

BULLETIN
de la
SOCIÉTÉ de BOTANIQUE
du
NORD de la FRANCE

FONDÉE LE 27 NOVEMBRE 1947

TOME XXI
1968

No 27.409 du Certificat d'Inscription à la Commission Paritaire
des Papiers de Presse

LILLE, 14, bis, Rue Malus

CONSEIL D'ADMINISTRATION

Président : M. HOCQUETTE, Professeur de Botanique de la Faculté des Sciences de l'Université de Lille. — Membres : M^{me} CHOLLET, Professeur de Botanique à la Faculté Libre de Lille ; MM. CHATELET, Conservateur des Musées de Lille ; DEHAY, Professeur honoraire à la Faculté Mixte de Médecine et de Pharmacie de l'Université de Lille ; DEPAPE, Professeur à la Faculté Libre des Sciences de Lille ; DURIN, Pharmacien ; MARQUIS, Directeur du Service des Jardins et Promenades de la ville de Lille ; REMBERT, Ingénieur en Chef, Directeur Départemental Agricole ; MESNIL, Ingénieur Général de l'Agriculture ; MIGNOLET, Directeur de l'Ecole d'Optique, Directeur honoraire de l'Ecole d'Herboristerie ; PERNOT, Ingénieur agricole, Directeur de la Station Expérimentale de Cappelle ; VARLEZ, Pharmacien ; WATTEZ, Assistant à la Faculté de Médecine et de Pharmacie ; EVRARD, Assistant à l'Institut de Botanique.

BUREAU POUR L'ANNEE 1969

Présidents de séance : MM. DEHAY, DEPAPE ; Vice-Présidents : MM. MARQUIS, MIGNOLET, PERNOT ; Secrétaire Général : M. WATTEZ ; Trésorier : M^{me} AMEEL ; Secrétaire-Adjoint : M. EVRARD.

MEMBRES D'HONNEUR

Le Recteur de l'Académie ; le Doyen de la Faculté des Sciences de l'Université ; le Maire de Lille ; M. Roger HEIM, Membre de l'Institut, Directeur du Muséum National d'Histoire Naturelle ; M. le Professeur Van OYE ; M. le Professeur Carlo CAPPELLETTI, Docteur honoris causa de l'Université de Lille.

PUBLICATIONS

Dans un but d'économie, il ne sera publié que tout ce qui a un caractère scientifique ou qui a un certain intérêt pour la Société. Les procès-verbaux des séances peuvent être consultés au siège de la Société, le mercredi des séances de 15 à 17 heures.

ADHESIONS

Pour adhérer à la Société, il suffit d'envoyer 16 F au C.C. Postal : Société de Botanique Lille 284.658. Le talon tient lieu de reçu (15 F cotisation + 1 F de droit d'inscription).

EXTRAITS DU REGLEMENT INTERIEUR

ARTICLE PREMIER. — La cotisation de membre actif est fixée à 15 F + 1 F de frais d'inscription pour l'année 1969.

ARTICLE DEUXIEME. — La Société se réunira le deuxième mercredi de chaque mois (sauf juillet, août, septembre et octobre), à 17 heures. La réunion de mars ou avril pourra être déplacée suivant la date de Pâques. Ces dispositions pourront être modifiées à la demande des membres de la Société.

A. — L'ordre du jour des séances est en principe réglé comme suit :

- 1° Lecture et adoption du procès-verbal de la séance précédente ;
- 2° Conférence ou exposé dont la longueur ne devra pas dépasser 45 minutes.
- 3° Lecture et discussion des communications présentées par les membres de la Société dans l'ordre de leur inscription.
- 4° Questions diverses.

B. — Aucune communication ou discussion ne peut avoir trait à des sujets étrangers à la Botanique. Aucune observation relative à l'Administration de la Société ne pourra être discutée en séance mensuelle. Aucun membre ne pourra prendre la parole sans qu'elle ne soit donnée par le Président de la séance. Toute discussion ou communication peut être suspendue par le Président de la séance.

C. — Le texte des conférences ou communications *ne varietur* sera envoyé au moins dix jours à l'avance au Conseil permanent de Direction et de Rédaction.

D. — Le Conseil permanent de Direction et de Rédaction pourra demander la modification du texte des communications au cas où il apparaîtrait incompatible partiellement ou en totalité avec le but de la Société.

E. — Le Conseil d'Administration pourra inviter des conférenciers non membres de la Société, français ou étrangers.

ARTICLE TROISIEME. — Outre les réunions mensuelles, une ou plusieurs excursions ou voyages pourront être décidés en séance mensuelle par les membres présents ; les frais seront à la charge des participants ; les conditions les plus avantageuses seront recherchées par le Secrétaire général.

AVANTAGES RESERVES AUX MEMBRES

1 — Echanges : offres et demandes ; 2 lignes (sur suppl. mens.).

2 — Les échantillons d'herbier, convenablement préparés, pour lesquels les membres désirent une vérification ou un complément de détermination, doivent être envoyés aux spécialistes dont on trouvera l'adresse ci-après, avec une fiche signée, en double exemplaire, portant les indications suivantes : Nom proposé, date de la récolte, lieu, station, nature du sol et du sous-sol, exposition. Une enveloppe timbrée avec l'adresse sera également jointe. L'échantillon ne sera pas renvoyé, il restera la propriété du déterminateur. Les trouvailles intéressantes seront signalées, chaque trimestre, et leurs auteurs nommés.

DETERMINEURS : Phanérogames, Cryptogames vasculaires : M. HOCQUETTE, Professeur de Botanique, 14, rue Malus, Lille ; Champignons : M. Claude MOREAU, Laboratoire de Cryptogamie du Muséum, 12, rue de Buffon, Paris (5^e) ;

BULLETIN
de la
SOCIÉTÉ de BOTANIQUE
du
NORD de la FRANCE

FONDÉE LE 27 NOVEMBRE 1947

TOME XXI

1968

N° 1

Publié avec le concours du
Centre National de la Recherche Scientifique

N° 27.409 du Certificat d'Inscription à la Commission Paritaire
des Papiers de Presse

LILLE, INSTITUT DE BOTANIQUE
14, bis, Rue Malus

BULLETIN DE LA SOCIÉTÉ DE BOTANIQUE DU NORD DE LA FRANCE

Publié avec le concours du Centre National de la Recherche Scientifique

Tome XXI, (1968) n° 1

A PROPOS DU *CORISPERMUM HYSOPIFOLIUM* L.

A. BERTON et T. DUBOIS-TYLSKI

RESUME :

Corispermum hyssopifolium L. des flores classiques d'Europe occidentale doit probablement être assimilé à *Corispermum leptopterum* (ASCH.) ILJIN d'après les données de Flora Europaea.

SUMMARY :

Corispermum hyssopifolium L. of classical Western European Floras must probably be named *Corispermum leptopterum* (ASCH.) ILJIN after Flora Europaea.

L'un de nous a récolté en octobre 1966, dans les dunes de la Tente Verte, à l'Est de Dunkerque, une plante que les flores courantes (BONNIER et DE LAYENS, FOURNIER) ont permis de nommer *Corispermum hyssopifolium* L. Elle y était d'ailleurs signalée par BOULY DE LESDAIN en 1950 ((Bull. Soc. Bot. Nord) : « Cette plante d'origine française est actuellement très commune sur le sable dénudé et plus ou moins mobile des dunes à l'est et à l'ouest de Dunkerque. Je l'observe depuis vingt-cinq ans environ et si elle n'a pas été signalée plus tôt c'est uniquement dû au fait de son apparition tardive vers la fin du mois d'août ou au début de septembre. Son cycle d'évolution très rapide se termine vers le milieu d'octobre. Déracinée alors aux jours de tempête, elle est emportée par le vent et disséminée dans les dunes ».

Jusque là rien de bien neuf ; mais un examen attentif nous a permis de constater quelques divergences entre les descriptions des flores que nous avons pu consulter, différences portant essentiellement sur le nombre et la forme des pièces périanthaires et sur le nombre d'étamines. Voyons d'abord les descriptions de quelques flores françaises.

COSTE (Flore descriptive et illustrée de la France, 1901, tome 3) : périanthe membraneux, monosépale, bilobé, très court. 1-8 étamines. Fruit très comprimé, ovale-arrondi, entouré d'une aile blanche scarieuse.

ROUY (Flore de la France, tome XII, Paris 1910) signale : « un péricône à une ou deux divisions blanchâtres, petites, concaves, sub-rhomboidales,

* Séance du 17 janvier 1968.

denticulées au sommet ; graines lenticulaires, minces ; aile blanche-scarieuse, pellucide à la marge, ± émarginée supérieurement et mucronée par la base du style. Etamines 1 à 5 à filets inégaux.

BONNIER (Flore complète illustrée en couleurs de France, Suisse et Belgique, tome IX, 1934) : « Le calice est constitué par une seule pièce blanche et membraneuse qui entoure le pistil et les étamines, comme fendue d'un côté et à deux lobes du côté opposé. Le fruit est à contour ovale, non enfermé dans le calice, entouré d'un rebord blanc aplati en aile. Etamines 1-3 ».

FOURNIER (Les quatre flores de France 1946) : un seul pétale bilobé (un dessin figure une pièce en forme de cornet, en tube complet sur son quart inférieur environ). Une à trois étamines.

Flore d'Alsace (1965) : Périanthe nul ou formé d'une pièce bilobée, quatre étamines. — Y aurait-il en Alsace une race particulière à quatre étamines ? Ce serait un point à vérifier.

Parmi les flores étrangères nous avons pu consulter :

KOCH (Synopsis florae germanicae et helveticae Edit. 2. 1844). A la description du genre : stam : 1-2 ; à la description du *C. hyssopifolium* : perigonio diphylo.

GARCKE (Illustrierte Flora von Deutschland éd. 22. 1922) : indique également un périanthe à deux écailles, ne parle pas des étamines.

GOFFART (Flore du Nord de la France, de la Belgique et du Grand-Duché de Luxembourg 1934) : périanthe à 1-3 écailles courtes rarement nulles. Etamines 1-5 inégales.

WUNSCH-ABROMEIT (Die Pflanzen- Deutschlands 1938) : à la description du genre : Staubblätter 1-5. A la description du *C. hyssopifolium* : Blütenhülle 2-blättrig.

LAWALREE (Flore générale de Belgique. Spermatophytes, vol. I, fasc. 2, 1953) : dans la description du genre, étamines 1-5 ; de l'espèce, étamines 2-5 souvent très inégales. Tépales libres 1-3, rarement jusque 5 ou nuls, inégaux, hyalins, non modifiés à maturité, le postérieur plus grand, irrégulièrement denticulé au sommet. Akène elliptique à sub-arrondi, de 3,5-4,5 mm de long, bordé d'une aile entière, non ou à peine échancrée au sommet, étroite et non transparente si ce n'est tout au bord.

Enfin, FLORA EUROPAEA (1964) nous donne une notion nouvelle. Le genre *Corispermum* y est traité par P. AELLEN de Bâle, spécialiste des Chenopodiacées. Il décrit pour l'Europe 12 espèces de ce genre. La clé des espèces se termine ainsi :

- 11) Wing not more than 1/10 as wide as achene 9. *hyssopifolium*
12) Wing c. (irca) 1/5 as wide as achene 11. *leptopterum*

et voici les descriptions correspondantes :

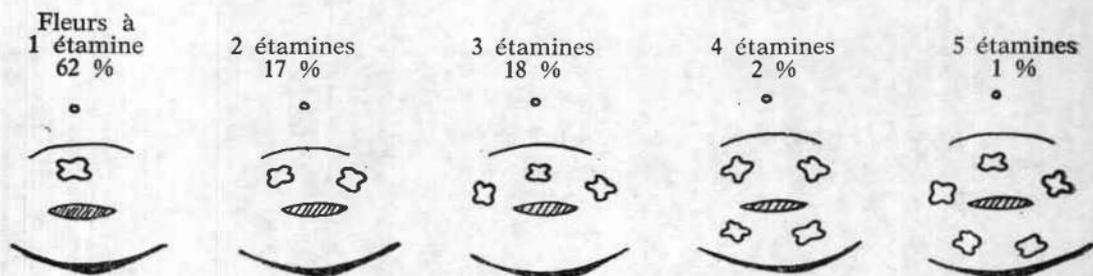
9) *C. hyssopifolium* L. Sp. Pl. 4. (1753). Plant 15-60 cm. branched from the base. Leaves linear. Spikes long, narrow, more or less lax. Lower bracts longer than the achene, upper shorter and narrower. Perianth segments 1-(3). Achene 4.5 × 3.4 mm, ovate ; wing very narrow, thin, some-

times absent ; apex rounded, entire. E. Europe. Po.Rm.Rs. (W.K.E.) donc Pologne, Roumanie, Russie. Suivent des formes données comme « probably not specifically distinct ».

11) *C. leptopterum* (ASCHERSON) ILJIN. Bull. Jard. Bot. U.R.S.S. 28 653 (1929) (*C. hyssopifolium* auct. eur. centr., non L.). Plant 10-60 cm, branched from the base, usually glabrous. Leaves linearlanceolate to lanceolate, flat. Spikes short or long, usually dense. Lower bracts lanceolate, completely covering the fruit. Perianth-segment 1. Achene 3,3-4,3 × 2-3,5 mm, obovate or obovate-oblong, apex rounded, truncate or triangular. Wing narrow and thick, or broad and membranous (1/4-1/8 as wide as achene, entire or undulate. S. France, Italy, Sicilia ; casual elsewhere and locally naturalized. Ga. It. Si. [Be. Ge. Ho] — donc introduit dans ces trois derniers pays.

De ce qui précède, il résulte que c'est bien la plante que nous pensions, mais connue jusqu'ici sous un faux nom. La répartition, tant comme indigène que comme adventice du *C. leptopterum* est bien celle que l'on attribuait au « *C. hyssopifolium* » des flores classiques. Quant aux caractères, il semble que les différences soient faibles. La forme du sommet des akènes chez *C. Leptopterum* est décrite comme variable. Nous constatons, sur notre matériel, que le sommet, ailes comprises, s'atténue pour se continuer sans limite nette avec la base des styles. Aussi ne peut-on déterminer très exactement la longueur de l'akène. Sous cette réserve nous l'estimons à 3,8-4 × 2 mm ; donc caractère de *leptopterum* et non *hyssopifolium*. L'aile est très variable quant à sa consistance et à sa largeur : sur nos échantillons il n'y a véritablement d'aile qu'au sommet ; les bords latéraux s'amincissent sans qu'on puisse voir vraiment une aile. La tige semble glabre, mais elle est un peu poilue dans la région des nœuds et sur les parties jeunes ; ces poils sont ramifiés, ainsi que les décrivent les flores qui en parlent.

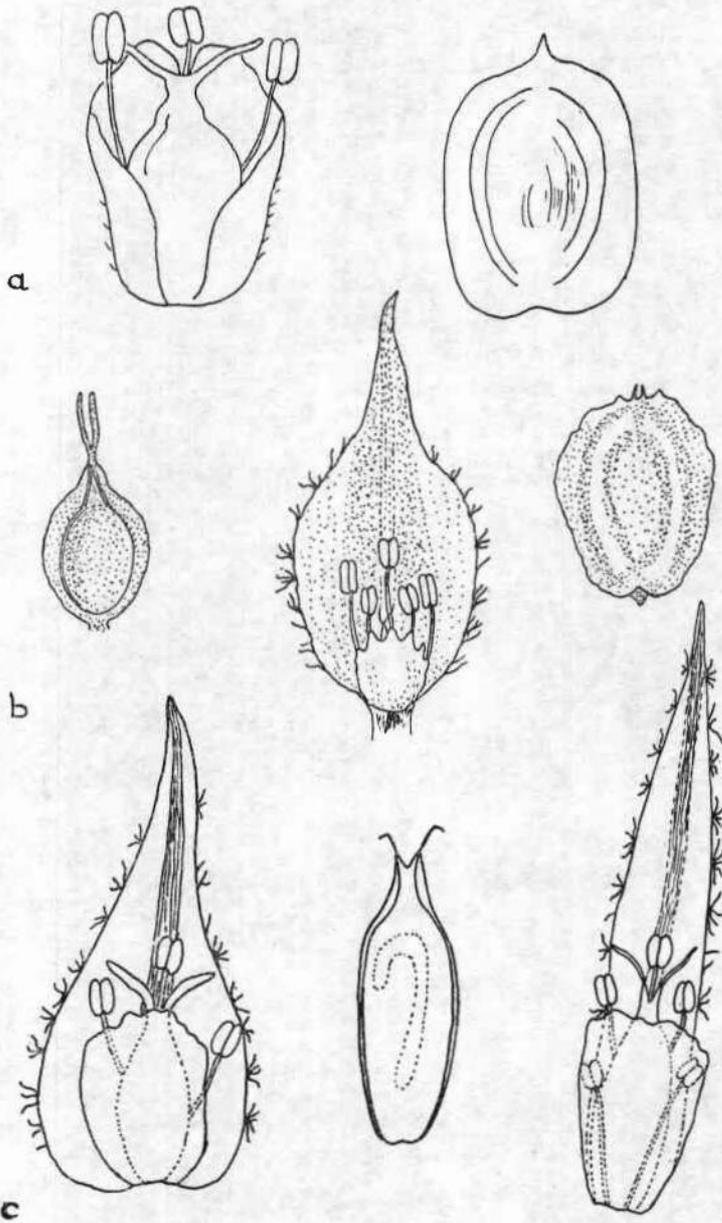
Pour le nombre des pièces florales, Flora Europaea indique, dans la description du genre : perianth-segments 0-3-(5). STAMENS 1-5 et pour *C. leptopterum* : perianth-segment 1. Nos observations, portant sur une centaine de fleurs nous ont montré constamment une pièce périanthaire (en accord avec la description de *C. leptopterum*), membraneuse, irrégulièrement denticulée au sommet ; vaguement bilobée, légèrement concave vers l'ovaire, mais jamais avec la forme de cornet que figurent COSTE et FOURNIER. Le nombre d'étamines varie bien de 1 à 5, et elles sont très inégales ; mais la distribution des types floraux varie également. En disséquant pour chaque pied un épi terminal et un épi latéral, on obtient approximativement la distribution suivante :



Les fleurs à une étamine se rencontrent surtout dans les épis latéraux et au sommet des épis terminaux, alors que les types 3, 4 et 5 s'observent à la base des épis terminaux. Tout se passe comme s'il existait à partir de la base des épis un gradient de régression du nombre d'étamines, les fleurs les plus âgées étant les plus complètes ; ceci est peut-être une conséquence de la brièveté du cycle d'évolution.

Toutes ces observations sont dans l'ensemble en accord avec Flora Europaea, et permettent de rectifier les différences minimales entre les descriptions que les autres flores font du « *C. hyssopifolium* », que nous pourrions appeler d'Europe occidentale, synonyme de *C. leptopterum* (ASCH.) ILJIN. Un point reste à éclaircir. D'après la taille des akènes (3,5-4,5 mm), la plante donnée par LAWALREE comme *C. hyssopifolium* L. serait également *C. leptopterum* (ASCH.) ILJIN. ; LAWALREE cite en outre une sous-espèce *macropterum* FENZL. Les localités citées en Belgique (La Panne, Ostende, Coxyde) sont proches de la frontière française, mais malgré nos recherches nous n'avons pu trouver cette sous-espèce en France. De plus LAWALREE indique également *C. hyssopifolium* L., naturalisée ou adventice dans les îles Britanniques ; or la « Flora of the British Isles » de CLAPHAM, TUTIN et WARBURG (1962) ne mentionne pas le genre *Corispermum*. Y existe-t-il réellement ?

Il serait souhaitable que le *Corispermum* soit recherché par les « botanistes herborisants » d'Europe occidentale ; l'étude détaillée des échantillons de diverses provenances permettrait, à la lumière des données de Flora Europaea, de leur assigner une place systématique exacte, et d'en préciser la répartition géographique.



Dessins :

- a) d'après COSTE : *C. hyssopifolium* L.
- b) d'après LAVALREE : *C. hyssopifolium* L. subsp. *macropterum* FENZL.
- c) originaux : *C. leptopterum* (ASCH.) ILJIN.

ÉCOLOGIE DE QUELQUES GROUPEMENTS VÉGÉTAUX DE L'ESTUAIRE DE LA CANCHE

par A. GHESTEM

Dans une précédente note concernant la zonation végétale en baie de Canche nous avons fixé les grandes lignes de la séquence des groupements de prés-salés dans cet estuaire. Nous rappellerons, pour mémoire que, sur la rive droite étudiée plus particulièrement, du chenal jusqu'à la ligne de dunes, s'étendent des molières dont la distribution des associations végétales est fonction de la durée et de la fréquence des submersions par les marées.

a) Ce sont tout d'abord : les vases de la basse slikke, noirâtres, sulfureuses avec un film superficiel de Diatomées.

b) Ensuite les vases affermies de la haute slikke montrant quelques touffes circulaires de *Spartina Townsendi* et de *Salicornia europaea*.

c) Puis les talus et les plateaux du schorre avec au fur et à mesure de l'éloignement du chenal et successivement :

1°) Un *Asteretum luxuriant* à *Aster Tripolium*, *Suaeda maritime* et *Salicornia europaea* sur vases nettement oxydées en surface.

2°) Un *Obionetum* monospécifique, dense et fermé.

3°) Un *Atropidetum* très fermé ou prairie à *Atropis maritime*, *Triglochin maritimum*, *Limonium vulgare*, *Plantago maritima*.

4°) Un *Festucetum littoralis* ou pelouse à *Festuca rubra* var. *littoralis*, *Glaux maritima*, *Artemisia maritima*.

5°) Enfin à la limite de l'estuaire une frange plus ou moins large dominée par *Agropyrum pungens* et dans laquelle apparaissent divers *Atriplex* et *Beta maritima*.

* Séance du 17 janvier 1968.

Entre l'association à *Festuca* et celle à *Agropyrum* se développe depuis quelques années, à la limite des grandes marées de vive eau, un groupement à *Atriplex littoralis* ; ce groupement nitrophile colonisant les matières organiques laissées par la marée.

