestière des sols
- I – Groupements arborescents
- II – Groupements arbustifs (fructicées)
- III – Groupements herbacés

Deuxième partie : Itinéraire et sites se prêtant à des observations

Troisième partie : Intérêt pédagogique
- I – Sites se prêtant à une étude écologique sur le terrain
- II – Quelques exemples de thèmes d'études pouvant faire suite à des observations et à des prélèvements d'échantillons sur le terrain

Conclusion – Lexique

Fascicule II – Documentation photographique (format 21 x 29,7, 39 pages, 36 croquis, 36 diapositives)

à détacher suivant le pointillé

BON DE COMMANDE

NOM : .....

Adresse complète : .....

.....

.....

Je désire recevoir : ***«Guide écologique de la forêt domaniale de la Gardiole» :***

Fascicule I : Texte et planches	**Prix :**	**F 80,00** x	= .....
Fascicule II : Documentation photographique		**F 120,00** x	= .....
L'ensemble : Fascicule I + Fascicule II		**F 200,00** x	= .....
		Total franco de port :	.....

Ce bon est à renvoyer sous enveloppe affranchie, accompagné d'un chèque bancaire ou postal (3 volets),
– soit à Monsieur l'Agent Comptable du Centre Régional de Documentation Pédagogique - 31, bd d'Athènes, 13232 MARSEILLE Cedex 01, C.C.P. 9.400 03 G - Marseille,
– soit à Monsieur l'Agent Comptable de l'un des Centres Départementaux de Documentation Pédagogique suivants :
- C.D.D.P. - 8, rue Frédéric Mistral - 84000 AVIGNON
- C.D.D.P. - 22, rue des Charrois - 04000 DIGNE
- C.D.D.P. - 14, avenue Maréchal Foch - 05000 GAP.

gauthier-villars

Acta Œcologica

Revue Internationale d'Écologie Fondamentale et Appliquée

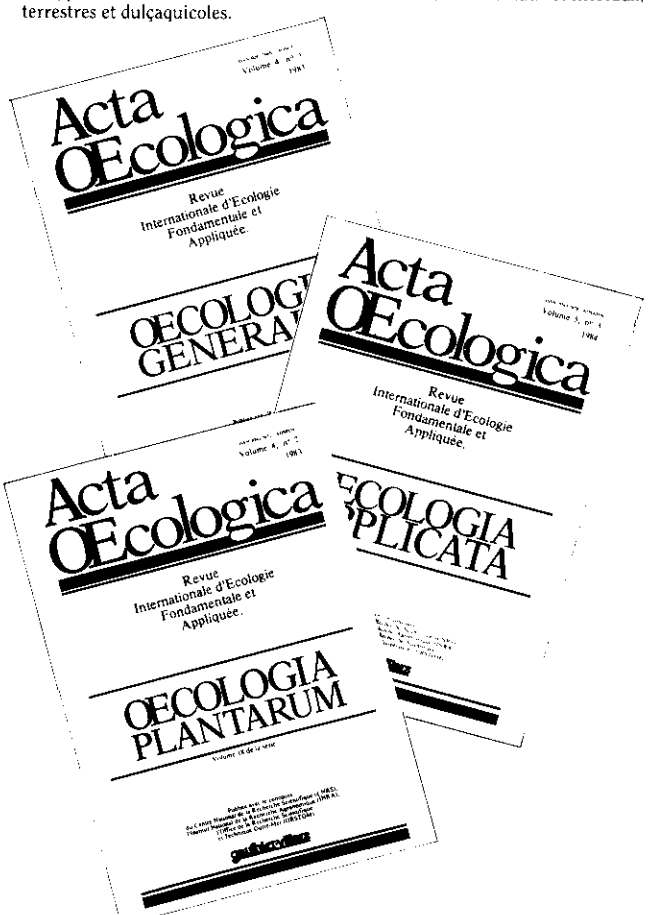
Acta Œcologica se propose d'offrir un panorama des recherches relatives à l'écologie moderne. Dans cette revue internationale, le lecteur trouvera présentés l'aspect théorique de la structure et du fonctionnement des écosystèmes; les travaux sur les phytocénoses, les zoocénoses et les populations microbiennes; les applications aux milieux naturels ou artificialisés, continentaux et littoraux, terrestres et dulçaquicoles.

3 séries

Œcologia Generalis
La série "Œcologia Generalis" est consacrée à l'écologie théorique, expérimentale et descriptive, aux données sur des populations étudiées dans la nature ou en conditions contrôlées, aux mises au point bibliographiques et travaux de synthèse.

Œcologia Applicata
La série "Œcologia Applicata" est consacrée aux travaux sur l'application des concepts de l'écologie, notamment dans le domaine animal, et plus généralement aux recherches qui débouchent sur la gestion des écosystèmes anthropisés.

Œcologia Plantarum
La série "Œcologia Plantarum" est consacrée, comme dans le passé, aux études sur la structure, le fonctionnement et la dynamique des populations végétales et des écosystèmes, selon différentes approches: écophysiologiques, écopédologiques, génétiques, bioclimatologiques.