Telle est la série normale de groupements végétaux à laquelle vont se rattacher des séries de végétation secondaires dont l'installation est conditionnée par une modification du substratum.

Il s'agira de la végétation de passage à la série psammophile avec un groupement à *Juncus Gerardi* et à *Sagina maritima* et du passage à la série hygrophile des pannes et marais par le *Junceto Caricetum extensae*, le *Scirpetum maritimi* et le *Scirpeto-Phragmitetum*.

Nous souhaitons aujourd'hui exposer le résultat de travaux complémentaires plus récents concernant l'écologie de ces quelques groupements de prés-salés.

Afin de rechercher les relations entre la localisation des groupements et les caractères du substrat nous avons procédé à une étude physico-chimique des sols au sein de ces Associations végétales caractéristiques.

Etant donné l'important facteur écologique que représentent la mer et ses inondations périodiques d'amplitude variable nous devons préciser que les marées de morte eau submergent seulement les vases de la Slikke et remplissent les marigots du schorre. Ce dernier n'est inondé complètement que par les pleines mers lors des périodes de vive eau.

Les analyses ont été faites sur des échantillons de sol prélevés au niveau des groupements homogènes et bien individualisés, mais nous ne feront mention ici que des résultats concernant la couche supérieure du sol (*).

ANALYSES PHYSIQUES

Parmi les *analyses physiques* nous avons déterminé les taux d'humidité et pratiqué des analyses granulométriques.

L'*analyse granulométrique* des sables a été faite par tamisage mécanique. Pour les sables vaseux et les vases, la technique employée fut la méthode internationale utilisant la pipette de ROBINSON.

Par l'observation du tableau indiquant la présence des fractions différentes du sol on a pu constater (tableau I) :

* Les résultats des analyses concernant les autres couches pédologiques étudiées sont donnés dans notre travail de thèse de Doctorat d'Etat cité en bibliographie.

TABLEAU I

Noms des groupements	Taux humidité	Granulométrie				pH	Carbone en g % de sédiment sec	Azote en g % de sédiment sec	C/N	Humus en g % de sédiment sec
		Sables grossiers (2 mm à 0,2 mm)	Sables fins (0,2 mm à 20 μ)	Limons (20 à 2 μ)	Argiles ($< 2 \mu$)					
<i>Vases non colonisées</i>	59,4	1,9365	77,8155	6,150	8,375	7,60	1,20	0,187	5,8	0,428
<i>Spartinetum Townsendi</i>	46,7	3.0375	36,7120	25,425	24,200	7,30	3,00	0,295	10,1	1,014
<i>Suaedeto maritimae</i> <i>Asteretum Tripolii</i>	37,7	1.0860	25,3745	30,725	27,225	7,50	2,86	0,835	7,4	0,908
<i>Obionetum portulacoidis</i>	34,9	4,3700	9,7280	32,275	25,650	7,30	3,29	0,823	3,9	0,380
<i>Puccinellietum maritimae</i>	15,9	2,4735	4,5190	39,275	32,675	7,40	3,66	1,229	4,4	0,690
<i>Festucetum littoralis</i>	14,9	39,9445	2,0830	18,775	21,825	7,60	9,98	2,142	8,1	0,654
<i>Atripliceto-Agropyretum pungentis</i>	3,6	70,724	29,246	0	0	7	33,6	0,385	15,6	8,085

— que les particules grossières sont en très faible proportion mais augmente brusquement aux abords de la dune ;

— que les sables fins prédominent dans les vases non colonisées mais diminuent jusqu'à la limite de l'estuaire et augmentent brusquement au voisinage de la dune ;

— que la quantité des limons et argiles est peu importante dans les vases mais augmente régulièrement pour diminuer ensuite rapidement et même devenir nulle ;

— que la végétation joue un rôle important dans ces dépôts d'éléments plus ou moins fins par l'atténuation des turbulences.

ANALYSES CHIMIQUES

Les *analyses chimiques* entreprises concernaient la mesure du pH et le dosage des éléments organiques et minéraux.

a) Le pH varie peu sur le schorre (de 7 à 7,6). Sa relative fixité est due au pouvoir tampon de l'eau de mer.

b) *Dosages des éléments organiques.*

Ces dosages portent sur la détermination du Carbone organique, de l'Azote total, du rapport important Carbone sur Azote (C/N) et de celle de l'humus.

1°) *Le Carbone organique* fut dosé par la méthode de P. ANNE décrite dans le précis de Pédologie de DUCHAUFOR (1965).

Les résultats exprimés en g % de sédiments secs sont consignés dans le tableau I.

Les teneurs dans la couche supérieure du sol croissent régulièrement depuis la slikke où on note 1,20 g jusqu'au haut du schorre où elles sont de 9,98 g dans le *Festucetum* et de 33,6 g au niveau de l'association à *Agropyrum*. Cela est dû à l'augmentation de la densité de la végétation et à l'intensité de son enracinement.

2°) Les dosages d'Azote total ont été faits selon la méthode de KJELDAHL.

Les teneurs sont faibles au niveau des vases de la slikke (0,187 g % de sédiment sec), mais sont ensuite en régulière augmentation à travers l'estran (0,295 dans le *Spartinetum*, 0,385 dans le groupement à *Suaeda* et *Aster*, 0,835 g % dans le groupement à *Obione*) et atteignent finalement 2,142 g % au niveau de l'association à *Agropyrum*.

3°) *Le rapport C/N* (Carbone sur Azote) est un indicateur de l'activité de décomposition de la matière organique. Plus ce rapport est bas plus la matière organique est rapidement décomposée.

C'est dans les groupements à *Obione* et *Puccinellia* que le C/N est le moins élevé (respectivement 3,9 et 4,4). Il est de 7,4 dans le *Suaededeto-*

Asteretum et de 8,1 dans la prairie à *Festuca*. Enfin c'est dans le *Spartinetum* (10,1) et l'*Agropyretum* (15,6), aux marges du schorre, qu'il est le plus important.

4°) La méthode employée pour le dosage de l'*humus total* a été celle de BRAJNIKOV, FRANCIS-BŒUF et ROMANOVSKY (techniques d'études des sédiments 1943). Les acides humides sont extraits à l'aide d'alcali et précipités en milieu acide puis recueillis, lavés, séchés et pesés. Les résultats sont consignés dans le tableau I.

La teneur en humus, de 1 g % au niveau du *Spartinetum* diminue jusqu'au groupement à *Obione* (0,380 %) puis augmente de nouveau dans les groupements à *Puccinellia* et *Festuca* et devient très important dans le groupement à *Agropyrum* (8 g %).

c) *Dosages des éléments minéraux* (Tableau II).

1°) Les dosages de *Calcaire total* ont été faits au Calcimètre de BERNARD. La teneur est de 20 à 40 g %.

L'augmentation de la teneur du substrat en CO₂ Ca puis la diminution semble parallèle à la présence plus ou moins grande des particules fines dans le sol. Notons que les chiffres sont assez élevés et cela tient sans doute à la nature géologique des alluvions issus des falaises calcaires ou crayeuses et à la présence de nombreux coquillages.

2°) *Dosage des Chlorures*.

Le taux de Chlorure conditionne la distribution des groupements végétaux à travers la séquence d'estuaire. Les teneurs varient en fonction du temps d'inondation (coefficient des marées) des saisons et des conditions météorologiques. Les dosages ont été faits par la méthode de CHARPENTIER VOLHARD. Les résultats sont exprimés en ion Cl ou Cl Na en grammes pour cent par rapport à la solution du sol.

Les prélèvements furent pratiqués en période de vive eau (septembre) et en période de morte eau (février). On a pu constater une diminution régulière du taux de Chlorures depuis le *Spartinetum* jusqu'au groupement à *Agropyrum* déterminant la zonation végétale que nous avons décrite. D'autre part les teneurs sont généralement plus faibles en période de morte eau.

Soulignons que la salinité des vases est souvent supérieure à celle des eaux qui viennent les submerger. Cette différence signalée déjà par JACQUET et CONRAD est surtout importante au printemps et en été.

3°) *Dosage des Sulfures*.

Dans les sols anaérobies les sulfates sont réduits par le groupe des bactéries sulfato-réductrices en sulfures de couleur noire au fur et à mesure de leur formation biologique. Les prélèvements furent faits en hiver et en période de morte eau. La méthode utilisée pour le dosage fut celle de BRAJNIKOV, FRANCIS-BŒUF et ROMANOVSKY décrite dans leur manuel de techniques d'étude des sédiments. Les résultats exprimés en grammes de soufre pour cent grammes de sédiment sec montrent que la quantité de sulfures diminue des vases jusqu'au groupement à *Festuca*.

TABLEAU II

Noms des groupements	Calcaire total	Chlorures			Sulfures	Complexe absorbant						
		vive eau	vive eau	mortes eau		en m.e.q. pour cent g. de sédiment sec						
	en g % de sédiment sec	Cl	Cl Na	Cl Na	en g % de sédiment frais	Na	Mg	K	Ca	S. des bases échangeables (S)	Capacité d'échange (T)	S/T %
<i>Vases non colonisées</i>	25,2	2,009	4,332	4,101	0,232	0,34	18,16	1,396	17,66	37,56	5,12	sat.
<i>Spartinetum Townsendi</i>	35,5	3,036	5,087	4,427	0,120	1,16	46,66	3,356	22,66	73,84	12,72	sat.
<i>Suaedeto maritimae</i> <i>Asteretum Tropoli</i>	39	2,55	4,432	3,594	0,032	1,52	55,66	5,436	26,66	89,28	13,20	sat.
<i>Obionetum portulacoidis</i>	41,5	2,403	3,975	2,514	0,040	0,86	36,45	2,395	23,66	63,37	17,80	sat.
<i>Puccinellietum maritimae</i>	42,8	1,146	1,905	2,120	0,0125	0,42	19,45	1,67	22,825	44,36	15,50	sat.
<i>Festucetum littoralis</i>	21,5	0,674	1,132	1,658	0,0091	1,21	15,45	1,845	23,325	41,84	30,90	sat.
<i>Atripliceto-Agrophyretum pungentis</i>	3	0,334	0,553			3,30	23,90	2,29	37,15	66,44	78	85 %

Ces teneurs sont relativement faibles (0,232 g % dans les vases de la slikke et 0,120 g % au niveau du *Spartinetum*). Cela n'est pas surprenant car l'hiver en période de morte eau, les sulfures sont oxydés dans les sols en sulfates et sont ainsi en faible proportion. Au contraire une stagnation des eaux assez longue (pendant la période de vive eau) entraîne l'asphyxie et l'anoxybiose des sols et une intense production de sulfures.

4°) *Mesure du Complexe absorbant.*

Nous avons utilisé la technique de dosage décrite dans le précis de Pédologie de DUCHAUFOR (1965) et calculé un certain nombre de constantes qui permettent de caractériser l'état du complexe dans les sols.

— *La capacité totale d'échange* (T) est la quantité maxima de cations métalliques que le sol peut fixer.

— *La somme des cations échangeables* (S) représente la quantité de cations métalliques actuellement retenus Ca^{++} , Mg^{++} , K^+ , Na^+ .

Les cations Ca^{++} , Na^+ , K^+ ont été dosés par photométrie de flamme. Quant au Magnésium il a été dosé suivant une méthode colorimétrique au jaune thiazole.

— *Le taux de saturation* en cations métalliques du complexe absorbant :

$$\text{Taux de Sat.} = \frac{S \times 100}{T}$$

Les résultats sont consignés dans le tableau II et exprimés en milli-équivalents pour cent grammes de sédiment sec.

On note une variation parallèle des valeurs correspondant aux teneurs en cations échangeables ainsi que les sommes de ces cations.

Des vases de la slikke jusqu'au groupement à *Aster* et *Suaeda* les teneurs augmentent puis diminuent ensuite régulièrement jusqu'au groupement à *Festuca*.

Dans l'*Agropyretum*, on note une brusque augmentation de toutes les teneurs en cations échangeables à cause de l'abondance des colloïdes humides plus rétentifs.

D'autre part la capacité d'échange (T) augmente de la slikke à la limite extérieure du schorre.

Enfin il faut noter une plus grande abondance de l'ion Na^+ par rapport à l'ion Ca^{++} dans le début de la série des associations végétales jusqu'à l'*Obionetum* ; ensuite c'est l'inverse jusqu'à l'*Agropyretum*.

★★

En conclusion de l'étude pédologique partielle de ces sols d'estuaire, il convient tout particulièrement de souligner la différenciation édaphique progressive qu'ils manifestent à mesure que se développe la série principale des groupements végétaux du transect.

De plus à chaque association végétale correspondent ici, comme cela a déjà été décrit pour bien d'autres phytocénoses, des qualités propres du substrat.

La nature asphyxique du sol évolue vers des structures moins asphyxiques (sauf bien sûr dans les termes de passage à la série hygrophile) tandis que la proportion des sulfures et des chlorures décroît et que les matériaux organiques jouent un rôle plus important dans l'économie du milieu.

Ces effets sol-végétation apparaissent bien à double sens. Ainsi le caractère halophile de la végétation va s'atténuant mais le meilleur développement des communautés végétales d'avantage fermées (*Obionetum*, prairie graminéenne) modifie le régime des sédimentations ; ce qui permet le dépôt en surface d'éléments plus fins susceptibles dans certaines conditions de provoquer des régressions dynamiques par asphyxie superficielle qu'accroissent çà et là les mécanismes d'effondrement localisés.

BIBLIOGRAPHIE

- ABBAYES H. (des) et R. CORILLION, 1949. — L'*Obionetum* des Halipèdes du Nord de la Bretagne. *C.R. Acad. Sc. Paris*, t. 228, n° 2, 935-937.
- ADRIANI M.J., 1945. — Sur la phytosociologie, la synécologie et le bilan d'eau des halophytes de la région néerlandaise méridionale ainsi que la Méditerranée française. J.B. WOLTERS. Groningen, Batavia et *Publ. St. Int. Geob. Alp. et Médit.*, n° 68. Montpellier.
- BEEFTINK W.G., 1962. — Conspectus of the Phanerogamic salt plant communities in the Netherlands. *Biol. Jaarboek « Dodonaea »*, t. 25, 325-362.
- BOURCART J., et C. FRANCIS-BŒUF, 1942. — La vase. Actualités scientifiques et industrielles. 1 vol. 70 p. Hermann et C^{ie}, éd. Paris.
- BRAJNIKOV B., FRANCIS-BŒUF C. et V. ROMANOVSKY, 1943. — Techniques d'études des sédiments et des eaux qui leurs sont associées. Actualités scientifiques et industrielles, 1 vol. Hermann et C^{ie}, éd. Paris.
- CHEVALIER A., 1922. — Les Salicornes et leur emploi dans l'alimentation. Etude historique, botanique, économique, *Rev. Bot. appl. et Agr. col.*, vol. 2, n° 16, 697-777.
- CORILLION R., 1953. — Les halipèdes du Nord de la Bretagne (Finistère, Côtes du Nord, Ille-et-Vilaine). *Rev. Gén. Bot.*, t. 60, 609 et suivantes.
- DEHAY Ch. et J.M. GÉHU, 1957. — Remarques sur la végétation du Marquenterre au Nord de l'Authie. *Bull. Soc. Bot. Nord de la France*, t. 10.
- DUCHAUFOUR P., 1965. — Précis de Pédologie. 1 vol. 482 p., 78 fig., 23 pl. h.t., Masson et C^{ie}, éd. Paris.
- FRANCIS-BŒUF C., 1941. — Le rapport de l'azote à la matière organique totale dans les vases de l'estuaire de la Penzé (Finistère). *C.R. Som. Soc. Geob. Fr.*, fasc. 14, 109-111.
- GÉHU J.M., 1963. — L'excursion dans le Nord et l'Ouest de la France de la Société Internationale de Phytosociologie en 1962. *Bull. Soc. Bot. Nord France*, t. 16, n° 3, p.
- GÉHU J.M. et A. GHESTEM, 1963 — Zonation végétale en baie de Canche. *Bull. Soc. Bot. Nord France*, t. 16, n° 1, 27.
- GHESTEM A., 1966. — Etude des prés salés de la baie de Canche en relation avec les caractères physicochimiques, biochimiques et microbiologiques des sédiments. Thèse Doctorat en Pharmacie (Manuscrit) 134 p., 28 pl. h.t.

- HOCQUETTE M., 1927. — Etude sur la végétation et la flore du littoral de la Mer du Nord de Nieuport à Sangatte. Thèse Doctorat ès Sciences et *Arch. de Bot.*, t. 1. Mémoire 4.
- HOCQUETTE M., GÉHU J.M. et M. FAUQUET, 1965. — Contribution à l'étude phytosociologique de l'estuaire de l'Authie. *Bull. Soc. Bot. Nord France* (sous presse).
- JACQUET J., 1949. — Recherches écologiques sur le littoral de la Manche, les prés salés et la Spartine de Townsend. Les estuaires, la Tangue. 1 vol., 374 p., 69 fig. Lechevalier éd. Paris. —
- LEMÉE G., 1952. — Végétation et écologie des Tangues du Havre de Portbail (Manche). *Bull. Soc. Bot. de Fr.*, Mémoires, p. 156-165 (paru en avril 1953).
- LITARDIÈRE R. (de) et G. MALCUIT, 1927. — Contribution à l'étude phytosociologique du littoral du Boulonnais : l'estuaire de la Slack. *Arch. de Bot.* t. 1, 121-127.
- MASSART J., 1908. — Essai de géographie botanique des districts littoraux et alluviaux de la Belgique. *Bull. Soc. Roy. Bot. de Belgique*, t. 44, 59 et *Recueil de l'Inst. Bot. Léo-Errera*, t. 7.
- SIBEAUD J., 1954. — La flore halophile des estuaires picards. *Bull. Soc. Bot. Nord de la France*, t. 7, 47-50.
- TURMEL J.M., 1956. — Ecologie des prés salés (Morphologie, circulation et salinité des eaux). *Bull. Lab. Marit. Dinard*. Fasc. 42, 41-49.
- WARMING E., 1906. — Dansk Plantevaekst. I : Strand Vegetation. Kobenhavn, Nordisk Verlag, 325 p.

UN NATURALISTE EN ALASKA

par W. MULLENDERS (*)

Après avoir défini les grands traits de la géographie, de la géologie et du climat de l'alaska, le conférencier décrivit, à l'aide de remarquables diapositives, la nature du couvert végétal de cet immense pays. Il insista sur l'importance que revêtent les phénomènes de glaciation ainsi que sur l'état de séismologie permanente qui se manifeste en Alaska. La végétation est évidemment fortement influencée par ces phénomènes. Si les tourbières et les lacs sont nombreux, la forêt y couvre des étendues considérables ; les bouleaux et divers conifères en sont les espèces prédominantes. Plus haut en altitude et latitude, on trouve la toundra et aussi d'immenses glaciers aux moraines couvertes de Lichens, dont l'étendue sur le rocher permet de déterminer l'âge des glaciations.

* Séance du 21 février 1968.

LES TERRILS DE LA REGION DE CONDE-SUR-ESCAUT : APERÇUS FLORISTIQUE, ECOLOGIQUE ET PHYTOSOCIOLOGIQUE

par R. LERICQ (*)

Dans tout le bassin minier, les terrils plats, s'ils constituent des terrains peu hospitaliers, présentent l'avantage d'offrir encore de vastes surfaces d'accueil à la végétation spontanée, dont le champ d'action s'amenuise de jour en jour.

Sur ce substrat, les plantes doivent s'accommoder de conditions particulières : absence de sol, texture grossière, microclimat intervenant dans les zones qui brûlent. Ces circonstances inhabituelles opèrent un tri sévère : les jeunes terrils n'offrent qu'une végétation herbacée pionnière, les plus âgés, seuls, portent une strate arborescente clairsemée et pauvre.

Depuis longtemps, A. BERTON s'est intéressé à la flore adventice des terrils du Douaisis et la liste des plantes qu'il nous fournit est longue. Un certain nombre d'entre elles sont fréquentes dans la région de Condé où quatre terrils ont été visités : terril de la Fosse Saint-Pierre, deux terrils proches de la Fosse Ledoux, terril du Sarteau à 2 km à l'ouest de Condé.

La première partie de cette note sera consacrée à l'énumération des espèces les plus intéressantes de la florule minière ; la seconde s'intéressera à l'analyse de deux associations végétales du terril de la fosse Ledoux qui s'inscrivent dans une biocénose originale.

Le terril de la fosse Saint-Pierre, à l'est de Condé-sur-Escaut, est une vaste aire plate qui se termine en talus surmontant un ruisseau et une pièce d'eau. Son parcours, au cours de deux visites en juillet 1966 a livré les plantes suivantes : *Arabis arenosa albiflora* (un seul pied à fleurs rosées), *Berteroa incana*, *Lappa major*, *Erucastrum pollichii*, *Campanula*

* Séance du 21 février 1968.

rapunculus. Une partie de la végétation semble bien stabilisée. C'est une sorte de lande peuplée d'une strate très ouverte de bouleaux verruqueux. La strate inférieure est un tapis ras de polytrics piqueté d'assez nombreux pieds d'œnothère et de vipérine. C'est dans cette boulaie claire, qui n'est pas dénuée d'un certain charme mélancolique, que j'ai rencontré, par pieds isolés : *Carlina vulgaris*, *Salvia verticillata*, *Potentilla argentea*, *Trifolium arvense*, *Poterium sanguisorba*, *Calamintha acinos*. Aucune de ces plantes, dont plusieurs recherchent le calcaire, ne se retrouvent sur les scories du terril de la fosse Ledoux où l'analyse n'a pas décelé la moindre trace de calcaire.

A côté de cette végétation équilibrée, éclate l'extraordinaire débordement de vitalité d'une friche à *Melilotus alba*. Cette pionnière asiatique, en passe de devenir cosmopolite, est en effet une espèce très prolifique ; elle couvre également de vastes étendues du terril de la fosse Ledoux (1). Notons sur les talus plongeant au sud, vers le petit cours d'eau, des colonies d'*Artemisia absinthium*, fortes de nombreux individus qui ont, par leurs excréctions foliaires, fait le vide autour d'elles.

Le terril du Sarteau est un vieux terril plus densément boisé. A côté des bouleaux, on note des trembles, des chênes pédonculés, des fruitiers : pommiers, sorbiers des oiseleurs, aubépines. A signaler pour la florule herbacée : *Berteroa*, *Trifolium arvense*, *Arabis arenosa*, *Dianthus prolifer*, *Poa compressa*, *Verbascum nigrum* et deux pieds de *Silva pratensis*, ombellifère qui n'est pas exceptionnelle dans les prairies tourbeuses de la vallée de l'Escaut, curieusement cantonnée ici sur une banquette de pelouse rase.

La fosse Ledoux est entourée de plusieurs terrains de décharge qui s'enracinent dans cette portion marécageuse située au Nord-Est de Condé. L'un de ces terrils, d'une superficie de 30 ha est entouré d'eau de trois côtés, il n'est accessible que par le terre-plein entourant la fosse. Le substratum est constitué par des schistes ou des scories. Depuis les derniers dépôts, qui remontent à environ vingt ans, la colonisation de ce vaste territoire s'est faite librement. Le résultat, sur les scories, est une végétation de mauvaise friche où la strate arbustive est nulle, la strate arborescente clairsemée, réduite à quelques brins de bouleaux verruqueux. La strate herbacée est dense et hétérogène : son absence d'ordonnance déçoit... y figurent des espèces aussi répandues que *Epilobium angustifolium*, *Verbascum thapsus*, *Calamagrostis epigeios*, *Senecio viscosus* (très vigoureux) qui forment de petites colonies ainsi que *Arrhenatherum elatius*, *Inula conyza*, *Verbascum nigrum*, *V. collinum*, *Linaria vulgaris*, *Echium vulgare*, *Senecio silvaticus* qui restent plus disséminés. A cette flore, somme toute très banale, il faut ajouter *Amarantus blitoides* et *Chenopodium botrys*. Ce chénopode, très aromatique, est signalé sporadiquement dans le département : région de Douai, terril d'Evin-Malmaison (A. BERTON 1951-1955).

(1) Ces populations rappellent, quoique à une échelle plus modeste, celles que l'on peut embrasser du regard dans les chantiers d'extension du port du Havre .

Parmi les mousses, je citerai, à côté d'espèces habituelles aux substrats xériques et siliceux comme *Polytrichum piliferum* et *P. juniperinum*, deux espèces que je crois nouvelles pour le département : *Campylopus introflexus* (Hedw) Brid. = *C. polytrichoides* de Not. et *Barbula horns-chuchiana* Schultz. Les flores répertoriées à l'annexe bibliographique n'en citent aucune localité nordique. Elles ne figurent pas non plus dans la liste de Bryophytes, déjà longue, dont A. LACHMANN a enrichi notre flore (in BERTON 1964 et notes bryologiques parues dans le Bulletin de la Société Botanique du Nord, sous la signature de ce bryologue passionné).

Campylopus introflexus. C'est une mousse à port de petit polytric. Les ouvrages de BOULAY et d'HUSNOT en fournissent d'excellentes descriptions à l'état stérile. Cette plante paraît exceptionnellement fertile (Portugal : VENTURI, Revue bryologique 1881). J'en ai trouvé quelques brins, non fructifiés, dans l'association des terrils fumants et aussi dans la friche à Piloselle qui lui succède ; elle se mêle aux polytrics mais elle y est incomparablement plus rare et doit pâtir de leur concurrence. C'est une mousse héliophile, xérophile, saxicole et calcifuge ce qui correspond exactement aux conditions locales du terril d'accueil. GAMS cantonne ce *Campylopus* dans le sud et l'ouest de l'Europe ; il ne dépasse pas 500 m d'altitude dans les Alpes. Les flores françaises en citent d'assez nombreuses localités dans le Midi, les environs de Paris, le Centre, l'Ouest. Outre-Manche, il est également considéré comme rare.

Barbula horns-chuchiana. Au contraire de la précédente, est très abondante ; elle forme des coussins étendus qui commencent à fructifier au début de l'hiver (observation de fin décembre 1967). Cette espèce n'est pas non plus réputée commune. Elle a été signalée dans le Midi, le Centre, l'Ouest, le Nord-Est, la région parisienne. C'est encore une xérophile, héliophile, saxicole. Sa localisation sur les scories de la fosse Ledoux ne permet pas de souscrire à l'opinion de BIZOR qui, en Côte d'Or, classe cette Bryophyte dans les calciphiles. Dans cette même région, BIZOR précise qu'elle n'est fertile que dans une seule localité sur les treize citées. GAMS considère également que cette espèce des terres incultes et sols steppiques est rare.

Mais le principal intérêt de ce terril est ailleurs. Par places, des combustions internes entretiennent, en surface, des températures élevées qui jouent le rôle de facteur limitant. L'aspect pelé, paucispécifique de ces placeaux fumants, dont la superficie est de l'ordre de quelques ares, contraste avec le reste de la couverture herbacée et renforce son caractère mosaïqué. L'étude de cette végétation originale sera reprise dans quelques lignes.

Sur les schistes, de ce même terril, il faut signaler une formation quasi-monospécifique, extrêmement ouverte, formée par une population de plusieurs milliers d'*Oenothera silesiaca* (1). C'est aussi sur ce substrat, en un autre endroit, où une argile de décomposition colmate les blocs et autorise la stagnation de l'eau que se rencontrent d'assez nombreuses touffes du rare *Agrostis verticillata* Vill.

(1) La détermination de cette espèce, faite d'après les critères morphologiques est due à l'obligeante compétence de M. R. JEAN que je remercie ici.

Ce groupement est remarquable par deux caractères : son homogénéité et le petit nombre d'espèces présentes ce qui autorise à ne relever que de faibles superficies. Une seule Phanérogame, *Portulaca oleracea*, résiste longtemps à la température élevée du substrat causée par l'échappement de sortes de mofettes au niveau de petites ouvertures dans le sol scoriacé. Le microclimat thermique et l'approvisionnement en eau, spécialement pendant la période estivale, jouent un rôle beaucoup plus déterminant sur la végétation que la composition chimique des gaz. Bien mieux, leur riche teneur en gaz carbonique n'est certainement pas étrangère à la prospérité du pourpier. En vue d'analyse, trois prélèvements ont été faits fin décembre 1967 ou plus exactement, trois appareils préconisés par la méthode d'équilibre-diffusion de Taylor ont été mis en place le 19 décembre 1967 vers 16 h et récupérés le 27 vers 11 h. Il s'agissait de fioles de 150 cm³ en communication avec l'atmosphère interne par un tube de pyrex enfoncé d'environ 20 cm dans les scories. La différence de température entre l'air ambiant et l'air du sol n'a pu que favoriser les échanges gazeux ; l'on peut considérer que après huit jours, l'équilibre était atteint. Quelques minutes après l'installation, une nette condensation de la vapeur d'eau apparaissait déjà.

L'analyse a été effectuée par chromatographie en phase gazeuse dans les laboratoires de l'Institut agronomique d'Arras où l'étude des gaz du sol est pratiquée couramment. Pour la description précise de cette méthode, je ne puis mieux faire que de renvoyer le lecteur à l'article récent, très documenté de M. VILAIN (cf. 12).

Le tableau ci-joint donne la composition des trois échantillons recueillis.

Echantillon	1	2	3
Aire du relevé phytosociol. .	5	6	6
Plage	moussue	moussue	nue
Température des gaz à la mise en place	—	51°	71°
Pourcentages :			
CO ²	7,3	13,7	20
O ²	13,6	7	< 1,5
N ²	79,2	79,4	78,5
CH ⁴	—	—	< 0,5
H ² S	traces	—	—
H ² O	saturation	Id	Id

Les variations des taux d'oxygène et de gaz carbonique, comme on le voit sont importantes ; le taux, anormalement élevé de CO², dans l'échantillon n° 3, par rapport aux teneurs habituelles des sols, a gêné une détermination plus précise de l'oxygène. Le gaz sulfureux n'a pas été recherché ; il y en a sans doute des traces comme le suggère l'absence de lichens.

La vigueur du pourpier est variable et dépend de sa situation par rapport aux émissions gazeuses. Lorsqu'il s'avance dans les plages les plus chaudes, il présente un port prostré, un aspect malingre ; ses feuilles sont petites et moins fournies, il peut même se dessécher si la température devient trop élevée. Par contre, dans des conditions moins extrêmes (relevé 5), il est étonnamment vigoureux, ses tiges redressées forment une touison drue d'une bonne vingtaine de centimètres de hauteur. Les plantules paraissent encore plus plastiques : il est surprenant de constater que les semis de pourpier sont abondants et très réguliers et lèvent jusque sur les bords des petites cryptes d'où s'échappent les gaz. J'ai remarqué ce fait, particulièrement en automne 1966 et 1967 : la chaleur ne paraissait pas incommoder les germinations qui puisent suffisamment d'humidité dans la condensation de la vapeur d'eau en provenance des combustions internes. Naturellement, ces semis tardifs sont sans avenir.

Des mesures de températures ont été effectuées à trois reprises :

Date des mesures (vers 16 h)	27-9-67	25-10-67	19-12-67
Etat du ciel	ensoleillé	couvert	nébulosité 6/10.
Temp. de l'air à 1 m du sol	21°	15°	4°
Temp. surface du sol sous pourpier	30°	27°	—
Temp. horizon radriculaire du pourpier	± 40°	35° - 38°	—
Temp. sous touffe de <i>Barbula horns.</i>	42°	28° - 32° - 46°	18° - 21°
Temp. sous touffe d' <i>Aulacomnium</i>	—	32° - 43°	—
Temp. à 5 cm de prof. sous <i>Barbula</i>	—	79°	—
Temp. des « mofettes »	—	59° - 71°	51° - 71°

La strate muscinale s'imprègne de l'humidité des dégagements gazeux : le 25 octobre 1967, on pouvait observer que l'eau perlait sur chaque tête à propagules d'une touffe d'*Aulacomnium androgynum* qui se trouvait dans le soufflé d'une « mofette » ; le coussinet de la mousse était du plus beau vert, plus turgescent que les Muscinées non placées sur le trajet des vapeurs. La démonstration de cette richesse en eau est encore plus évidente en hiver grâce à l'existence de petites nappes de brouillard qui traînent au ras du sol, localisées au niveau des aires à pourpier et les signalant de loin. Ces brouillards, entraînés par le vent viennent se condenser sur le pourtour oriental des plages à pourpier là où souvent se concentre une population drue de *Verbascum* ou d'*Œnothères*. Une telle condensation, limitée aux feuilles duveteuses de *Verbascum thapsus*, était bien manifeste le 27 décembre vers 11 heures du matin : les rosettes du bouillon blanc s'étoilaient de gelée blanche alors que la température de l'air était de 5° à 1 m du sol. Ce exemple est une preuve de l'existence de conditions

microclimatiques très variées sur l'intervalle d'un petit rayon partant des points d'émission des gaz brûlants, variation qu'en l'absence de mesures très précises et répétées l'observation des faits permet d'entrevoir.

Pendant la saison froide, les mousses sont particulièrement verdoyantes et abritent des amas gluants d'algues vertes (observations des 19 et 27 décembre 1967).

Le pourpier a un commensal fidèle, sur les scories, c'est la mousse *Barbula hornschuchiana*, la plus recouvrante, et de loin, du tapis muscinal. Celle bryacée s'avance encore plus loin que le pourpier dans les zones fumantes et prend toute une gamme de teintes allant du vert au brun en passant par le doré et le roux.

A partir des points où diffusent les gaz, l'association à pourpier et *Barbula hornschuchiana* s'organise plus ou moins en zones concentriques suivant un gradient décroissant de température. Le fait était particulièrement net en juillet 1966, dans le relevé 3. Autour d'une large plage de scories dénudées prenaient place d'abord une auréole rousse de *Barbula hornschuchiana*, se dégradant extérieurement au vert, puis une bande plus irrégulière de *Portulaca* et de *Verbascum thapsus*, aux rosettes parcheminées, enfin la marge la plus externe était occupée par des pieds de bouillon blanc qui s'étaient adaptés, modifiant leur enracinement pour ne prospecter que l'horizon le plus superficiel : chaque touffe, au lieu de développer un gros pivot vertical, étalait plusieurs racines horizontales assez minces.

En dehors de *V. thapsus*, peu de Phanérogames s'aventurent sur la frange la plus externe de l'association des zones brûlées : *Rumex acetosella*, *Herniaria hirsuta*, *Hypericum perforatum*, *Chenopodium botrys*. Leurs restes desséchés, rencontrés çà et là au sein des pourpiers, témoignent des fluctuations de l'activité sous-jacente et surtout des variations microclimatiques saisonnières : en hiver, les plages nues sont garnies par d'assez nombreux pieds de seneçon, rumex petite oseille, millepertuis, *Verbascum nigrum*.

L'association à pourpier et mousses n'est pas seulement bien définie par sa composition floristique, son microclimat exceptionnel, elle l'est encore par son substratum. Les scories (relevés 2 à 6) déversées par camion, forment de petits monticules encore bien apparents, sur les pentes desquels l'érosion entraîne les particules fines ; en conséquence les éléments grossiers dominant, les scories mal tassées, non stabilisées par la végétation à enracinement superficiel, se dérobent sous les pas. On ne peut parler ici de sol.

La structure grossière ressort bien des chiffres fournis par l'analyse granulométrique. Toutes les données qui vont suivre sont les résultats d'une analyse effectuée dans les laboratoires de la Station agronomique d'Arras.

Eléments supérieurs à 2 mm	46,9	%
Eléments inférieurs à 2 mm	53,1	%
Argile	45,0	‰
Limon	72,5	‰
Sables 20 à 50 μ	27,5	‰
Sables 50 à 200 μ	83,0	‰
Sables 200 à 2.000 μ	722,0	‰
Humidité à 105°	11,2	‰
Azote total (Kjeldahl)	4,0	‰
Carbone total (Anne)	235,0	‰
Calcaire total	nul	
Acide phosphorique assimilable	0,065	‰
Bases échangeables		
Ca (Photométrie)	2,25	mil. équival. p. 100 g
K »	0,135	»
Na »	0,08	»
Mg (absorption atomique)	0,62	»
Capacité d'échange	5,80	»

Ces chiffres appellent quelques commentaires :

1) Les teneurs en éléments indispensables (potasse, azote, phosphore) sont supérieures à celles de nombreux sols fertiles ; ce n'est donc pas la pauvreté du sol qui est un obstacle majeur à l'implantation de la végétation.

2) La valeur élevée trouvée pour le carbone doit beaucoup à l'apport du carbone minéral. On ne peut négliger cette portion certainement très importante car on serait amené à admettre un taux de matières organiques voisin de 40 %, c'est-à-dire de l'ordre d'une tourbe, ce qui est impensable, encore que le sol n'en soit pas totalement dépourvu ; les mousses et les Phanérogames desséchées, les déjections des lapins, l'activité d'une menue faune doivent fournir une certaine quantité de matières organiques qu'il est difficile d'estimer.

3) Le taux de saturation en bases est assez élevé (53 %), il est en accord avec le pH : 6,2.

LA FRICHE A PILOSELLE ET VIPERINE

Ce groupement qui succède à l'association précédente, lorsque le sol se refroidit, présente un aspect tout différent. La végétation est à la fois moins ouverte et plus hétérogène. Les endroits notamment où la piloselle domine se montrent pelés comme le fait a été signalé pour la pelouse calcaire, particulièrement par Guyot. A la composition floristique, dont le tableau phytosociologique (relevés 7-8) rend partiellement compte, il faut ajouter le cortège des plantes suivantes qui font normalement partie de l'association : *Inula conyza*, *Aira caryophyllea*, *Epilobium montanum*, *Linaria vulgaris*, *Hernaria hirsuta*. La couverture de Bryophytes est

encore importante et renouvelle ses espèces : les polytrics y sont prospères et éliminent, à brève échéance, *Barbula hornschuchiana*, les lichens apparaissent dans le tapis muscinal où sur les grès épars, le pourpier est exclu.

CONCLUSION

Au terme de cette seconde partie je soulignerai les points suivants :

1) Les terrils fumants jouissent d'un microclimat thermique qui explique la rencontre d'adventices comme *Chenopodium botrys*, *Portulaca oleracea*. Cette dernière est une mauvaise herbe des climats tempéré chaud et sub-tropical. Ce microclimat n'est excessif que pendant l'été, en saison intermédiaire, il devient bénéfique pour beaucoup de plantes dont il favorise les germinations.

2) L'approvisionnement en eau ne doit pas grand chose aux précipitations car l'eau est en bonne partie rééaporée ou percole dans le substrat filtrant. En hiver, la neige ne tient pas sur le sol encore tiède. Ce sont les gaz internes, chargés d'humidité, qui humectent la végétation ; le fait est tangible lorsque l'atmosphère est fraîche.

3) La colonisation des terrils, par les végétaux ligneux, est lente : seuls les vieux terrils portent une strate arborescente, habituellement très ouverte, du moins dans les premiers temps. L'essence la mieux adaptée à ces sols filtrants, mal stabilisés, dépourvus de calcaire est le bouleau verruqueux. Il s'est d'ailleurs introduit naturellement, grâce à ses diaspores légères, à la proximité de forêts où cette essence est répandue sur les sables.

4) Le terril de la fosse Ledoux fournit un exemple de biocénose originale, où la flore cache, en partie, un petit monde d'insectes, araignées, cloportes, myriapodes qui s'affairent jusqu'aux abords des mofettes. Leur activité est particulièrement évidente en automne. Ces bestioles qui vivent sous les touffes de *Barbula* sont recherchées par les faisans et les perdrix qui, à coups de bec, retournent les mousses qui se détachent en prismes et sèchent sur place. Les lapins, eux aussi, fréquentent assidûment le groupement. Il est certain que l'étude complète de cette biocénose serait très instructive mais, outre qu'elle sort de ma compétence, la reprise imminente des dépôts interdirait de la mener à bonne fin.

5) L'appartenance de l'association à *Portula* et *Barbula* à une alliance ou à un ordre reste à définir : la bibliographie ne fournit, à ma connaissance, aucun point de comparaison. Quant à la friche à *Piloselle* et *Vipérine*, elle comporte un assemblage d'espèces influencées par la teneur du substrat en azote, d'héliophiles des coupes forestières, de plantes pionnières des sols secs et acides. Ce cortège floristique composite relève de plusieurs unités systématiques supérieures : *Sedo-Scleranthetea*, *Polygono-Chenopodietalia*, *Epilobietalia angustifolii*. Cette végétation transitoire, dérivant de fraîche date du *Portulaco-Barbuletum* (cf. relevé 7) n'est pas non plus aisée à classer : les seuls relevés étudiés ne permettent pas d'adopter une position définitive.

Je ne puis terminer cette note sans reconnaître ce qu'elle doit à l'aimable obligeance de la Direction des Houillères Nationales du Nord et du Pas-de-Calais à Anzin qui, avec compréhension, m'a donné l'autorisation de prospecter les terrils du groupe de Valenciennes et m'a fourni des renseignements utiles ce dont je la remercie vivement.

Sans les analyses de sol et de gaz dont M. VILAIN, Ingénieur agronome, Directeur de la Station agronomique d'Arras, a bien voulu se charger, la seconde partie de ce travail aurait manqué de données écologiques précieuses. Je suis heureuse de lui exprimer ici ma grande gratitude.

REFERENCES BIBLIOGRAPHIQUES

1. AUGIER J. — Flore des Bryophytes. Lechevalier Paris 1966.
2. BERTON A. — Données sur l'évolution de la Flore dans la région du Nord. *Bull. Soc. Bot. France*, 96^e session extraordinaire 1964.
3. BIZOT M. — Flore des Muscinées de la Côte d'Or. Deuxième partie 1952.
4. BOULAY. — Muscinées de la France. Première partie 1884.
5. CLAPHAM, TUTIN, WARBURG. — Flora of the British Isles. 2^e éd., Cambridge 1962.
6. DIXON H.N. — The Student's Handbook of british Mosses London 1954.
7. DOIGNON. — Flore des Mousses de la plaine française. Fontainebleau 1955.
8. GAMS H. — Kleine Kryptogamenflora Bd IV Die Moos-und Farnpflanzen, 4^e éd., Stuttgart 1957.
9. HUSNOT. — Muscologia gallica 1884-1894.
10. OBERDORFER E. — Pflanzensoziologische Excursionsflora für Süddeutschland und die angrenzenden Gebiete. Ulmer Stuttgart 1962.
11. TAYLOR G.S., ABRAHAMS J.H. — A diffusion equilibrium method for obtaining soil gases under field conditions. *Soil Sci. Soc. Amer. Proc.*, 17, p. 201-206.
12. VILAIN M. et DRUELLE J.P. — Extraction de petits échantillons de gaz du sol. Dosage par chromatographie. *Ann. agron.* 1967, 18, (5), p. 507-528.

APERÇU SUR LA VEGETATION BRYOPHYTIQUE DU MONTREUILLOIS

par J.R. WATTEZ (*)

PREMIERE PARTIE :

GENERALITES

Introduction et Historique.

Depuis une quinzaine d'années, ont paru un bon nombre de publications concernant la flore du Nord de la France : compte rendus d'excursions, notes de floristiques et surtout, sous l'impulsion de M. DURN et de M. le Professeur GÉHU, études de la végétation de plusieurs régions, réalisées en tenant compte des données modernes de la phytosociologie.

En même temps, se manifestait un renouveau d'intérêt pour l'étude des Bryophytes. Il faut dire que ces petits végétaux avaient été quelque peu négligés jusqu'à ces dernières années par les botanistes du Nord de la France. Bien que l'un des meilleurs bryologues français M. l'abbé BOULAY ait été jadis professeur à la Faculté Catholique de Lille, la flore bryologique des départements du Nord, du Pas-de-Calais, de la Somme et de l'Aisne est encore, de nos jours assez mal connue. Si les observations faites à la fin du XIX^e siècle et au début du XX^e siècle par l'abbé BOULAY précisément, ainsi que par de VICQ, GONSE, WIGNIER, ACLOQUE dans la Somme, RIGAUX et le frère GASILIEN dans le Boulonnais et les environs de Saint-Omer sont tout à fait dignes d'intérêt, elles n'en demeurent pas moins cependant très localisées. On remarque en particulier à la lecture du « Catalogue des Cryptogames vasculaires et des Muscinées du Nord de la France » de L. GENEAU de la MARLIÈRE (qui rassemble les observations faites par les auteurs pré-cités) que très peu d'indications concernent le Montreuillois dont la flore bryologique est pourtant très variée.