Abonnements 1986 : Chaque série est trimestrielle.
Tarif d'abonnement pour l'une des séries : 405 F et pour les trois séries groupées : 805 F (tarif France).
Renseignements et abonnements :

C.D.R., 11, rue Gossin, 92543 Montrouge Cedex, France.

Imprimé en France au C.R.D.P. de Marseille en octobre 1985
– Dépôt légal Imprimeur : 4ème trimestre 1985 –

INSTRUCTIONS AUX AUTEURS

Les articles proposés doivent être envoyés, dactylographiés, au Secrétariat général de la Revue. Ils seront soumis à l'un des membres du comité de lecture ou du comité de rédaction avant confirmation de leur acceptation.

Ils devront être dactylographiés alors, pour le tirage offset, suivant les normes de la Revue. Celles-ci seront précisées aux auteurs par le Secrétariat lors de la confirmation de l'acceptation du manuscrit.

Tous les schémas et graphiques devront être réduits au format 21 x 29,7. Dans le cas contraire, cette réduction sera faite aux frais des auteurs. Les articles ne pourront dépasser 20 pages dactylographiées à titre gracieux. Les pages supplémentaires seront aux frais des auteurs.

Les abonnés peuvent publier dans ***Ecologia Mediterranea*** des travaux originaux et des mises au point sur des sujets se rapportant à l'écologie générale terrestre et limnique en région méditerranéenne et à l'écologie appliquée. Ceux-ci peuvent être publiés en langue française de préférence mais aussi en langue anglaise, italienne ou espagnole. La présence du titre en langue anglaise et du résumé en langue anglaise ou espagnole est indispensable.

TARIF

Tomes I, II, VII (2)	50 F
Tomes III, IV, V, VI, VII (1), VIII (3) (4)	70 F
Tome VIII (1/2)	120 F
Tomes IX (1) (2) (3/4) - X (1/2) (3/4)	70 F

Participation aux frais d'expédition : France : 10 F
Etranger : 30 F

Achats groupés (trois volumes et plus) : Rèmise de 30 %
Collection ECOLOGIA (tomes I à VIII inclus) .... 350 F
(tomes I à X inclus) ..... 500 F

Abonnement pour 1985 (fascicules 1, 2, 3, 4) (fraix d'expédition inclus) :

France : 270 F
Etranger 320 F

Toutes les commandes doivent être faites auprès du Secrétariat de la Revue accompagnées du paiement par chèque ou mandat, libellé au nom de :

Régisseur d'Avances de l'Université AIX - MARSEILLE
Centre St-Jérôme, CCP n° 9404. 68 M MARSEILLE

Les propositions de publication d'articles peuvent être adressées au Secrétaire Général :
G. BONIN, Laboratoire de Botanique et d'Ecologie Méditerranéenne,
Faculté des Sciences de St-Jérôme, - Rue H. Poincaré
13397 MARSEILLE Cedex 13

SOMMAIRE

E. FENOUIL, J.C. CHAIX.– Cycle biologique et comportement d'une population d'*Austropotamobius pallipes* (Lereboullet 1858) 3

K.T. KIM, M. TRAVERS.– Apports de l'Arc à l'étang de Berre (côte méditerranéenne française). Hydrologie, caractères physiques et chimiques 25

H. MINEAU, S. PUECH.– Quelques données à propos du polymorphisme germinatif chez des espèces de la garrigue languedocienne 41

L. GRATANI.– Variability in chlorophyll content along a gradient in a mediterranean ecosystem 55

S. BLAISE, D. CARTIER.– Etude cyto-taxonomique et comportement écologique de quelques éléments orophiles du Mont-Ventoux et de la montagne de Lure : signification évolutive. 65

A. BARTOLI, G. MASSARI.– Mycoflore du sol de l'Italie alpine et méditerranéenne. II. Aspects de la distribution géographique et de l'environnement 73

J.P. HEBRARD, C. ROLANDO.– Etude comparée du peuplement bryophytique de taillis de chêne vert d'âge différent en forêt domaniale de la Gardiole de Rians (Var, France) 87

A. AKMAN, O. KETENOGLU, P. QUEZEL.– A new syntaxon from Central Anatolia . . 111

J.P. BARRY, J.C. CELLES, J. MUSSO.– Le problème des divisions bioclimatiques et floristiques au Sahara algérien. Note IV : le plateau de Tademaït et ses alentours (carte Ouargla) 123

F. VALLE.– Mapa de las series de vegetacion de Sierra-Nevada (Espana) 183

A. ACHHAL, M. BARBERO, S. ECH-CHAMIKH.– Productivité du thuya *(Tetraclinis articulata* (Vahl) Masters) dans le bassin versant du N'Fis 201

Analyses d'ouvrages 213

CNDP CENTRE NATIONAL DE DOCUMENTATION PEDAGOGIQUE

CENTRE REGIONAL DE DOCUMENTATION PEDAGOGIQUE

CRDP MARSEILLE Service d'impression 31, Boulevard d'Athènes 13232 Marseille Cedex 01