* Séance du 21 février 1968.

Toutefois, depuis la dernière guerre, l'étude des Bryophytes a été reprise, tout d'abord par le frère A. LACHMANN, trop tôt disparu hélas ! dont les travaux concernent surtout le département du Nord, par M^{lle} LERICQ également, et surtout par le Professeur Francis ROSE du King's College de Londres, bryologue éminent dont les innombrables observations ont été réunies dans un article très important (qui doit paraître prochainement dans le deuxième fascicule du Compte rendu de la Session Extraordinaire de 1963 de la Société de Botanique de France dans le Nord de la France et les îles britanniques). Enfin, à une date récente J.C. EVRARD faisait connaître le résultat de ses recherches sur l'Ecologie des Bryophytes d'un secteur de l'Ardenne, non loin de Rocroi. Pour ma part, ayant eu, depuis l'été 1964, l'occasion d'herboriser parfois en compagnie du Professeur ROSE, celui-ci a eu la complaisance de guider mes premiers pas dans une science difficile certes, mais combien passionnante et qui m'attirait depuis longtemps. C'est ainsi que, peu à peu, je me mis à récolter et à étudier les Mousses, les Sphaignes et les Hépatiques que l'on observe aux alentours de Montreuil ; avec d'autant plus de plaisir, précisons-le, que la flore bryologique de ce secteur, véritablement privilégié, s'est révélée d'une grande richesse. Voilà qui semble donc « aller de pair » avec les découvertes parfois remarquables que j'ai eu l'occasion de faire en étudiant tout d'abord la flore phanérogamique, puis les Associations végétales du Pays de Montreuil proprement dit (1962), des marais arrière-littoraux (1968) et de leurs abords.

Il m'est agréable par conséquent d'exposer les premiers résultats de mes observations (encore qu'ils soient pour l'instant assez modestes) concernant la végétation bryophytique du Montreuillois.

Généralités concernant la région étudiée.

Depuis bientôt une dizaine d'années, j'ai poursuivi l'étude de la végétation du Pays de Montreuil et de ses abords. Les résultats obtenus, ont été exposés dans plusieurs notes présentées à la Société de Botanique du Nord de la France, ainsi que dans les deux thèses de Doctorat en Pharmacie (d'Université puis d'Etat) que j'ai soutenues en octobre 1962 et en février 1968.

Dans toutes ces occasions, je n'ai pas manqué de décrire la géographie de cette région, d'évoquer, de façon un peu succincte peut-être, la variété des sédiments que l'on y observe et aussi d'indiquer, avec plus de précisions cette fois, la nature du climat.

Cet « Aperçu sur la végétation bryophytique du Montreuillois » se présentant en quelque sorte comme un prolongement des travaux déjà réalisés, je ne juge pas utile de décrire attentivement une nouvelle fois l'aspect géographique, la géologie et le climat de la région ; je ne ferai que les évoquer assez brièvement, en quelques lignes.

Le Montreuillois ne constitue pas à proprement parler une région naturelle. Situé de nos jours dans le Sud-Ouest du département du Pas-de-Calais, il est limité :

- au Nord-Ouest par le Boulonnais et les crêtes limitrophes ;
- au Nord-Est et à l'Est par les premiers vallonnements des collines d'Artois ;
- au Sud par les plaines du Ponthieu ;
- à l'Ouest enfin par la Manche.

Bien que de dimensions limitées, le Montreuillois nous offre cependant des paysages très variés : vallée marécageuse de la Canche, plateaux crayeux de l'Artois et du Ponthieu dont les douces ondulations sont bien souvent couronnées de bois, coteaux calcaires, d'autant plus raides que l'on s'approche davantage des collines de l'Artois et du Boulonnais, enfin, sur le littoral, les Bas-Champs, vaste plaine alluviale marécageuse, séparée de la mer par un important cordon de dunes littorales souvent plantées de pins.

Le sous-sol du Montreuillois, comme celui de la plus grande partie de la Picardie est constitué par de la craie sénonienne, presque toujours recouverte par un manteau assez uniforme de limons pléistocènes ; sur les versants de la vallée de la Canche, parfois aussi sur le plateau, s'observent des bancs de silex roulés, mêlés de sable argileux, constituant le diluvium. Toutefois, à l'Ouest de Montreuil, se remarquent d'importants dépôts de sédiments tertiaires : sables de Saint-Josse et argile grise de Saint-Aubin ; l'influence exercée par un tel substrat siliceux sur la nature de la végétation (aussi bien phanérogamique que bryophytique) est considérable et contribue pour une grande part à la variété du couvert végétal dans le Montreuillois. D'autant plus que ces sols peu fertiles et imperméables ont été négligés par les cultivateurs et qu'y subsistent des groupements forestiers ou de landes humides, presque naturels dont la richesse floristique est considérable. Très différent est le sous-sol des Bas-Champs ; s'y observent en effet, des sédiments quaternaires assez variés : le sable des dunes et surtout la tourbe qui se forme dans les marais arrière-littoraux, étant à la fois les plus abondants et les plus propices au développement d'une flore phanérogamique et bryologique remarquable.

Je me dois également de rappeler la nature du climat du Montreuillois : la fraîcheur de la température (10° en moyenne), et en même temps le nombre assez réduit des jours de gelée (une trentaine), l'insolation limitée (1.650 à 1.900 heures par an), la présence permanente des vents du Sud-Ouest en hiver et du Nord-Ouest à la belle saison (le grand vent est en effet l'un des traits essentiels du climat de cette région), enfin la relative abondance des précipitations (870 mm par an à Sorrus près de Montreuil), avec un maximum automnal assez prononcé, déterminent un climat de type Nord-Atlantique. Son influence est profonde sur la végétation du Montreuillois ; elle se traduit en particulier par la présence de nombreuses espèces circumboréales et atlantiques (au sens large de ces deux termes).

Avant d'achever ces généralités, il me faut signaler que le Montreuillois est une région moyennement peuplée où subsistent encore d'assez notables surfaces recouvertes par la forêt : conditions propices au maintien

d'espèces remarquables et à l'évolution naturelle de la végétation ; le bois de Saint-Josse en particulier, installé sur des sédiments sablonneux-siliceux, est un site privilégié pour le naturaliste qu'il soit phanérogame, bryologue ou même mycologue. Quant aux plantations de pins effectuées dans les dunes côtières, elles ont bien souvent facilité l'acclimatation d'un bon nombre d'espèces inconnues (ou très rares) dans notre région auparavant. Il n'est pas jusqu'à l'ouverture de carrières de sables et de silex roulés (diluvium) en plusieurs points du bois de Saint-Josse qui ne se soit révélée bénéfique : ces milieux, artificiels à l'origine, ayant permis le développement de plusieurs espèces de Muscinées intéressantes.

Principes et Méthodes de travail. Plan d'ensemble.

Le titre choisi pour ce travail montre bien que j'ai tenu essentiellement à replacer les Bryophytes observées dans leurs milieux respectifs. Plutôt que d'isoler chaque espèce et de les étudier une à une en suivant la classification, il m'a paru préférable de citer quelles sont les espèces observées dans tel ou tel groupement végétal. Cette présentation de l'exposé est en accord avec les principes adoptés lors de l'étude des associations végétales du Pays de Montreuil (1962) puis des marais arrière-littoraux de la plaine alluviale picarde (1968) dont il constitue, je le répète, un prolongement.

Par ailleurs, afin de ne pas négliger le côté écologique de cet exposé, je rappellerai également en quelques mots quels sont les caractéristiques des milieux étudiés. Quant à la répartition phytogéographique des Bryophytes observées dans la dition, elle sera brièvement évoquée dans son ensemble, en un paragraphe bien distinct, à la fin de ce Mémoire.

Notons au passage qu'il ne faudra pas s'étonner de voir mentionnés plusieurs fois les noms de quelques espèces ; certaines en effet possèdent une grande amplitude écologique et s'adaptent parfaitement à des milieux assez différents.

DEUXIEME PARTIE :

LA VEGETATION BRYOPHYTIQUE

1°) Végétation forestière installée sur les sols frais argileux, limoneux et même calcaires.

A) Lui correspondent généralement des groupements forestiers telles que la chênaie-charmaie ou la chênaie-frênaie. A l'ombre épaisse que procure la sombre ramure et, en été, le feuillage du chêne, du charme, du frêne et du noisetier, s'observe un humus doux ou mull (pH : 6,5) le plus souvent recouvert par de grosses touffes de Muscinées : *Eurhynchium striatum*, *Atrichum undulatum* (ou *Catharinea undulata*) et *Thuidium tamariscinum* y sont de loin les espèces les plus abondantes. S'y rencontrent également *Brachythecium rutabulum*, *Eurhynchium praelongum*, *Hypnum cupressiforme*, *Rhytidiadelphus triquetrus* parfois même *Plagiothecium denticulatum* et surtout l'Hépatique *Lophocolea bidentata*.

B) Lorsqu'un petit ruisseau serpente en ces lieux, ses bords humides et limoneux sont colonisés par *Fissidens bryoïdes*, *Fissidens taxifolius*, *Pellia epiphylla*, *Riccardia pinguis* et plusieurs espèces de *Cephaloziella*.

C) Les souches pourrissantes que l'on voit fréquemment en sous-bois sont incontestablement le site le plus favorable au développement d'*Eurhynchium praelongnum*, espèce tout particulièrement sciaphile ; les bryophytes pré-citées s'y observent également en particulier *Thuidium tamariscinum*.

D) Quant aux troncs des arbres, ils sont bien souvent recouverts par *Hypnum cupressiforme* (variété *filiforme*) ; vers la base, ainsi que sur la souche, se voient les mousses *Plagiothecium denticulatum*, plus rarement *Plagiothecium silvaticum* et les Hépatiques *Lophocolea cuspidata* et *Radula complanata*.

E) Assez proche (par l'écologie comme par la Flore) de la chênaie-charmaie et de la chênaie-frênaie se place la végétation bryophytique des talus argileux, des rideaux boisés, de certaines haies mal entretenues et devenues des buissons, et aussi des quelques ravins à Frênes et Scolopendres que l'on observe dans la dition. Là vont croître toutes les espèces déjà nommées mais surtout *Brachythecium rutabulum*, nulle part mieux développée que sous les taillis, *Cirriphyllum piliferum*, *Rhytidadelphus triquetrus*, *Thamnium alopecurum*, toutes trois abondantes sur la pente assez raide des petits talus boisés. S'y verront aussi, mais plus rarement, *Ctenidium molluscum*, *Homalia trichomanoïdes*, (sur les grosses racines, les souches), *Pseudoscleropodium purum* et *Mnium undulatum*. Enfin on remarquera le grand développement que prend sur ces pentes argileuses l'Hépatique *Plagiochila asplenioïdes* qui peut parfois former des plages homogènes assez importantes (plusieurs dizaines de dm²).

F) Les allées, les sentiers que l'on peut voir en de tels groupements forestiers verront se développer grosso-modo les mêmes espèces avec surtout *Brachythecium rutabulum*, *Barbula* div. sp. *Lunularia cruciata* et *Marchantia polymorpha*.

G) Bien qu'ils ne soient guère communs dans le Montreuillois et qu'il faille, pour les observer véritablement, gagner les forêts d'Hesdin et de Crécy ou les bois du Ponthieu, les Hêtraies calcicoles justifient amplement par la richesse de leur flore bryologique de se voir citées dans ce mémoire. Sur ce sol crayeux assez sec (une rendzine, au pH égal ou supérieur à 7) se développent en abondance *Anomodon viticulosus*, *Thamnium alopecurum*, *Cirriphyllum piliferum*, *Ctenidium molluscum* et surtout l'Hépatique *Porella platiphylla* qui enveloppe presque entièrement la base du tronc et la partie supérieure des racines des Hêtres croissant en ces lieux ; un bon nombre des Mousses et des Hépatiques déjà mentionnées (telles *Homalia trichomanoïdes* et *Atrichum undulatum*), s'y remarquent aussi, ainsi que *Camptothecium lutescens*, *Eurhynchium swartzii* et, sur les silex, le rare *Rhynchostegiella tenella*. Je n'ai jamais rencontré par contre *Encalypta streptocarpa*, pourtant commun dans ce genre de stations en d'autres régions (le Laonnois par exemple).

2°) Végétation forestière installée sur les sols sablonneux siliceux.

De tels groupements végétaux sont fort bien représentés sur le plateau de Sorrus-Saint-Josse où ils présentent des aspects fort distincts.

A) La Chênaie-Bétulaie sèche est probablement la formation végétale dont la flore bryologique est la plus riche ; l'humus brut (ou mor), assez épais (au pH acide : 4,8) que l'on observe en abondance sur les sols sablonneux siliceux où apparaît la Chênaie silicole est généralement recouvert entièrement par un tapis de mousses parmi lesquelles il faut citer : *Dicranum scoparium*, *Pleurozium schreberi*, *Hypnum cupressiforme* (variété *ericetorum*) *Hylocomium splendens* (qui forme çà et là des touffes importantes) ainsi que plusieurs espèces de *Polytrichum* (*formosum* et *juniperinum* en particulier). Une place à part doit être réservée à *Leucobryum glaucum* toujours abondante en de tels sites mais qui ne trouve les conditions les plus favorables à son développement qu'à proximité de faibles dépressions, sur le rebord légèrement surélevé de petits fossés, entre le sommet des racines de gros arbres, bref en des lieux légèrement plus humides. Cette espèce remarquable y forme parfois des « hémisphères énormes, épais en leur centre de plus de 20 cm, véritables éponges dont le noyau est constamment gorgé d'eau tiède » a fort justement noté J.C. EVRARD.

B) Sur les souches et le haut des racines des arbres de cette Chênaie silicole s'observe avant tout *Mnium hornum* ; sa vigueur est telle qu'elle parvient même à dissimuler presque entièrement les souches sous un manchon vert-brunâtre assez épais ; en ce lieu se remarque également *Pohlia nutans*, *Dicranum scoparium* et *Dicranella heteromala*, ainsi que plusieurs Muscinées déjà notées en un milieu identique dans la Chênaie-Charmaie et la Chênaie-Frênaie. Un peu plus en hauteur sur le tronc, se développe *Isoetecium myosuroïdes* qui entoure également celui-ci d'un manteau protecteur.

C) Quant au tronc proprement dit, il est bien souvent recouvert par la variété filiforme d'*Hypnum cupressiforme*, *Plagiothecium denticulatum*, parfois *Brachythecium velutinum*, *Dicranoweisia cirrata* (plus rarement) et les deux Hépatiques : *Lophocolea cuspidata* et *Metzgeria furcata*.

D) Les talus, les rideaux, le bord des tranchées et des petits fossés, constituent un site tout à fait propice au développement d'espèces telles que *Dicranella heteromala* et *Mnium hornum*. Par contre *Rhytidiadelphus loreus* n'a été vue qu'en un seul point du bois de Saint-Josse et *Plagiothecium undulatum* n'y a jamais été observé (comme d'ailleurs *Dicranum majus*) ; ces deux mousses sont pourtant communes en forêt de Desvres en des sites et sur un substrat assez comparables. Les tranchées creusées durant la dernière guerre par les soldats allemands ont permis à *Diplophyllum albicans* et à *Cephalozia bicuspidata* de prendre sur leurs rebords une grande extension par endroits.

E) Si la flore des sentiers (herbeux le plus souvent) que l'on rencontre occasionnellement en ces lieux peut se comparer à celle des chemins de la Chênaie-Frênaie, il faut noter que *Pseudoscleropodium purum* et surtout *Rhytidiadelphus squarrosus* y constituent assez fréquemment des colonies abondantes.

F) Ainsi que je l'ai indiqué dans ma thèse d'Université sur le Pays de Montreuil, c'est tout le long de quelques petits ruisseaux sinueux, cascadant sur des silex (recouverts par d'énormes « touffes » d'une Hépatique : *Chiloscyphus polyanthus*), au sein de la Chênaie-Bétulaie sèche, si bien représentée sur le sommet des buttes et le flanc des vallons du plateau de Sorrus-Saint-Josse, que j'ai observé la Frênaie à Carex, groupement végétal aux affinités sub-atlantiques formant à proprement parler, des enclaves dans la Chênaie-Bétulaie. Le rebord, haut de 60 cm tout au plus, de ces fossés est recouvert par *Mnium undulatum*, *Fissidens bryoïdes* et par diverses Hépatiques telles *Riccardia multifida* et *Riccardia sinuata*, *Cephaloziella* sp. et surtout *Pellia epiphylla* qui forme là de bien curieuses « draperies, tapissant » ces petites pentes argileuses, inondées à la saison des pluies, sur plusieurs décimètres carrés. Là devrait être revu *Hookeria lucens* que BOUCHER DE CREVECEŒUR a signalé à Saint-Josse au début du XIX^e siècle et que nul n'a revu depuis.

G) Cependant le fond humide des vallons, ainsi que certaines parties plates proches des landes à bruyères humides du bois de Saint-Josse, sont recouvertes par une végétation forestière que j'ai nommé : « Chênaie-Bétulaie fraîche ». Là se développent, avec luxuriance, plusieurs espèces de Fougères telles que : *Polystichum spinulosum*, *Polystichum montanum*, *Blechnum spicant* et même *Osmonda regalis*. S'y verront aussi un bon nombre des Muscinées citées déjà dans la Chênaie-Bétulaie sèche : *Mnium hornum*, *Dicranum scoparium*, *Hylocomium splendens*, *Polytrichum formosum* ainsi que *Bryum caespiticium*, *Thuidium tamariscinum* et *Eurhynchium praelongum*, nettement moins calcifuges. Mais le grand intérêt de ces bois, parfois très humides, est d'abriter des Sphaignes : *Sphagnum palustre* surtout, abondant dans l'unique station d'Osmonde du bois et aussi *Sphagnum rubellum* qui accompagne les plages où le *Blechnum spicant* a pris un développement si extraordinaire.

3°) Les Callunaies.

Bien que la lande à Callune s'observe toujours sur les sols sablonneux acides (pH : 4,5 à 5) ou sur le diluvium et qu'elle dérive (par suite d'une exploitation trop brutale) de groupements forestiers identiques à ceux que je viens de décrire, il m'a semblé préférable d'étudier sa flore bryologique séparément tant elle est riche (sinon originale). Sous les touffes de Callune, s'observe en effet le plus souvent, un revêtement continu de Muscinées. Parmi celles-ci, notons l'abondance d'*Hypnum cupressiforme* (variété *erictorum*) et surtout de *Pleurozium schreberi* dont c'est incontestablement le terrain de prédilection. S'y remarque également *Dicranum scoparium*, *Hylocomium splendens*, *Polytrichum juniperinum*, *Ceratodon purpureus* et l'Hépatique *Cephalozia bicuspidata*. Je n'y ai jamais observé par contre *Ptilidium ciliare*, espèce probablement trop montagnarde et qui ne saurait se satisfaire des quelque quarante mètres du plateau de Saint-Josse ! On remarquera que cette espèce est très rare également dans le Sud-Est de l'Angleterre.

4°) Les landes tourbeuses à Sphaignes.

Insensiblement, la Callunaie fait place à une lande tourbeuse, aux multiples aspects mais dont le point commun et aussi le trait essentiel est

d'être recouverte par un tapis presque ininterrompu de Sphaignes. Une étude approfondie, floristique et phytosociologique d'une part, d'un point de vue écologique d'autre part, du vaste ensemble de « Bruyères à Sphaignes » de la clairière du « Bois du Roi » dans le massif forestier de Saint-Josse pourrait faire l'objet d'un travail très important qui dépasse largement le cadre de cet exposé ; je tiens néanmoins à en indiquer les grandes lignes.

A) L'*Ericetum tetralicis* est incontestablement la formation végétale la mieux représentée en ces lieux. Sous les fleurs roses de la Bruyère à quatre angles et entre les touffes du Scirpe gazonnant, s'observent plusieurs espèces de Sphaignes telles *Sphagnum compactum*, caractéristique des zones en voie d'assèchement et la plus abondante, *Sphagnum rubellum* (*sensu lato*) et *S. sub-secundum*.

Ces espèces, souvent teintées de jaune et de rouge, semblent héliophiles (par opposition à *S. palustre* et *S. fimbriatum* nettement plus sciaphiles) et surtout nettement acidoclines. En cet endroit le pH de l'humus varie de 4,5 à 5,5. Signalons que ces « Bruyères à Sphaignes » sont établies sur cailloutis de silex, mêlé d'argile et de sable (*diluvium*) ; le sol est un podzol humide sur gley. L'humus est très chargé en eau (61 % dans le faciès le plus typique) ; en automne le plan d'eau se trouve à moins 0,50 m.

Les Sphaignes ne sont pas cependant les seules Bryophytes que l'on observe dans ces landes tourbeuses. Les espèces de la Callunaie telles *Dicranum scoparium*, *Hylocomium splendens*, *Hypnum ericetorum*, etc... sont présentes également dans les stades plus asséchés ; inversement, *Leucobryum glaucum* apparaît dans les parties plus humides où il est bien souvent mélangé avec *Sphagnum compactum*. Le Professeur ROSE y a découvert récemment dans un sentier humide qui serpente parmi ces landes, quelques touffes d'une rare espèce, à la répartition sub-atlantique : *Campylopus brevipilus*. Dans les ornières de ce même chemin, j'ai trouvé récemment *Nardia scalaris*.

On notera par contre l'absence des quelques Hépatiques habituellement rencontrées en ce genre de stations : *Mylia anomala*, *Odontoschima sphagni*, *Calypogeia fissa*, *Lepidozia setacea*, etc... mais peut-être leur très petite taille les dissimule-t-elle à nos yeux, parmi l'abondance et la vigueur des Sphaignes ? Insistons d'autre part sur l'abondance des lichens du genre *Cladonia* (*C. tenuis* en particulier) dans l'*Ericetum tetralicis*.

B) A peu de distance de ces belles landes à bruyères, se remarquent çà et là quelques dépressions très humides, véritables fondrières où *Carex stellulata* prend un développement considérable. De tels sites sont un lieu idéal pour le développement des Sphaignes du groupe *rubellum* (*S. rubellum stricto sensu*, *S. acutifolium*, *S. plumulosum*). Déjà plus sciaphiles, ces Sphaignes croissent en milieu toujours nettement oligotrophe, mais surtout bien plus humide, inondé même en été.

C) Enfin, il me faut évoquer rapidement la florule bryologique du *Juncetum acutiflori*, association fort bien définie sur le plateau de Saint-Josse où elle présente trois faciès bien distincts.

Les Sphaignes n'y apparaissent que de place en place lorsque le pH est assez bas ; c'est le cas en particulier dans les deux mares où j'ai pu observer le rare *Helodes palustris* à cent mètres à peine des « bruyères à sphaignes » que je viens de décrire. Ailleurs, comme dans les prés tourbeux à Linaigrette du Communal de Sorrus, les Muscinées forment un tapis ininterrompu où dominent *Acrocladium cuspidatum*, espèce typique des groupements prairiaux humides, *Philonotis fontana* qui n'est pas si commune dans le Montreuillois et aussi *Drepanocladus revolvens*, (il s'agit de la variété *intermedia*) *Riccardia pinquis* et *Mnium affine* : espèces que, pour la plupart, nous reverrons en abondance dans les tourbières basses des marais arrière-littoraux. De toutes façons, la richesse de la flore bryologique en ce site s'explique par sa position à flanc de coteau ; bien qu'assez faible, la pente est néanmoins suffisante pour assurer un renouvellement de l'eau qui sera, de ce fait, enrichie en oxygène ; voilà qui explique le grand développement qu'y ont pris les Muscinées.

5°) La Comaraie de Villers-sur-Authie.

Nulle part ailleurs que dans les plages du marais des Bancs à Villers-sur-Authie où *Comarum palustre* (et aussi *Peucedanum palustre*) sont si abondants, l'aspect de tourbière en « radeau flottant » de la végétation n'est si prononcé. Un tel milieu, assez nettement oligotrophe (le pH y est de 5,5) voit la mousse *Acrocladium giganteum* prendre un développement considérable entre les puissants rhizomes entrelacés du Comaret. S'y remarque aussi une touffe de Sphaignes (5 m², pas plus) : *Sphagnum recurvum*, *fimbriatum* ; il s'agit là d'une des rares stations de Sphaignes du département de la Somme dont le sol uniformément calcaire ne se prête pas au développement de ces Bryophytes caractéristiques des sols siliceux et de milieux oligotrophes.

6°) Les tourbières basses des marais arrière-littoraux.

Si la flore phanérogame des tourbières basses de Villiers, Merlimont, Ponthoile, Romaine, etc... présente un intérêt considérable, il en est de même pour la flore bryophytique. S'y observent en effet un grand nombre d'espèces, pour la plupart assez peu communes et le plus souvent en grande abondance. Reprenant le plan adopté récemment (dans ma thèse d'Etat) pour l'étude des tourbières basses du littoral picard, j'étudierai successivement les Bryophytes des associations rangées dans l'ordre des *Scheuchzerietalia* puis des *Tofieldietalia* et enfin de la Cladiaie. Rappelons qu'en ces divers sites, le substrat est formé d'une tourbe basique que baigne une eau dystrophe calcique renfermant environ 120 mg/l. de sels de calcium.

A) Ordre des *Scheuchzerietalia*

S'y rangent essentiellement les associations à *Carex limosa*, *lasiocarpa* et *diandra*, toutes trois situées sur le bord de mares à bécasses peu profondes qu'elles colonisent peu à peu. La mousse *Scorpidium scorpioides* les y aide grandement. Cette espèce, assez polymorphe, est très abondante dans tous les marais du littoral de la Picardie ; elle contribue d'ailleurs à définir avec deux Utriculaires une association végétale : le *Scorpidio-*

Utricularietum. Les sites plus aterris (là où le *Caricetum diandrae* atteint son plein développement par exemple) sont ceux dont la flore bryologique est la plus riche. S'y développeront : *Campylium stellatum*, *Bryum pseudotriquetrum*, *Acrocladium giganteum* (commun à Neuville-Marais), *Mnium seligeri*, *Riccardia pinguis* et aussi *Marchantia polymorpha* qui forme çà et là des populations considérables.

B) *Ordre des Tofieldietalia*

Le *Schoenetum nigricantis* est incontestablement l'association la plus caractéristique de cet ordre ; elle est fort bien représentée dans le marais de Cucq. La mousse *Scorpidium scorpioides* y est plus rare et souvent remplacée par *Drepanocladus revolvens* (variété *intermedia*). Quant aux touradons de *Schœnus*, ils sont fréquemment « enrobés » de *Campylium stellatum* qui va former une sorte de « carapace moussue » : support idéal pour le Rossolis ! Deux Hépatiques : *Riccardia pinguis* et *Pellia Fabroniana* y sont également assez communes. Ces espèces se retrouvent toutes d'ailleurs dans la Moliniaie basicline voisine, dérivant par assèchement du *Schoenetum*, mais en plus petit nombre, vu la vigueur des chaumes de la molinie. Quant aux aires fauchées (sortes de mares à bécasses peu profondes), aménagées çà et là, elles voient *Philonotis calcarea* former parfois entre les chaumes du *Cladium*, du *Schœnus* ou du *Phragmite* des plages d'une rare homogénéité, assez impressionnantes.

C) *La Cladiaie*

Il peut paraître surprenant de prime abord que la Cladiaie possède une flore bryologique remarquable ; on sait en effet que cette association s'installe en des lieux inondés en toutes saisons, à la différence des tourbières, toujours plus ou moins asséchées en été et où s'observe précisément une couverture ininterrompue de Muscinées ou de Sphaignes. Pourtant les Bryophytes abondent dans la Cladiaie, même dans son faciès le plus humide.

Les souches assez puissantes formées par les chaumes desséchés puis pourrissants du Marisque sont en effet enveloppées par une couverture de mousses assez variées telles : *Cratoneuron filicinum*, commun à Ponthoile-Romaine, *Fissidens adianthoides*, *Calypogeia trichomanis*, *Campylium elodes* (rare), et même *Ctenidium molluscum* presque aussi bien développée en ce milieu dystrophe calcique que sur un coteau calcaire, sans parler des espèces précédemment citées (*Campylium*, *Drepanocladus*, etc...).

Quant au stade d'évolution de la Cladiaie que j'ai nommé « *Thelypteridetosum* » (1968), sa flore bryophytique est plus riche encore ; toutes les espèces pré-citées s'y observent, en particulier *Mnium seligeri* et *Acrocladium cuspidatum*, avec en plus *Chiloscyphus pallescens* (abondant dans le marais de Mesnil).

On notera que je n'ai jamais trouvé dans la dition *Camptothecium nitens* (ou *Tomenthypnum nitens*), espèce rare certes, mais cependant tout à fait caractéristique de ce genre de stations. Il est probable que la faible oxygénation des eaux très pures mais stagnantes des vastes tourbières basses du Ponthieu, empêche un certain nombre de mousses, exigeantes quant à leurs besoins en oxygène, de s'y développer.

Enfin, il importe de mentionner l'existence de puissantes touffes de Sphaignes (hautes parfois de 60 cm) en une seule station des marais arrière-littoraux (à ce jour tout au moins), située sur le bord du vaste marais de Balançon à Airon. Il s'agit de *Sphagnum palustre* et de *S. plumulosum*, espèces à l'amplitude écologique assez grande (le pH de l'eau y est supérieur à 7 !); elles définissent le faciès « *Sphagnetosum* » du *Cladietum Marisci* et leur présence indique quelle sera l'évolution future de la végétation en ce lieu. Parmi ces touffes de Sphaignes j'ai parfois observé (une ou deux fois seulement) *Aulacomnium palustre*, *Bryacée* le plus souvent rencontrée dans les tourbières hautes mais que E.V. WATSON a observé également dans les tourbières basses de l'East Anglia.

7°) Sites à proprement parler marécageux.

Dans cette rubrique, aux aspects très divers, sera décrite, assez brièvement d'ailleurs, la végétation bryophytique des groupements fontinaux, des fossées, des Cariçaies et des Mégaphorbiaies d'une part, de l'Aulnaie eutrophe, d'autre part.

A) Si les sources d'eaux, chargées de calcaire qui se voient tout le long des versants de la vallée de la Canche, n'offrent que peu d'intérêt pour le bryologue, il n'en est pas de même pour les points de suintement (au débit très modeste d'ailleurs !) que l'on observe çà et là, à mi-pente du plateau de Sorrus-Saint-Josse, au-dessus de Valencendre par exemple. Le diluvium y est recouvert par un tapis très dense de mousses parmi lesquelles *Acrocladium cuspidatum* est surtout *Philonotis fontana*, espèce élégante entre toutes.

Quant aux sources que l'on trouve dans cette partie du bois de Saint-Josse que l'on nomme le « Bois du Roi », elles sont le milieu le plus propice au développement de Sphaignes sciaphiles telles : *Sphagnum recurvum* et *S. fimbriatum* ; il arrive que certains petits bassins d'eau claire et vive soient recouverts entièrement par des populations homogènes de l'une ou l'autre de ces deux espèces de Sphaignes.

B) Je passe rapidement sur les Roselières, Cariçaies et Mégaphorbiaies, groupements végétaux à la flore bryophytique très pauvre et de peu d'intérêt (*Acrocladium cuspidatum* essentiellement).

C) Bien plus intéressants par contre, sont les ruisseaux et les fossés. Sur les pierres des petits affluents de la rive gauche de la Canche, au cours assez rapide, se développe *Eurhynchium riparoides* tandis que sur les berges argileuses ou encore sur les piles en maçonnerie des ponts se voient plusieurs *Fissidens* et *Orthotrichum*, *Amblystegium serpens*.

Les fossés (ou nocs) des Bas-Champs de la Picardie sont bien souvent bordés de saules têtards dont les racines (qui plongent dans l'eau) sont enveloppées par des touffes énormes de *Fontinalis antipyretica*. Les souches, les branchages pourrissants que l'on voit en ces lieux sont le plus souvent recouverts par *Leptodictium riparium*, pour les plus longuement submergés et par *Brachythecium rutabulum* si ces bois émergent davantage. Chose surprenante, je n'ai jamais vue de *Riccia* dans les « nocs » des Bas-Champs ; il semble cependant que les conditions favorables à leur développement soient réunies... les fossés ne manquent pas pourtant !

D) Mais le groupement végétal le plus intéressant pour un bryologue dans les marécages est assurément l'Aulnaie eutrophe, dans son faciès le plus humide (le plus typique aussi), en particulier. Le sol incertain de ces bois fangeux est alors recouvert entièrement par un épais tapis de mousses : trois ou quatre espèces seulement : *Acrocladium cuspidatum*, *Mnium seligeri*, *Brachythecium rutabulum*, *Fissidens adianthoides*, *Lophocolea bidentata*, tandis que les souches des arbres sont entourées par une « élégante collerette », constituée à la base par *Thuidium tamariscinum* ou *Mnium undulatum* et plus en hauteur par *Eurhynchium praelongnum*, *E. swartzii* et *Leptodyctium riparium*. Parfois aussi *Neckera complanata* entoure le tronc des aulnes, des saules ainsi que des autres espèces croissant dans ces marécages ; toutefois cette mousse demeure assez rare aux abords de Montreuil.

8°) Végétation prairiale.

A) Celle des prairies humides (dans la vallée de la Canche par exemple) ne nous retiendra pas longtemps ; elle est en effet d'une affligeante banalité. *Brachythecium rutabulum*, *Pseudoscleropodium purum*. *Eurhynchium swartzii* en sont les espèces les plus communes.

B) Par contre, les pâturages installés sur les sols sablonneux-siliceux du plateau de Saint-Josse, tel le pré communal de Sorrus, sont bien plus intéressants.

Y trouvent leur plein développement : *Pseudoscleropodium purum* et surtout *Rhytidiadelphus squarrosus* qui, en particulier, recouvre bien souvent entièrement les anciennes taupinières, si nombreuses sur ce sol sablonneux assez léger. Notons au passage qu'à ces petites bosses correspond une micro-lande à la flore tout à fait caractéristique : *Calluna*, *Genista anglica*, *Pedicularis silvatica*, *Aira praecox*, *Thymus* div. sp. etc... Sur la terre nue se verront *Dicranella heteromala*, *Fissidens bryoïdes* et surtout le minuscule *Pleuridium acuminatum* dont les fruits rouges sont si élégants. A l'opposé, la partie du pré communal de Sorrus la plus proche du bois, entourant le château de Monthuis, se voit rapidement envahie par d'épais fourrés d'Ajonc d'Europe qui facilitent le développement d'essences forestières, le Chêne en particulier ; les Muscinées propres aux sous-bois s'y observeront aussi telles *Dicranum scoparium*, *Dicranum Bonjeani*, rare dans la dition, *Hylocomium splendens* et aussi *Polytrichum formosum*.

C) Tout à fait différente on le devine, est la végétation bryophytique des pelouses calcaires qui ne sont pas très communes dans le Montreuil-lois proprement dit mais sont par contre fort bien représentées aux confins de l'Artois et du Boulonnais. Les pelouses les plus rases, celles que n'ont pas encore envahi les chaumes abondants du Brachypode penné sont aussi les plus riches. J'y ai observé en particulier *Camptothecium lutescens*, *Ctenidium molluscum*, en touffes parfois énormes, *Ditrichum flexicaule*, *Hypnum cupressiforme (sensu lato)*, *Pseudoscleropodium purum* et *Rhytidiadelphus triquetrus*, plus rarement *Eurhynchium swartzii* et *Thuidium abietinum* ; cette dernière espèce forme toutefois des peuplements très importants vers Contes, au sommet d'un coteau calcaire et précisément

à la lisière d'une plantation de sapins ! (ainsi qu'à Marles). Parmi les Bryacées se développant sur le sol crayeux des pelouses calcaires, citons *Weissia crista* et *W. microstoma* ainsi que *Tortula subulata*. *Entodon orthocarpus* (encore appelé *Cylindrothecium concinnum*) par contre est rare et je ne l'ai observé qu'une seule fois (à Marant) ; il semble plus commun en Picardie sur les versants de la vallée de la Somme en particulier où M. le Professeur ROSE et moi-même l'avons vu en abondance non loin de Corbie.

9°) Les dunes du bord de mer.

Tout le long de la Manche, depuis Hardelot jusqu'au Crotoy, s'étire un cordon de dunes littorales, parfois très élevées, souvent boisées de nos jours et dont le rôle est important dans la physionomie du paysage végétal de notre région. Il se trouve que la flore bryologique de ces collines de sable est aussi riche que variée.

A) Si l'Oyat est la seule espèce qui parvienne à croître sur la dune non fixée, il n'en est pas de même dès que le sable cesse d'être perpétuellement arraché par le vent d'Ouest. Plusieurs Muscinées jouent en effet un rôle de premier plan dans la fixation de la dune. Il s'agit en particulier de *Camptothecium lutescens*, espèce pionnière, qui forme parfois, dans les vallons abrités, des plages de plusieurs mètres carrés, au sein desquelles il est toujours possible de trouver quelques rameaux grêles de *Brachythecium albicans*. Plusieurs espèces de *Barbula* (*B. convoluta* et *fallax* entre autres) y sont également bien représentées. La dune fixée est incontestablement le site le plus propice au développement de *Tortula ruraliformis* qui définit à elle seule une association végétale très connue : le « *Tortuletum* ».

Quant aux dunes en voie de boisement grâce à l'Argousier, au Troène, puis au Bouleau, elles sont bien souvent recouvertes entièrement par un tapis de mousses. Outre les variétés déjà citées, s'y remarquent *Hypnum cupressiforme* (variété *elatum*) *Bryum capillare*, *Ceratodon purpureus*, *Climacium dendroides* (rarement toutefois), etc... ainsi que les lichens *Cladonia fimbriata* et *C. furcata*.

B) Si la plantation, au XIX^e siècle, de Résineux dans les dunes a été pour beaucoup dans le développement des plages (le Touquet par exemple), son influence sur la flore bryologique des vastes étendues sablonneuses du littoral a été considérable. Sous les pinèdes, s'observe en effet un véritable « tapis de mousses » d'une ampleur exceptionnelle. Après une pluie, l'aspect qu'il présente est particulièrement saisissant. *Rhytidiadelphus triquetrus* et *Hypnum cupressiforme* (variété *elatum*) y sont de loin les plus abondantes ; toutefois des espèces telles que *Pleuroscleropodium purum*, *Dicranum scoparium*, *Polytrichum formosum*, *Hylocomium splendens* et surtout *Pleurozium schreberi* forment également çà et là des touffes considérables. Il est important de noter d'ailleurs que toutes ces Muscinées se développent en touffes (parfois énormes) et ne sont que rarement entremêlées. On remarquera d'autre part que la plantation de Résineux dans les dunes a suffisamment acidifié le sol pour y faire apparaître des

espèces que nous avons déjà rencontrées sur les sédiments sablonneux-siliceux du plateau de Saint-Josse (dans la Chênaie-Bétulaie silicole et la Callunaie par exemple).

C) J'ai signalé, dans ma thèse de Doctorat d'Etat (1968), l'intérêt que présentaient pour la flore les pannes humides que l'on trouve parfois dans les dunes (en particulier à Merlimont).

Si les Charophycées y sont infiniment plus abondantes que les Mousses, celles-ci n'en présentent pas moins une certaine abondance, par places, sur le pourtour des pannes par exemple. Comment ne pas citer en premier lieu *Acrocladium cuspidatum* qui contribue à définir avec le *Salix arenaria* (ou *dunensis*) une association végétale : l'*Acrocladieto-Salicetum arenariae*... Néanmoins, *Acrocladium* n'est pas la seule Bryophyte observée en ces lieux ; *Drepanocladus intermedius* et plus encore *Riccardia pinguis* n'y sont pas rares.

Quant aux trous de bombes (témoins d'une époque troublée, encore assez proche de nous) qui sont assez fréquents dans les dunes (à Etaples, à Berck) ils sont incontestablement le site le plus propice au développement de *Drepanocladus aduncus* qui y prend parfois une telle expansion qu'il dissimule traitreusement ces trous, remplis d'eau et souvent profonds. A Berck, M. le Professeur ROSE y a trouvé également *Drepanocladus lycopodioides*.

10°) Les épiphytes.

Par épiphytes, il faut entendre les Bryophytes poussant sur le tronc des arbres isolés, en particulier : les ormes du bord des routes et les saules têtards, plantés le long des cours d'eau et des fossés.

Le tronc puissant et élancé, à l'écorce rugueuse et crevassée, des ormes si souvent plantés sur le bord des routes nationales ou départementales, ainsi que sur les remparts de Montreuil, est un biotope tout à fait propice au développement de plusieurs espèces de mousses telles : *Tortula laevipila*, *Camptothecium sericeum* et *Leucodon sciuroïdes* (toutes trois très communes), S'y voient aussi *Ulota crispa*, sur les grosses branches, *Zygodon viridissimus*, *Orthotrichum affine* (et probablement plusieurs autres espèces d'*Orthotrichum*, genre particulièrement difficile !). N'oublions pas *Hypnum cupressiforme* dont deux sous-variétés au moins sont épiphytes et aussi *Pylaisia polyantha*, espèce rare mais que l'on trouve çà et là, sur le tronc de certains ormes bordant la route de Fruges à Montreuil.

Quant aux Frênes des remparts de Montreuil, il arrive que leurs troncs soient recouverts par des colonies fort denses de *Dicranoweisia cirrata* (en exposition Nord et Est).

Il me faut signaler d'autre part l'existence de belles populations de *Leptodon Smithii*, rare et très curieuse espèce sub-atlantique et méridionale sur plusieurs ormes proches de l'ancien château-fort de Montcavrel.

Notons au passage que les troncs rugueux de tous ces arbres sont bien souvent recouverts de Lichens, appartenant aux genres *Parmelia*, *Xanthoria*, *Physcia*, *Collema*, *Buellia*, *Pertusaria*, etc... et même parfois le rare *Anaptychia ciliaris*.

Quant aux saules têtards, si leur « tête » voient se développer presque toutes les espèces (surtout *Bryum capillare*), leur tronc est recouvert (parfois entièrement) « d'épais placages » de l'Hépatique *Frullania dilatata* mêlé d'*Ulota* et de divers *Orthotrichum* et *Tortula*. *Frullania tamarisci*, par contre est beaucoup plus rare.

11°) Bryophytes des murailles.

La ville de Montreuil avec ses vieux remparts et ses murailles séculaires est évidemment un lieu idéal pour l'observation des Muscinées épilithiques.

Les parois de briques humides et ombragées voient le développement l'*Amblystegium serpens* et de plusieurs Bryacées : *Ceratodon purpureus*, *Zygodon viridissimus*, *Bryum argenteum* et *B. capillare*, *Orthotrichum anomalum* (variété *saxatile*), *Barbula convoluta*, et plusieurs espèces de *Tortula* parmi lesquelles *Tortula muralis* et *Tortula ruralis* ; *Brachythecium rutabulum* et *Camptothecium sericeum* étant d'autre part, les Hypnaces les plus communes en ces lieux.

Inversement, les murailles ensoleillées sont un site tout à fait propice à la croissance de *Grimmia pulvinata* et de *Tortula intermedia* ; l'une comme l'autre de ces mousses y forment parfois des coussinets d'assez grande taille.

Signalons également le grand développement pris par *Bryum argenteum* dans les interstices des pavés.

12°) Biotopes divers.

a) Les moulins à eau.

S'il n'existe pas de cascades naturelles dans notre contrée assez plate, les roues des moulins par contre, peuvent se comparer, en un certain sens, aux chutes d'eau des régions montagneuses. Des mousses telles que *Eurhynchium riparioides*, *Cratoneuron commutatum* et *C. filicinum* forment parfois en de tels sites des peuplements d'une ampleur assez extraordinaire.

b) Les carrières de craie.

Sur les corniches, dans les infractuosités des carrières de craie ou de marne peu exploitées, se développent plusieurs espèces : *Barbula convoluta* et *B. unguiculata*, *Bryum capillare*, *Eurhynchium swartzii*, *Fissidens adianthoides* et *Ctenidium molluscum*.

A la base de ces carrières, s'accablent de gros blocs de marne ; ils sont bien souvent recouverts de touffes de *Dicranella varia*.

c) *Les sablonnières.*

L'existence, sur le plateau de Saint-Josse, de sédiments sablonneux et caillouteux (*diluvium*) a déterminé l'ouverture de plusieurs carrières, exploitées plus ou moins activement. Sur ce substrat bosselé, constitué par un sable mêlé de cailloux, se développent en abondance plusieurs Muscinées, en particulier des Polytrics : *Polytrichum juniperinum*, aux inflorescences mâles si caractéristiques et surtout *P. piliferum* dont les populations homogènes recouvrent bien souvent des surfaces importantes sur le fond des sablonnières. On ne s'étonnera pas de voir fréquemment les espèces caractéristiques de la Chênaie silicole et de la Callunaie prendre pied en ces lieux : *Dicranum scoparium*, *Pleurozium schreberi*, *Hylocomium splendens*, etc... Et, lorsqu'un filet d'eau s'écoule sur des pentes sablonneuses (anciennes tranchées d'exploitation), *Riccardia multifida* y prend une grande extension.

d) *La terre arable nue.*

(Celle des jardins, des allées et des champs).

Ayant peu étudié ces stations, je ne peux que citer rapidement quelques espèces que l'on observe en de tels sites, comme par exemple : *Brachythecium rutabulum*, *Bryum argenteum*, *Ceratodon purpureus*, *Lunularia cruciata* et *Marchantia polymorpha*. Je n'ai jamais eu l'occasion d'observer toutefois de *Riccia* (div. sp.) ni d'*Anthoceros* (div. sp.).

Enfin, rappelons l'existence de colonies fournies de *Funaria hygrometrica* sur la cendre ayant subsisté, après qu'un bûcheron ou un jardinier ait fait brûler du bois.

TROISIEME PARTIE :

LES CONCLUSIONS

1°) *Richesse de la flore bryologique du Montreuillois.*

En résumé, la liste des Bryophytes observées dans le Montreuillois comporte environ cent trente noms (elle est ajoutée en appendice à la fin de ce mémoire).

Distinguons parmi ceux-ci la présence de :

- 7 Sphaignes ;
- 22 Hépatiques ;
- et 98 Mousses.

Il ne fait pas de doute cependant qu'elle ne soit incomplète car il me reste à entreprendre une étude détaillée des genres *Bryum*, *Barbula*, *Tortula*, *Orthotrichum*, *Cephaloziella*, *Sphagnum* même dont la systématique est fort délicate ; il est en effet à peu près certain que plusieurs espèces se rapportant à ces genres n'ont pas été distinguées dans la dition dont je n'ai commencé à étudier les Bryophytes que pendant l'été 1964.

Il est possible enfin que je sois « passé à côté » d'espèces rares ; et je songe en particulier aux petites Hépatiques (à la taille infime, le plus souvent) que l'on devrait pouvoir trouver dans les landes tourbeuses à Sphaignes du bois de Saint-Josse.

Quoiqu'il en soit, les résultats obtenus sont tout à fait dignes d'intérêt ; ils montrent bien la variété de la flore bryologique du Montreuillois, ce qui, d'ailleurs, est en accord avec la richesse et surtout l'originalité de la flore phanérogamique de la dition. Je me contenterai simplement de noter la présence d'au moins sept sortes de Sphaignes dans les landes à bruyères humides, les fondrières et les sources du bois de Saint-Josse, ce qui est remarquable, étant donné les surfaces modestes occupées par les tourbières à Sphaignes dans ce bois.

2°) Essai de répartition phytogéographique des Bryophytes observées dans le Montreuillois.

Avant de conclure cet exposé, il m'a semblé intéressant d'essayer de déterminer le spectre phytogéographique de la flore bryologique de la dition ; ce que j'avais fait à maintes reprises lors de l'étude des associations végétales que j'ai décrites dans le Pays de Montreuil tout d'abord (1962), puis dans les marais arrière-littoraux des Bas-Champs de la Picardie (1968).

Les affinités phytogéographiques des Bryophytes observées sont celles indiquées par J. AUGIER dans sa récente « Flore des Bryophytes » (1966).

Les résultats obtenus sont les suivants :

Espèces holarctiques	48,3 %
» européennes	26,6 %
» cosmopolites	9,2 %
» holarctiques tempérées	8,3 %
» subatlantiques	3,3 %
» paléo-holarctiques	1,6 %
» arctiques	} 0,9 %
» eurasiatiques	
» méditerranéennes	

Je me contenterai simplement de faire remarquer l'abondance des plantes appartenant aux groupes holarctique (environ la moitié) et européen (plus du quart) ainsi que l'existence de 3,3 % de sub-atlantiques.

3°) En conclusion.

Cet « Aperçu sur la végétation bryophytique du Montreuillois » représente un premier essai de description et d'analyse des groupements de Bryophytes régionaux qui, je l'espère pourra être suivi plus tard par des travaux plus importants.

BIBLIOGRAPHIE

- AUGIER J. 1966. — Flore des Bryophytes. Encyclopédie biologique, P. Lechevalier éditeur.
- BIZOT M. et R. GAUME 1961. — Alphonse Lachmann (1917-1961). *Revue Bryologique et Lichen*, t. XXX N.S., f. 3-4, p. 279.
- Abbé BOULAY 1904. — Muscinées de la France. Hépatiques. Deuxième partie. P. Klincksieck éd. Paris.
- DISMIER G. 1927. — Flore des Sphaignes de France. *Archives de Botanique*, t. I, mémoire 1.
- DOUIN M. — Nouvelle flore des Mousses et des Hépatiques. Librairie gén. de l'enseignement.
- EVRRARD J.C. 1967. — Ecologie des Bryophytes de la région de Bourg-Fidèle (plateau de Rocroi, Ardennes, France). *Bull. Soc. Bot. Nord France*, t. XX, n° 2, p. 73.
- GENEAU DE LAMARLIÈRE L. vers 1895. — Catalogue des Cryptogames vasculaires et des Muscinées du Nord de la France. J. Mersch Paris.
- GONSE E. 1885. — Muscinées de la Somme. Delattre-Lenoel éditeurs Amiens.
- HUSNOT T. 1884-1890. — *Muscologia gallica* ; description et figures des Mousses de la France, Paris.
- HUSNOT T. 1922. — *Hepaticologia gallica*. Flore des Hépatiques de France et des contrées limitrophes Cahan.
- JOVET-AST (M^{me} S.) 1962. — Muscinées. Cryptogamia S.E.D.E.S. Paris.
- LACHMANN A. 1951. — Quelques mousses nouvelles pour le département du Nord. *Bull. Soc. Bot. Nord France*, p. 25, t. IV, n° 1.
- LACHMANN A. 1951. — Nouveaux compléments au catalogue des Muscinées du Nord. *Bull. Soc. Bot. Nord France*, p. 62, t. IV, n° 3.
- LACHMANN A. 1952. — Note sur quelques Sphagnum récoltés en forêt de Raismes et à Montfaux (Nord). *Bull. Soc. Bot. Nord France*, p. 125, t. V, n° 4.
- LACHMANN A. 1953. — Quelques Bryophytes des environs de Merville (Nord). *Bull. Soc. Bot. Nord France*, p. 26, t. VI, n° 1, p. 29, t. VI, n° 2.
- LACHMANN A. 1953. — Sur la présence de deux hépatiques : *Lophozia turbinata* (RADDI) STEPH. et *Microlejeunea Ulicina* (TAYL.) EVANS dans le Pas-de-Calais. P. 60, t. VI, n° 2 - p. 61, t. VI, n° 3.
- PATON J.A. 1965. — Census Catalogue of british Hepatics. British Bryological Society.
- VIAN (Brigitte) 1962. — Recherches sur la végétation bryophytique en forêt de Saint-Gobain. *D.E.S. Sc. Nat.* Paris.
- WARBURG E.S. 1963. — Census Catalogue of british Mosses. B.B.S.y.
- WATSON E.V. 1955. — British Mosses and Liverworts. Cambridge University Press.
- ACLOQUE, de VICO, frère GASILIEU, RIGAUX et WIGNIER. — Référence est faite des observations de ces auteurs dans le « Catalogue » de GENEAU de la MARLIÈRE.

ANNEXE

LISTE ALPHABETIQUE DES BRYOPHYTES OBSERVEES DANS LE MONTREUILLOIS

A) Hépatiques.

Calyptogeia trichomanis
Cephalozia bicuspida

Cephaloziella sp.
Chiloscyphus pallescens

Chiloscyphus polyanthus
Conocephalum conicum
Diplophyllum albicans
Frullania dilatata
Frullania tamarisci
Lophocolea bidentata
Lophocolea cuspidata
Lunularia cruciata
Marchantia polymorpha

Metzgeria furcata
Nardia scalaris
Pellia epiphylla
Pellia fabronniana
Plagiochila asplenioides
Porella platiphylla
Rudula complanata
Riccardia multifida
Riccardia pinguis

B) Sphaignes.

Sphagnum acutifolium
Sphagnum compactum
Sphagnum fimbriatum
Sphagnum palustre

Sphagnum plumulosum
Sphagnum rubellum
Sphagnum sub-secundum

C) Mousses.

Acrocladium cuspidatum
Acrocladium giganteum
Amblystegium serpens
Anomodon viticulosus
Atrichum undulatum
Aulacomnium palustre
Barbula convoluta
Barbula fallax
Barbula recurvirostra
Barbula unguiculata
Brachythecium albicans
Brachythecium rutabulum
Brachythecium velutinum
Bryum argenteum
Bryum caespiticium
Bryum capillare
Bryum pseudotriquetrum
Camptothecium lutescens
Camptothecium sericeum
Campylium elodes
Campylium stellatum
Campylopus brevipilus
Ceratodon purpureus
Cirriphyllum piliferum
Climacium dendroïdes
Cratoneuron commutatum
Cratoneuron filicinum
Ctenidium molluscum
Dicranella heteromala
Dicranella varia
Dicranoweisia cirrata

Dicranum Bonjeani
Dicranum scoparium
Ditrichum flexicaule
Drepanocladus aduncus
Drepanocladus revolvens
 (var. *intermedia*)
 (var. *lycopodioides*)
Entodon orthocarpus
Eurhynchium confertum
Eurhynchium praelongnum
Eurhynchium riparioïdes
Eurhynchium striatum
Eurhynchium Swartzii
Fissidens adianthoides
Fissidens bryoides
Fissidens taxifolius
Fontinalis antipyretica
Funaria hygrometrica
Grimmia pulvinata
Homalia trichomanoïdes
Hylocomium splendens
Hypnum cupressiforme
 var. *elatum*
 var. *ericetorum*
 var. *filiforme*
 var. *tectorum*
Isothecium myosuroides
Leptodon Smithii
Leptodyctium riparium
Leskea polycarpa
Leucobryum glaucum

Leucodon sciuroides
Mnium affine
Mnium hornum
Mnium Seligeri
Mnium undulatum
Neckera complanata
Orthotrichum affine
Orthotrichum anomalum
 » var. *saxatile*
Philonotis calcarea
Philonotis fontana
Plagiothecium denticulatum
Plagiothecium silvaticum
Pleuridium acuminatum
Pleurozium Schreberi
Pohlia nutans
Polytrichum formosum
Polytrichum juniperinum
Polytrichum piliferum
Pseudoscleropodium purum

Pylaisia polyantha
Rhynchostegiella tenella
Rhytidiadelphus loreus
Rhytidiadelphus squarrosus
Rhytidiadelphus triquetrus
Scorpidium scorpioides
Thamnum alopecurum
Thuidium abietinum
Thuidium tamariscinum
Tortula intermedia
Tortula laevipila
Tortula muralis
Tortula ruraliformis
Tortula ruralis
Tortula subulata
Ulota crispa
Weissia crispa
Weissia microstoma
Zygodon viridissimus

N.B. — La nomenclature des espèces observées est celle proposée par WATSON E.V. ; toutefois les bryophytes non citées par cet auteur ont été nommées suivant J. AUGIER.

*Travail du Laboratoire de Botanique
de la Faculté mixte de Médecine et
de Pharmacie de Lille.*

BULLETIN
de la
SOCIÉTÉ de BOTANIQUE
du
NORD de la FRANCE

FONDÉE LE 27 NOVEMBRE 1947



TOME XXI

1968

N° 2

N° 27.409 du Certificat d'Inscription à la Commission Paritaire
des Papiers de Presse

LILLE, INSTITUT DE BOTANIQUE
14, bis, Rue Malus

ERRATUM

Dans l'article FRONTISPICE, Tome XXI n° 2, page 55,
le numérotage des figures 1 et 2 a été Interverti.

BULLETIN DE LA SOCIÉTÉ DE BOTANIQUE DU NORD DE LA FRANCE

Tome XXI, (1968) n° 2

PREMIERES PROSPECTIONS CARYOLOGIQUES DANS LA FLORE LITTORALE DU BOULONNAIS

par M. LÉVÊQUE et R. GORENFLOT (*)

Ce travail se rapporte à des espèces du littoral de la Manche et de la Mer du Nord récoltées de Cayeux au Cap Blanc-Nez dans des associations végétales typiques des dunes, des vases salées et de la craie.

Bien que les 42 taxons retenus soient, pour la plupart, assez communs en France, 8 seulement avaient fait l'objet de quelques études caryologiques sur du matériel français. A leur propos, il est très rare, d'ailleurs, que les auteurs donnent des renseignements sur la localisation géographique des stations et les conditions écologiques ou phytosociologiques qui s'y trouvent réunies. Enfin, la plupart des 42 taxons considérés n'ont été que très peu étudiés à l'échelle mondiale.

La liste ci-dessous présente les résultats obtenus (2 n) :

DUNES d'AMBLETEUSE :

Agropyretum boreo-atlanticum Br. - Bl. et De Leeuw :

- 1 — *Euphorbia paralias* L. (16)
- 2 — *Honckenya peploides* L. (68)

Tortuleto-Phleectum Br. - Bl. et De Leeuw :

- 3 — *Phleum arenarium* L. (14)
- 4 — *Corynephorus canescens* L. (14)
- 5 — *Sedum acre* L. (24, 48)
- 6 — *Erodium glutinosum* Dumort. (20)
- 7 — *Viola tricolor* L. ssp. *Curtisii* (Forst.) Syme (26)
- 8 — *Galium verum* L. var. *littorale* Brebisson (44)
- 9 — *Galium mollugo* L. ssp. *neglectum* Le Gall (44)
- 10 — *Orobanche caryophyllacea* Smith (38)

(*) Séance du 13 mars 1968.

Broussailles d'un *Hippophaeto-Ligustretum* :

- 11 — *Hippophae rhamnoides* L. (24)
12 — *Cynoglossum officinale* L. (24)

Zones humides :

- 13 — *Polygala vulgaris* L. ssp. *oxyptera* Rchb. var.
 dunensis Dum. (68)
14 — *Pirola rotundifolia* L. ssp. *maritima* Kenyon (46)
15 — *Eupatorium cannabinum* L. (20)
16 — *Listera ovata* R. Br. (34)
17 — *Epipactis palustris* (L.) Crantz (40, 44, 46, 48)
18 — *Epipactis latifolia* All. (36, 44)

ESTUAIRE DE LA SLACK :

Junceto-Caricetum extensae Br. - Bl. et De Leeuw :

- 19 — *Glaux maritima* L. (30)
20 — *Triglochin maritimum* L. (24, 48)

CAP GRIS-NEZ (Pointe du Rident) (niveau des sources) :

- 21 — *Triglochin palustre* L. (24)
22 — *Samolus valerandi* L. (36)

CAP BLANC-NEZ :

Brassicetum oleraceae Gehu (paroi de la falaise) :

- 23 — *Brassica oleracea* (L.) DC. ssp. *oleracea* L.
 var. *silvestris* L. (18)
24 — *Matricaria inodora* L. ssp. *maritima* L. (18)
25 — *Daucus carota* L. ssp. *gummifer* Lmk. (18)
26 — *Centaurea scabiosa* L. ssp. *communis* Briq. (20 + 0 à 2 B)
27 — *Tussilago farfara* L. (60)
28 — *Sonchus oleraceus* L. (32)
29 — *Brachypodium pinnatum* (L.) P.B. (28)
30 — *Agrostis stolonifera* L. (28)
31 — *Dactylis glomerata* L. (28)

Festuceto-Brachypodietum calcicolum De Litardière (au sommet) :

- 32 — *Sanguisorba minor* L. var. *eu-dictyocarpa*
 (Spach) Gams (28)
33 — *Anthyllis vulneraria* L. ssp. *maritima* (Schweigg.)
 Asch. et Graebn. (12)
34 — *Polygala calcarea* Schultz (34)

- 35 — *Helianthemum nummularium* (L.) Dunal
ssp. *eu-nummularium* (L.) Issler (20)
- 36 — *Pimpinella saxifraga* (L.) Hudson ssp. *eu-saxifraga*
Thlmg. var. *dissecta* Retz (36)
- 37 — *Galium mollugo* L. ssp. *erectum* Huds. (44)
- 38 — *Asperula cynanchica* (Bauhin) L. (44)
- 39 — *Gentiana germanica* Willd. ssp. *eu-germanica* Br. - Bl. (36)
- 40 — *Gymnadenia conopsea* (L.) R. Br. ssp. *conopsea* L. (40)

LEVEES DE GALETS DE CAYEUX :

Crambeto-Crithmetum maritima Gehu

- 41 — *Crambe maritima* L. (60)
- 42 — *Glaucium flavum* Crantz (12)

Sans commenter tous ces résultats et si on excepte *Pirola rotundifolia* ssp. *maritima* (1) étudié pour la première fois, il faut signaler que, dans l'état actuel de nos connaissances :

— 15 taxons sont toujours diploïdes quelle que soit la latitude des stations : 1, 3, 4, 6, 7, 10, 15, 19, 23, 25, 33, 34, 35, 39, 40.

— 3 taxons ne sont connus qu'à l'état tétraploïde : 21, 29, 38.

— 2 possèdent un nombre chromosomique constant sans que l'on puisse le rapporter avec certitude à un degré de polyploïdie : 12, 27.

— 11 montrent, dans l'ensemble des aires de distribution, plusieurs degrés de polyploïdie. Chez 7 d'entre eux, c'est le degré le plus élevé qui est le mieux représenté (8, 9, 11, 20, 28, 31, 37), celui déterminé dans le Boulonnais. Chez deux autres (24, 41), on ne voit pas encore quel est le degré prédominant. Enfin, pour 32 et 42, c'est le degré le plus faible qui est le plus fréquent, celui que nous avons trouvé.

— 11 taxons présentent une grande variation du nombre chromosomique non liée à la polyploïdie (2, 5, 13, 16, 17, 18, 22, 24, 26, 30, 36).

Parmi quelques résultats signalons que :

— *Euphorbia paralias* est diploïde sur le littoral de la Manche comme sur celui de l'Océan Atlantique, contrairement à l'*Agropyrum junceum* qui l'accompagne fréquemment.

— *Sedum acre* est signalé pour la première fois à $2n = 24$ dans une station qui est la plus méridionale de toutes celles étudiées jusqu'à présent ($2n = 48$).

— *Erodium glutinosum* reste à $2n = 20$ du Portugal, au Boulonnais et jusqu'en Hollande.

— *Orobanche caryophyllacea* a pour nombre de base $x = 19$ comme l'avait laissé prévoir l'unique comptage de D.J. HAMBLET sur du matériel du Kent.

(1) Depuis ces recherches, M^{lle} GAGNIEU et Coll. ont confirmé ce résultat.

— *Pirola rotundifolia* ssp. *maritima* est à $2n = 46$ comme la sous-espèce *rotundifolia*. La méiose montre une association entre les bivalents à la métaphase I, mais aussi entre les chromosomes fils à la métaphase II ; l'une et l'autre confirment l'origine secondaire du nombre de base ($23 = 11 + 12$).

Le genre *Epipactis* présente une beaucoup plus grande variation chromosomique que ne le laissent supposer les travaux entrepris jusqu'à ce jour :

E. latifolia : $2n = 36$ et 44 s'ajoutent à 38 et 40 .

E. palustris : $2n = 44, 46, 48$ s'ajoutent à 40 .

— *Triglochin maritimum* bien connu pour une très riche polyploïdie stationnelle (de $2x = 12$ à $6x = 36$) peut se rencontrer aussi sous plusieurs formes polyploïdes dans une même station ($2n = 24$ et 48), alors que *T. palustre* est constant ($2n = 24$).

Si cette première prospection caryologique dans quelques associations végétales du Nord de la France apporte des résultats nouveaux, elle précise aussi plusieurs problèmes et en pose d'autres.

**Laboratoire de Taxonomie végétale
expérimentale et numérique de la Faculté
d'Orsay, associé au C.N.R.S.**

**CONTRIBUTION A L'ETUDE DE LA VEGETATION
DES MARAIS ARRIERE-LITTORAUX
DE LA PLAINE ALLUVIALE PICARDE**

par J.R. WATTEZ (*)

Le site des marais arrière-littoraux de la plaine alluviale picarde est tout à fait original et n'a pas été étudié, tant du point de vue phytosociologique que de l'écologie de ses groupements végétaux. Il faut insister sur la présence en ce lieu de groupements de tourbières basses, présentant un intérêt considérable et qui recouvrent des surfaces importantes.

Aux généralités situant ces marais dans leur cadre géographique, géologique, climatique et historique, succèdent la description et l'étude des associations végétales les plus dignes d'intérêt. Plus de soixante-dix groupements, appartenant à seize ordres différents, ont vu ainsi leur flore décrite et leur écologie soigneusement analysée.

(*) Séance du 13 mars 1968.



FRONTISPICES

par Maurice HOCQUETTE



NOTRE propos n'est pas d'ajouter aux innombrables gloses — chacun, de tous les critiques littéraires a fait la sienne sur les œuvres baudelairiennes — des réflexions poétiques, philosophiques, stylistiques ou, pour être au goût du jour — ce qui n'ajouterait rien — structuralistes. Nous avons voulu, simplement, à l'occasion de la célébration, partout en retard, du centenaire de la mort du poète, essayer d'apporter par les petits moyens des frontispices, une modeste contribution à la gloire de BAUDELAIRE et à l'histoire de la botanique littéraire.

La même année où BAUDELAIRE - DUFAYS obtenait un succès de presse avec le Salon de 1845 étaient annoncées, au mois d'octobre, *Les Lesbiennes* sur la couverture de l'*Agiotage* de Pierre DUPONT. L'année suivante, elles l'étaient sur la première édition des *Stalactites* de Théodore de BANVILLE et au verso du deuxième plat de la couverture du *Catéchisme de la femme aimée* par Pierre DUFAYS, l'annonce est la même mais avec l'indication in-4°. En 1850, ASSELINEAU a vu le manuscrit à peu près terminé. Le poème, l'*Ame du vin* et *Châtiment de l'Orgueil* paraissent dans *Le Magasin des Familles* au mois de juin 1850 ; ils feront partie d'un volume intitulé *Les Limbes*. Le 9 avril 1851, onze poésies de BAUDELAIRE sont réunies sous ce même titre dans *Le Messager de l'Assemblée*. La *Revue des Deux Mondes* publie, le 1^{er} juin 1855, signées de BAUDELAIRE, dix-huit pièces sous le titre *Les Fleurs du Mal*.

Les lesbiennes furent très à la mode dans le second tiers du XIX^e siècle. Les limbes, c'était la vie entre le bien et le mal, la frontière du paradis et de l'enfer, la limite incertaine entre l'espoir et la crainte, le plaisir et l'ennui. *Les Fleurs du Mal* résumait, dit Théophile GAUTIER, « sous une forme brève et poétique l'idée du livre et en indiquait les tendances... » c'était « un de ces titres heureux plus difficile à trouver qu'on ne pense ». Il le fut par Hippolyte BABOU, nouvelliste, critique littéraire de grande érudition, à la plume caustique et ironique, ami de BAUDELAIRE et de Théodore de BANVILLE.

Sur les épreuves portant le « bon à tirer », BAUDELAIRE qui attachait une grande importance à la publication de ses œuvres et apportait une grande minutie aux corrections, demande, pour le titre, que « Fleurs du Mal » soit en rouge, le reste en noir, et pour la dédicace à Théophile GAUTIER que *fleurs* (« ces fleurs malades ») soit en italiques, en capitales penchées « puisque c'est un titre-calembour ».

Les Fleurs du Mal ont paru en 1857 éditées par POULET-MALASSIS et DE BROISE. C'est un in-12 de onze cahiers, d'une très belle typographie, tiré à 1.100 exemplaires. Le livre fut mis en vente le 25 juin 1857. Par ses peintures « horribles » il provoqua un frisson, un grand émoi dans le monde littéraire.

Un article de critique signé par Gustave BOURDIN et publié dans LE FIGARO du 5 juillet suivant attira, par cette appréciation du journaliste « L'hôpital ouvert à toutes les démences de l'esprit, toutes les putridités du cœur » l'attention des fonctionnaires du Ministère de l'Intérieur. BAUDELAIRE et son éditeur furent poursuivis pour le délit d'outrage à la morale publique et aux bonnes mœurs et condamnés (1) à une peine d'amende dont le montant fut ensuite abaissé (300 F le 20 août 1857 date du jugement, 50 F le 25 janvier 1858) et à la suppression des pièces portant les numéros 20, 30, 39, 80, 81, 87. En exécution de ce même jugement les feuillets correspondants devaient être arrachés. Des précautions avaient été prises. Le 11 juillet 1857 BAUDELAIRE écrivait à POULET-MALASSIS « Vite, cachez bien toute l'édition ; vous devez avoir 900 exemplaires en feuille... ». Ce qui fut fait et il est resté un certain nombre d'exemplaires intacts.

BAUDELAIRE devait tout de suite envisager une réédition de l'ouvrage. Il désirait qu'elle fût ornée d'un frontispice. Au mois de mai 1859 il écrivait à son ami NADAR en imaginant l'eau-forte : « Ici un squelette arborescent, les jambes et les côtes formant le tronc, les bras étendus en croix s'épanouissant en feuilles et bourgeons, et protégeant plusieurs rangées de plantes vénéneuses, dans de petits pots échelonnés, comme dans une serre de jardinier. — Cette idée m'est venue en feuilletant l'histoire des *Danses macabres* d'Hyacinthe Langlois ».

C'est la planche VII qui se trouve dans le T. II de l'*Essai historique, philosophique et pittoresque sur les Danses des Morts* par E.-H. LANGLOIS... suivi d'une lettre de C. LEBER et d'une note de M. DEPPING ouvrage complété

(1) Le jugement a été cassé par la Cour Suprême par arrêt du 31 mai 1949.

et publié par M. André POTTIER et M. Alfred BAUDRY (Rouen, A. Lebrument, 1851. In-8°, 2 vol.) qui avait attiré l'attention de BAUDELAIRE. Il feuilletait, peut-être ce livre comme ceux qui, à l'hôtel Pimodan, en petit nombre mais choisis, dans leur reliure du temps, étaient rangés dans les cabinets adjacents à la grande pièce. LANGLOIS (T. II, p. 11-12) dit de cette gravure : « Il est hors de doute que cette curieuse représentation, reproduite d'après une gravure sur bois, a dû servir à la décoration de quelque livre d'Heures ou de quelque recueil de moralités ; elle a été publiée en guise de cul-de-lampe ou de fin de page, par Dibdin, dans le *Bibliotheca spenceriana*, t. 1^{er}, p. 220, sans aucune indication de l'endroit ou du volume dont elle est extraite.

Notre planche a été exécutée d'après cette gravure : c'est une ingénieuse allégorie du péché de nos premiers parents. Eve prend le fruit défendu, que lui offre le Serpent enroulé sur les épaules du squelette, dont les jambes croisées imitent le tronc tortueux de l'arbre, et la Mort, conséquence de la faute, paraît aussi tenter elle-même les coupables ».

Cette gravure serait peut-être l'œuvre de Hans SEBALD BEHAM dont on a une épreuve originale datée de 1543 et une copie par Barthol BEHAM. Elle sert aussi d'introduction au chapitre I du premier livre du *De conceptu et generatione hominis* (Francfort, 1580).

Pour ses petites plantes en pots, pour le squelette aussi, BAUDELAIRE rêvait de s'adresser, avec raison sans doute, après un essai malheureux avec Félix BRACQUEMOND en 1857, à un artiste allemand Alfred RETHEL, sinon à deux illustrateurs français, excluant Gustave DORÉ trop puéril, trop enfantin, Célestin NANTEUIL et Penguilly l'HARIDON ou à un peintre, MANET (fig. 1). Mais c'est Félix BRACQUEMOND qui, à la fin de l'année 1859, fut définitivement choisi en raison vraisemblablement de son amitié avec POULET-MALASSIS.

Des divers essais de BRACQUEMOND, dessins ou eaux-fortes un certain nombre sont connus, en particulier par un recueil (1) établi par son ami CHAMFLEURY.

Le premier (fig. 2) est un dessin. Un squelette-clergyman, au geste lugubre et doctoral, appelle avec beaucoup de sérieux et sans onction les bénédictions célestes sur les sept plantes impures représentant les péchés capitaux dont les noms devaient être inscrits dans les cartouches disposés en brochettes et ornés au sommet d'un nœud de vierge innocente. Les

(1) Ce recueil (Catalogue de la vente atelier... Paris, Léon Sapin, 1891, n° 11) contenait :

- 1° Une note autographe de CHAMFLEURY sur la composition du volume. -
- 2° Un portrait de BAUDELAIRE, par BRACQUEMOND. Eau-forte. - 3° Un frontispice pour les Fleurs du mal, première composition. Dessin original. - 4° Un frontispice, deuxième composition. Autre dessin original. - 5° Un frontispice, troisième composition. Eau-forte pour la partie inférieure (Fleurs de péchés). Le squelette-arbre dessiné à la mine de plomb. Au verso, croquis original du squelette, à la mine de plomb. - 6° Frontispice, quatrième composition. Eau-forte, première épreuve de l'ensemble. Le squelette-arbre de profil. - 7° Lettre autographe de BRACQUEMOND à CHAMFLEURY, au sujet du frontispice. - 8° Frontispice, cinquième composition. Eau-forte. Le squelette de face. -

jambes croisées renforcent le comique de l'image. Les plantes, croquées très rapidement, sont difficilement déterminables. Peut-on y reconnaître une sorte d'*Arum*, un *Muscari comosum*, une feuille d'Hellebore, une fleur de Personées, une Coronille en fruits ?

Puis une eau-forte (fig. 3) en premier état (1859-1860) avec seulement les plantes à la partie inférieure sans les hachures horizontales à partir du tiers inférieur et sans les empâtements dans les végétaux. On retrouvera les mêmes dans tous les autres états. Une flamme, à leur sommet, devait porter le nom latin du péché qu'elles symbolisent. Dans une lettre (13 janvier 1860) adressée à BRACQUEMOND, POULET-MALASSIS les indiquait ainsi au graveur : Orgeuil (sic) : *Superbia* ; Paresse : *Pigritia* ; Luxure : *Luxuria* ; Envie : *Invidia* ; Gourmandise : *Gula* ; Colère : *Ira* ; Avarice : *Avaritia*, en ajoutant « pour l'envie il faut une plante desséchée d'apparence, n'importe laquelle. Et pour l'avarice, une plante contractée d'apparence. Ce frontispice est une œuvre d'esprit, et comme vous êtes plutôt spirituel que botaniste, allez-y bravement sans vous occuper de Linné ».

BRACQUEMOND pourtant représente si bien les plantes qu'on peut les reconnaître. De gauche à droite s'alignent le lis, un *Convolvulus*, l'*Umbilicus pendulinus*, le *Silybum Marianum*, un *Pedicularis foliosa* ou *P. palustris*, un *Cirsium* (plutôt qu'un vrai chardon, *Carduus*, ou un *Carlina*), un *Rumex*. Il faut bien le dire ces plantes symboliques sont parfaitement choisies (voir ci-dessous).

Et cela devait conduire au deuxième état de l'eau-forte (fig. 4). Le squelette désiré par BAUDELAIRE et qu'on trouve dans le recueil de CHAMFLEURY dessiné à la mine de plomb au verso du premier état est maintenant gravé. Le squelette branchu et foliarisé est de trois quarts. C'est un squelette de femme — mais rien ne ressemble plus à un squelette qu'un autre squelette — dans une pose de danseuse. C'est la première épreuve de l'ensemble qui, soumise à POULET-MALASSIS, n'eut pas son approbation. Il adresse alors à l'artiste un décalque de la partie intéressante de la planche du LANGLOIS (même lettre que celle citée précédemment p. 4) (fig. 5).

BRACQUEMOND reprend sa planche pour un troisième état (fig. 6) qui comme repentirs du deuxième montre surtout des pommes estompées près de l'os iliaque gauche, celles qui étaient attachées au coude du bras gauche, et des traits obliques de l'autre côté ombrant un ensemble de pommes esquissées.

9° Trente-trois ornements typographiques inédits pour une édition des Fleurs du Mal, qui devait être publiée par P.-MALASSIS et qui n'a point paru. En voici le dénombrement :

Un grand et un petit fleuron, une lettre ornée, un grand et un petit cul-de-lampe pour chacune des divisions de l'ouvrage ; un fleuron aux initiales C.B., une lettre ornée et un cul-de-lampe pour la notice sur BAUDELAIRE.

En tout trente-trois ornements sur un grand placard, états différents en noir et en sanguine.

Gravures sur bois par SOTAIN, d'après les dessins de BRACQUEMOND. Il n'a été tiré que deux épreuves de ce placard.

10° Note autographe de CHAMFLEURY, donnant l'historique de cette édition projetée.

Cette fois, BAUDELAIRE qui s'était souvent montré mécontent éclate contre l'illustrateur. « Voici l'horreur de BRACQUEMOND — écrivait violemment BAUDELAIRE le 20 août 1860 à POULET-MALASSIS —. Je lui ai dit que c'était bien. Je ne savais que dire, tant que j'étais étonné. Ce squelette *marche* et il est appuyé sur un éventail de rameaux qui *partent des côtes* au lieu de *partir des bras*. A quoi a servi le dessin calqué d'après LANGLOIS ? Je ne souffrirai pas que cela paraisse, et si je vous cause trop de chagrin, comme à un enfant qui veut manger ce qu'il a payé, je m'appliquerai à vous consoler et à vous dédommager d'une manière quelconque »... « Voilà encore ce frontispice à l'horizon ; je suis perdu. Comment pouvez-vous avoir encore confiance dans une interprétation d'une idée quelconque par un artiste quelconque ? Ces fleurs étaient absurdes. Encore aurait-il fallu consulter les livres sur les analogies, le langage symbolique des Fleurs, etc... Si vous tenez absolument à un frontispice, coupez proprement avec des ciseaux l'image de LANGLOIS et demandez à BRACQUEMOND un *fac-simile*... Qu'il ne se *permette d'ajouter quoi que ce soit*... Si vous ne faites pas cela vous n'obtiendrez que des absurdités... Jamais il ne pourra représenter les péchés sous forme de fleurs ».

POULET-MALASSIS tout en abandonnant l'idée de ce frontispice pour la seconde édition, édition qui parut au mois de février 1861 avec trente-cinq poèmes nouveaux qui remplacent les six supprimés et ornée d'un portrait-frontispice de BAUDELAIRE par BRACQUEMOND, pensait toujours faire paraître des *Fleurs du Mal* de luxe en 1862 pour l'Exposition universelle, de Londres. « Singulière idée et que je crois mauvaise ! » écrit BAUDELAIRE à sa mère le 10 juillet 1861. BRACQUEMOND continua cependant à travailler inutilement à des bandeaux, à des lettrines, à des culs-de-lampe gravés sur bois.

Le 13 mars 1862, BRACQUEMOND venait de « faire pour la cinquième fois un squelette-arbre » (lettre à CHAMFLEURY) qui n'était pas encore comme BAUDELAIRE le désirait, solidement enraciné puisqu'il est l'arbre de la science du bien et du mal », avec « le tortillement des deux jambes » qui doit seulement lui donner « la pyramidation nécessaire », et dont les bras devaient progressivement se transformer en branches. Il devait montrer toute la puissance du monde végétal qui vainct la mort.

L'image de l'arbre est essentiellement liée à la sexualité et à la reproduction, elle s'associe au thème du renouveau et de la naissance de la vie et même le retour au sein maternel. D'autre part le culte de l'arbre est phallique par excellence et des dessinateurs modernes (LABISSE et d'autres) l'ont même quelquefois presque uniquement traduit par l'organe lui-même.

La végétalisation de squelettes ou de corps humains, qui s'apparente aux forces sourdes, à la magie primitive et à la mythologie avec les hama-dryades, se retrouve dans de très nombreuses œuvres d'art, dans de nombreuses illustrations d'ouvrages anciens ou modernes. Ce sont des femmes qui sont surtout végétalisées pour que le symbolisme soit plus apparent.

Le végétal est une source de fantastique, de suggestions. Les anciens artistes l'ont bien utilisée et dans leurs sabbats et diableries, les Tenta-

tions aussi, ils ont associé toutes sortes de végétaux à l'anatomie de leurs diables et de leurs monstres. Les démons-arbres du moyen âge, les génies femelles, aux seins flasques, recouverts d'écorce et de branches, sont quelquefois si nombreux qu'ils simulent une forêt. Une sculpture de stalle du chœur de Notre-Dame de Paris représente même un Christ entouré d'une écorce d'où ne sortent que la tête, les mains et les pieds ; deux très grandes feuilles de chêne sortent de son flanc.

Un dessin de Pierre BRUEGHEL l'Ancien intitulé *La luxure* réalisé en 1557 et gravé par P. VAN DER HEYDEN a pour motif central un arbre creux, symbole de la mort et surtout du fourneau des alchimistes, qui abrite une femme et un monstre amoureux.

Un arbre creux aussi engendre l'Enfant de la Philosophie dans une Tentation de saint Antoine par Hieronymus BOSCH. Il a peint souvent des démons-arborescents. Dans le rétable de la Vierge et de saint Antoine des Antonistes d'Issenheim, œuvre capitale de Mathias GRÜNEWALD les diables sont très sylvestres et une végétation drue croît sur leur tête. Les sorcières sont parfois représentées avec des bras noueux et feuillus. Ne sont-elles pas associées sensuellement à leur manche à balai ? Elles adhèrent intimement au bois, font corps avec lui par un phénomène d'attraction réciproque : si le bois s'humanise, la sorcière se végétalise. Dans le *Discours du songe de Poliphile*, illustré par MANTEGNA ce sont les nymphes qui se métamorphosent : « Devant lui [Jupiter] estoit une danse de sept nymphes vestues de blanc, chantans (comme il sembloit) par une réjouissance dévote et sainte ; puis estoient converties en arbres verds, ornez de fleurs azurées et s'inclinoient treshumblement devant ce grand Dieu. Elles n'estoient pas entièrement transformées, mais les unes plus, les autres moins ; toutesfoys la dernière estoit jà toute en arbre, excepté le visage ». On donnait même au XVIII^e siècle dans les planches d'anatomie un aspect végétal au système artériel. A la fin du siècle dernier — nous ne pouvons tout énumérer — Albert BESNARD dans la quatrième eau-forte qui illustre *Les perles rouges* de Robert de MONTESQUIOU montre un terme à la partie humaine en squelette dont l'index de la main, le bras étant en flexion vers l'épaule, paraît se terminer par une branche ramifiée et feuillue. Une lithographie de BRESLIN qui cherche toujours par une richesse de végétations sylvestres, lianes, ronces, chardons, roseaux, fougères à transmettre l'émotion de l'espoir ou de la crainte, le mystère, *La comédie de la mort*, qui aurait inspiré à Théophile GAUTIER l'œuvre de même titre, représente un chêne dénudé sur lequel des squelettes sont perchés ; le squelette de droite tient dans les os de la main gauche une branche de chêne avec des feuilles et des glands. Félicien ROPS a, pour la Daphné de la page de titre de *Le livre moderne* d'Octave UZANNE, donné d'abord le dessin d'une femme nue aux bras levés qui s'épanouissent en branches fourchues puis une héliogravure où les ramifications sont foliées. Sur le frontispice des *Œuvres inutiles ou nuisibles* une femme porte un crâne d'où s'échappent toutes sortes de plantes. Dans *Le péché mortel* du même graveur, Eve est devant un arbre et le dessin des bras s'estompe dans le feuillage avec une tendance à la végétalisation. L'esquisse du portrait de Madame Franca Florio par BOLDINI est une interprétation purement végétale. Max ERNST a même combiné en des œuvres ridiculement surréalistes

des portions de squelette (omoplates et bras, jambes, bras) et des modèles de botanique fabriqués vers 1890 par les Etablissements R. BRENDÉL (Grünewald - Berlin, 53 Birmarck-Alle). Très récemment (1967) CARZOU a végétalisé le corps humain.

Les squelettes, les décharnés ou les re-charnés de lambeaux de muscles et de peau, fascinaient Charles BAUDELAIRE, les danses macabres aussi. Cette attraction était telle que André ROUSSEAU, quand il fut question d'élever un monument à la mémoire de BAUDELAIRE proposait d'édifier tout simplement le célèbre squelette sculpté par LIGIER-RICHIER en 1554 pour le tombeau de René de CHALON dans l'église Saint-Pierre à Bar-le-Duc (fig. 7). *La danse macabre* composée par Maître Jehan GERSON (1425), *La Grande danse macabre des hommes et des femmes...* (1486), *L'Alphabet de la mort* de Hans HOLBEIN avaient la faveur de l'écrivain. C'est une statuette (fig. 8) du sculpteur Ernest CHRISTOPHE, un squelette, — un décharné — appartenant au comte Robert de MONTESQUIOU qui inspira à BAUDELAIRE son poème, d'ailleurs dédié à l'artiste, *Danse macabre*, illustrée par *La danse au bal masqué* de ROPS. Faut-il citer aussi *Le squelette laboureur* ?

« Aucuns t'appelleront une caricature
Qui ne comprennent pas, amants ivres de chair
L'élégance sans nom de l'humaine armature
Tu réponds, grand squelette, à mon goût le plus cher ! »

(*Les Fleurs du Mal*. XCVII. *Danse macabre*.
Cinquième strophe. Deuxième édition, p. 226).

« BAUDELAIRE est, je crois, l'homme dont je désire le plus vivement faire la connaissance, nous nous sommes rencontrés dans un amour étrange, l'amour de la forme cristallographique première : la passion du squelette », écrivait, à la fin du mois de mai 1864, Félicien ROPS à POULET-MALASSIS. Le goût morbide et voluptueux du squelette ! Une grande amitié devait bientôt unir le poète et le graveur dont BAUDELAIRE avait salué avec enthousiasme le talent en le comparant à la pyramide de Chaeops et que Jules CLARETIE considérait comme « le Baudelaire du burin ». ROPS, le meilleur, le plus hardi, le plus violent aqua-fortiste de la fin du XIX^e siècle. Théodore HANNON raconte : « Je venais du quai Voltaire où je venais d'habiter avec Wagner, côte à côte avec Baudelaire... Dans le silence des nuits nous propositions avec Bracquemond et Lalanne, sous la direction de Jacquemart... des morsures révolutionnaires. Le chlore des incandescences, le perchlorure de fer aux reflets rouges, l'ammoniaque cautérisant, les sinistres acétates, le bichromate de potassium redouté... noircissaient dans l'ombre leurs précipités et nous communiquaient leur effervescence. L'eau-forte moderne surgissait des vapeurs bizarres... ».

ROPS fut chargé d'exécuter le frontispice pour *Les Epaves* qui devait comprendre vingt-trois poèmes et qui débute, après la pièce liminaire *Le Coucher de soleil romantique*, par les six pièces condamnées (1). Avec ROPS

(1) Ces six pièces avaient été réimprimées en 1864 dans *Le Parnasse satyrique du XIX^e siècle...* Rome (Bruxelles), à l'enseigne des sept Péchés capitaux, s. d. (1864).

à l'inspiration souvent littéraire et qui, par cela, provoquait l'enthousiasme des écrivains, au surplus botaniste fanatique, mais plus botaniste d'art que de science, BAUDELAIRE recommença pourtant à être très exigeant. Deux dessins furent d'abord soumis à l'auteur. Pour l'un d'eux ROPS a croqué les « Fleurs Epaves » avec « le pommier squelette ayant le pied dans les floraisons grasses des sept péchés capitaux ». Dans l'autre sur un feuillet de lettre adressée à POULET-MALASSIS « l'arbre du bien et du mal est composé d'un faisceau de squelettes reliés par le serpent enroulé en spirale, et dont les bras retombent en feuillée macabre supportant les fruits défendus. En bas, toutes les plantes emblématiques ont des physiologies humaines ». Et voici la lettre elle-même : « Je vous expédie le récoq (1) corrigé et retourné vers l'Orient — Le fontispice arrivera Jeudi, il est un peu en retard. J'ai dû recommencer le croquis, un bon petit camarade m'ayant « chipé » le premier. Je ferai de suite le Baudelaire — envoyez-moi s'il vous plaît un petit croquis de l'Orchis Satyrion, qui doit représenter la luxure dans ce bouquet de fleurs aimables, — je n'ai jamais trouvé en Belgique cette orchidée et je n'en trouve pas de représentation ; — Le vieux Fuchs en parle de cette jolie façon : « *Satyrion* ou Coillon de chien, — en latin : *orchis-es* boutiques *Testiculus canis*. C'est l'herbe ha esté appelée orchis pourceq les racines s'entretiennent tout ainsi que deux vrais coillons. Induicte avec farine d'orge rostie elle appaise les tumeurs des parties génitales et autres vices y survenant, — et aussï avec lait de brebis ».

Et voilà

l'arbre squelette au milieu
à ses mains branchues pendent les pommes
du paradis terrestre, le serpent d'Eve enroule
le tronc au pied
croissent Ira — une cactée du Cap — à longs dards
Pigritia — une souche desséchée et couchée
Invidia — une serpente à aiguillons
Gula — un melon
Libido — satyrion ? où un arum (vit de prêtre)
Superba — le soleil
Avaritia — Plantes à griffes

En bas l'Autruche court avec son fer à cheval
et sa devise ; au-dessus le médaillon de
Baudelaire emporté par les anges vers les
sphères éthérées.

Des sphinx (têtes de mort) viennent sucer le suc
des plantes — des hiboux et des chauves-
souris volent dans le ciel sombre.

(1) Les six pièces avaient été réunies en 1864 dans le *Journal de la Société des Artistes Français* (Paris, 1864).

« Croyez-vous que l'arbre composé d'un faisceau de squelettes avec des milliers de longs bras en ossements, tenant les pommes du mal — ne serait pas plus saisissant ? ou un squelette aux cent bras... ».

Puis un croqueton au fusain montre, fiché dans un sol herbu, un squelette implorant aux bras rameux. Un serpent entoure ses jambes et le sexualise en sortant du bassin. En haut, une chimère dont la partie postérieure se termine par un curieux appendice hélicoidal porte un médaillon avec le portrait de BAUDELAIRE. En bas, d'un simple trait, est marqué l'emplacement du cartouche qui doit contenir l'autruche (fig. 9).

Un autre fusain rehaussé de gouache ne comporte pas encore les fleurs symboliques.

Enfin l'eau-forte (fig. 10), plus chargée que le dernier fusain, qui sert de frontispice aux *Epaves* (Amsterdam, à l'enseigne du Coq - Bruxelles, Poulet-Malassis ; 1866 (*) ; 260 exemplaires dont 10 sur Chine et 250 sur vergé. Bruxelles, chez tous les libraires, 1866 ; 500 exempl. sur vélin sans le frontispice) et que les contemporains considérèrent comme un chef-d'œuvre. Tirée en noir sur Chine volant (il y a eu sept états à différents degrés de morsure et de travail) elle est accompagnée, imprimé en rouge, du texte suivant : « Sous le Pommier fatal dont le tronc-squelette rappelle la déchéance de la race humaine, s'épanouissent les Sept Péchés Capitaux, figurés par des plantes aux formes et aux attitudes symboliques. Le Serpent, enroulé au bassin du squelette, rampe vers ces *Fleurs du Mal*, parmi lesquelles se vautre le Pégase macabre, qui ne doit se réveiller, avec ses chevaucheurs, que dans la vallée de Josaphat.

Cependant une Chimère noire enlève au-delà des airs le médaillon du poète, autour duquel des Anges et des Chérubins font retentir le *Gloria in excelsis* !

L'Autruche en camée, qui avale un fer à cheval, au premier plan de la composition, est l'emblème de la Vertu se faisant un devoir de se nourrir des aliments les plus révoltants :

« Virtus durissima coquit »

Le courage vient à bout des choses les plus dures — digère les choses les plus dures — a été la devise de BAUDELAIRE. Le camée a eu un tirage spécial, avant ou après celui du frontispice, on ne sait, mais le fer à cheval est remplacé par un caillou, un tas de pierres se trouve au premier plan et des Pyramides au fond (cf. p. 7).

Reproduit en plus grand format par le procédé Gillot en noir et en sanguine (surface couverte 15,7 × 10,2 cm), la composition de ROPS devint le frontispice du *Tombeau de Baudelaire*, un livre luxueusement édité en 1896 qui contient, en même temps que des documents rares, des commentaires curieux sur l'œuvre et la personnalité de BAUDELAIRE.

(*) La même année paraissaient, dans le *Parnasse contemporain* (5^e liv.) et en plaquette in-8° (Paris, Lemerre, 1866), *Les Nouvelles Fleurs du Mal*.

Les plantes sont de gauche à droite : un *Cereus flagelliformis* ou *C. serpentinus*, un chêne couché qui continue à porter des feuilles à l'extrémité de jeunes rameaux, des *Anthurium* ou mieux des *Arum*, l'*Helianthus annuus* (le soleil), de l'orge ou du blé des pharaons, une Cucurbitacée dont les vrilles sont épaissies en mains aux doigts crochus, le fruit de cette même Cucurbitacée. Enfin l'autruche en camée, sarcastique, marque en héraldique de la patience et de la vigilance, fait sans doute allusion au procès des *Fleurs du Mal*.

POULET-MALASSIS avait écrit à BRACQUEMOND qu'il ne devait pas s'occuper de LINNÉ, que le frontispice devait être une œuvre de l'esprit, et BAUDELAIRE à l'éditeur que l'artiste aurait dû consulter les livres sur les analogies, sur le langage symbolique des fleurs. Or il faut reconnaître que les symboles choisis par BRACQUEMOND correspondent justement au langage des fleurs codifié à l'époque dans de nombreux ouvrages. Le lis (le lis jaune) (1) : l'ostentation, la vanité, le mensonge ; le liseron : l'apathie avec une nuance de méchanceté, de bassesse ; l'*Umbilicus pendulinus*, le nombril de Vénus : la luxure ; le *Silybum Marianum*, le chardon Marie, avec les taches sur les feuilles, la signature de la plante avec les envies : l'envie avec une certaine cruauté comme pour toutes les plantes tachetées (encore une signature qui fait penser à la peau des tigres) ; le *Pedicularis*, l'herbe aux poux, qui ne peut vivre par soi-même et qui puise sa nourriture chez les autres, dont les fleurs ont des lèvres : la gourmandise et la facilité ; le *Cirsium*, chardon ou carline : la sévérité, la rigueur, la contradiction, l'isolement, la colère ; le *Rumex* ou Patience avec son petit nombre de fruits, la rareté de ses semences : l'avarice.

Plus difficiles sont à trouver des analogies ou des rapports phytognomiques avec les plantes de ROPS. Du serpent inondant, insinuant et hérissé d'épines ne pouvait naître que l'idée d'horreur ; le chêne n'a jamais évoqué que l'hospitalité, la force, la protection et couché il ne peut l'être que par accident ; les *Anthurium* et les *Arum* ont eux vraiment toujours été la marque de l'ardeur, de la chaleur, de la luxure ; le soleil est indice de courtisanerie, d'adoration, d'arrogance, de fausse richesse, d'orgueil ; les épis — ici d'escourgeon ou de blé des pharaons — ont de tout temps marqué la richesse et même le dévouement et l'utilité, les arêtes dressées peuvent seules faire penser à une expression trop vive et agressive ; la vrille en griffes, les griffes de vampire, la main décharnée, noueuse, crispée : l'avarice ; le melon par son goût et son volume : la gourmandise. C'est seulement pour quelques plantes qu'on trouve la correspondance dans le langage des fleurs : les *Anthurium* et *Arum*, le soleil. La cactée du Cap et l'orchidée n'ont pas été utilisées.

Le frontispice de BRACQUEMOND répondait donc mieux que celui de ROPS au désir de BAUDELAIRE d'avoir des plantes avec une symbolique précise et les reproches de l'auteur pour le squelette paraissent fort exagérés si on se souvient que dans les danses des morts aux squelettes actifs comme dans les bordures des *Belles heures* de Simon VOSTRE, que dans

(1) Le lis blanc symbolise la pureté, l'innocence, la majesté, la souveraineté ; le lis rouge a, lui, une influence maléfique.

les planches d'anatomie ancienne, les squelettes sont toujours dans les positions les plus inattendues, des attitudes de vivants et que tout ce décor macabre avait été très à la mode à l'époque romantique. BAUDELAIRE ne semble d'ailleurs n'avoir été que médiocrement satisfait de la composition allégorique de Rops. Le 21 février 1866 il écrivait au graveur : « Je trouve votre frontispice des *Epaves* excellent, surtout *plein d'ingénium*. Mais on a eu tort de me montrer le dessin. La lumière a disparu. Malheureusement, je ne suis pas du métier ; et je ne peux pas expliquer comment vous assourdissez votre idée première. Ah ça ! vous n'allez pas m'en vouloir, je suppose, pour les libertés que je prends ? » et le 1^{er} juin 1866, il demandait « Qu'est devenue la *Danse Macabre* ? » en pensant peut-être à l'édition de luxe prévue par POULET-MALASSIS, mais il avait auparavant ajouté, en *post-scriptum* de la lettre du 21 février : « Il me semble qu'une jolie eau-forte serait un très suffisant frontispice ; il s'agit « D'une coquette maigre aux airs extravagants ». (*Les Fleurs du Mal*. XCVII - Danse macabre - 1^{re} strophe, 4^e vers. Deuxième éd., p. 225).

BAUDELAIRE se serait-il montré un jour satisfait de l'illustration des *Fleurs du Mal* ? Il est avant tout un idéaliste. « Mon cher Desnoyers, vous me demandez des vers pour votre petit volume (Fontainebleau. Hommage à C.F. DENECOURT. Paris, Hachette, 1855), des vers sur la *Nature*, n'est-ce pas ? sur les bois, les grands chênes, la verdure, les insectes, — le soleil, sans doute ? Mais vous savez bien que je suis incapable de m'attendrir sur les végétaux, et que mon âme est rebelle à cette singulière Religion nouvelle, qui aura toujours, ce me semble, pour tout être *spirituel* je ne sais quoi de shocking. Je ne croirai jamais que *l'âme des dieux habite dans les plantes*, et, quand même elle y habiterait, je m'en soucierais médiocrement, et je considérerais la mienne comme d'un bien plus haut prix que celle des légumes sanctifiés. J'ai même toujours pensé qu'il y avait dans la *Nature*, florissante et rajeunie, quelque chose d'affligeant, de dur, de cruel, — un je ne sais quoi qui frise l'impudence ». Il n'exprime jamais, en effet, une émotion pour une fleur, pour une plante. BAUDELAIRE avait le projet d'écrire et de réunir sous le titre *Oneirocritie* des poèmes dont *Paysages sans arbres*. Dans les Tableaux parisiens dit *Livre urbain* il exclut le végétal (*Les Fleurs du Mal*. *Rêve parisien*, 2^e et 3^e strophe. Deuxième éd., p. 236-237).

« Le sommeil est plein de miracle !

Par un caprice singulier

J'avais banni de ces spectacles

Le végétal irrégulier,

Et, peintre fier de mon génie

Je savourais dans mon tableau

L'enivrante monotonie

Du métal, du marbre et de l'eau ».

Il rejette le naturel. L'art doit être artificiel. « ...faire naître artificiellement le plaisir... savoir s'abstraire suffisamment pour amener l'hallucination et pour pouvoir substituer le rêve à la réalité même... n'admettre... aussi bien en littérature qu'en peinture, ni l'imitation, ni la copie de la

nature... la nature est laide et je préfère les monstres de ma fantaisie à la trivialité positive... L'artiste... guidé par l'imagination peut... créer un monde nouveau et produire la sensation du neuf ».

C'est une conséquence de sa théorie du dandysme qui veut soumettre l'univers à la loi de l'ordre, qui ne souffre pas d'irrégularité même chez le végétal. C'est le besoin ardent de se faire une originalité, de rechercher le plaisir de déconcerter et la satisfaction orgueilleuse de n'être jamais étonné, c'est se méfier du bon sens, de l'inspiration et de l'instinct. BAUDELAIRE, au quartier latin vivait au milieu de la bohème, BARBARA, LASAILLY, OURLIAC, PRIVAT d'ANGLEMONT, par haine de la banalité. Mais il régnait aussi bien sur les lettres que sur les Arts, il fréquentait aussi des artistes : Gustave MOREAU, le maître RODIN, Félicien ROPS. Les peintres qu'il aime sont, c'est étonnant, des observateurs et des « volontaires ». Curieuse discordance entre ses conceptions littéraires et ses tendances artistiques ! D'ailleurs, GAUTIER, dit-on, prend l'œil pour arbitre, BAUDELAIRE l'oreille. L'un va à la peinture, l'autre à la musique.

Alors pourquoi avoir toujours recherché un symbolisme primitif et surtout végétal, confus et macabre en plus ? Bien sûr, de BAUDELAIRE il y avait un côté « comédien ». Il se jouait d'extravagantes comédies, des tragi-comédies. La chair et l'esprit, le péché et la grâce, le moment et l'infini, la confiance et le doute, la gaieté et le « spleen », la douleur et la joie, les premiers prévalaient-ils contre les seconds

« En son œuvre orgiaque »

où

« Se mêlent aux rires fous un dur

Ricanement de blême Norne » ?

Comment BRACQUEMOND et ROPS pouvaient-ils traduire ce mystère, l'impression pénible de cruauté et celle de pitié, la caricature et la réalité, la souffrance et la volupté de la vie, traduire les *Fleurs du Mal* effrayantes et grandioses, ensorcelantes, horribles ?

Le résultat est lamentable et rudimentaire. Il est pénible à un admirateur de l'œuvre gravé de ROPS d'en arriver à une critique, bien moins acerbe pourtant et limitée à un frontispice que celle de COQUIOR qui n'aurait pas dû oublier les planches de LOBEL-RICHE qu'il a acceptées pour ses parisiennes.

BRACQUEMOND a produit de bien tristes frontispices. Pour celui des *Amis de la nature* où tout s'harmonise avec le portrait de l'auteur aux « bacchantes » tombantes et aux yeux fuyants vers le bas, aussi coulant que le fromage en haut et à droite, aussi myope que peut l'indiquer le binocle ; le graveur avait, au moins, l'excuse de pouvoir signer « d'après Courbet ». A-t-il celle de se retrancher derrière les directives données par BAUDELAIRE pour ses petites plantes en pots empoisonnées ?

On a dit que la gravure à l'eau-forte de ROPS, pour le frontispice des *Epaves*, c'était l'ignoble rendu burlesque. Ce frontispice est sans noblesse et c'est une sorte de charge, de caricature qui contraste avec la valeur et la beauté des poèmes. En nous ramenant au terre à terre, à la réalité,

il abaisse trop les limites immatérielles du poète, il dissout les rêves, les visions d'enfer et de cauchemars dans une symbolique mesquine, rudimentaire, simpliste, niaise et par des détails aussi ridicules que les étiquettes, avec le nom des péchés, qui ne sont autre chose que des plaques fixées sur des piquets comme dans les jardins botaniques. Il a, malheureusement, vulgarisé le diable, amolli les puissances maléfiques et chassé les odeurs de soufre. Le frontispice de *Gamiani*, de la même année, de la même veine et avec les mêmes éléments, est pourtant mieux réussi et plus puissant : au centre une femme assise qui tient embrassé un squelette, en bas près d'un petit cartouche avec le mot *Lesbos* faisant pendant à *Sodome*, un chardon à rameaux épineux dont trois feuilles portent l'inscription *Fleurs du Mal* ; de petits papillons phalliques butinent sur les capitules.

C'est en utilisant mieux les documents iconographiques du XVI^e siècle et mieux qu'en choisissant « Le langage des fleurs et des choses muettes » (*Élévation*), en donnant la préférence à sept symboles animaux troubles, sabbatiques et hybrides comme dans le Transformisme, aux larves de putréfaction et aux fantômes, à tout un univers suspect, hostile, qu'aurait peut-être pu se réaliser le frontispice désiré par BAUDELAIRE.

« ...les chacals, les panthères, les lices,
Les singes, les scorpions, les vautours, les serpents,
Les monstres glapissants, hurlants, grognants, rampants,
Dans la ménagerie infâme de nos vices »

(*Au lecteur*)

que rencontrerait

« Un damné descendant sans lampe
Au bord d'un gouffre dont l'odeur
Trahit l'humide profondeur,
D'éternels escaliers sans rampe
Où veillent des monstres visqueux
Dont les larges yeux de phosphore
Font une nuit plus noire encore
Et ne rendent visibles qu'eux... ».

(*L'irrémissible*)

Rops dont les squelettes ne sont toujours que des défis à la mort et qui, dans un ricanement puissant, constructif et voluptueux la nargue, aurait pu aussi, lui, le plus adroit des peintres du plaisir, il l'a fait ailleurs, par une cuisine du diable, par une bacchanale associée à une danse des morts, graver dans une frénésie d'images un frontispice nerveux, féroce, corrosif, issu de puissances maléfiques.

Les correspondances, en envisageant les pernicious cycles du rêve, des hallucinations, du squelette, des parfums, du moyen âge, de l'alcool, des vices rares, du poison, en mêlant les aromes suaves aux vapeurs pestilentielles, tout le monde occulte et nuancé des analogies, auraient dû permettre d'associer la représentation graphique et les images romantiques de l'auteur, ses phantasmes.

Le calembour, qualifié par Victor Hugo d'excrément de l'esprit humain, a la vie longue. RASSENFOSSE, un élève de ROPS, montre un seul

et simple œillet dans son illustration. JOUAS, des *Catteleya* appelés, on ne sait pourquoi, femmes-fleurs et fleurs de pourriture. Beaucoup d'autres artistes n'ont pas eu plus d'imagination, ROPS lui-même a plusieurs fois repris le thème de l'*Anthurium*, de l'*Arum* ou du *Zantedeschia*, ne mettant en évidence que de très banales particularités de morphologie végétale (*La fleur lascive orientale*, *L'Incantation*, *Far niente...*).

Dieu avait créé les fleurs, le Diable, les femmes. On a voulu voir en BAUDELAIRE le chef d'une Ecole satanique, mais à notre avis ce sont les peintres et les graveurs qui se sont inspirés du premier titre envisagé par BAUDELAIRE qui ont le mieux interprété le texte. Ils sont aussi nombreux que les précédents. Citons le dernier ou l'un des derniers, Léonor FINI.

Il est très difficile d'illustrer une œuvre poétique et de lui donner une plus nette lumière. Ou bien une traduction graphique, presque un calque, suit servilement le texte et l'imagination la dépasse toujours. Ou bien, souvent, quand l'illustration est une œuvre de fantaisie engendrée par le texte ne s'y trouvant qu'en sourdine, les images qui naissent dans l'esprit du lecteur ne coïncident pas, non plus, malgré tout le puissant lyrisme symbolique qu'un Odilon REDON peut y mettre, avec celles qu'on lui propose. Si celles-là reposent sur un calembour, c'est encore pis et si le titre lui-même est un calembour on tombe alors dans l'incohérence. L'illustration brise fâcheusement le lien entre l'auteur et le lecteur.

La grande poésie est musique et lumière. Le poète qui, dit-on, est l'artiste au plus haut degré ne peut sans doute être compris que par les poètes eux-mêmes. BAUDELAIRE n'aurait pas eu encore ou ne pourrait pas avoir son traducteur en arts plastiques qui n'ont pas eu, non plus, a dit André SUARÈS, encore leur BAUDELAIRE.

ILLUSTRATIONS

- Le bandeau et la lettrine sont de BRACQUEMOND (cf. p. 59).
- I. - MANET. — Photographie d'un dessin. Surface couverte : 10,1 × 8,9 cm (Phot. Bibl. nat. Paris).
- II. - BRACQUEMOND. — Dessin. Surface couverte : 17 × 10,5 cm (phot. Bibl. nat. Paris).
- III. - BRACQUEMOND. — Eau-forte, les fleurs seules. Surface couverte : 11 × 6,5 cm.
- IV. - BRACQUEMOND. — Eau-forte, 2^e état. Surface couverte : 10 × 6,1 cm.
- V. - POULET-MALASSIS. — Calque de la planche (Surface couverte : 4,6 × 5 cm) du LANGLOIS.
- VI. - BRACQUEMOND. Eau-forte, 3^e état. Surface couverte : 3,4 × 5,2 cm.
- VII. - CHRISTOPHE (Ernest). — Statuette ayant appartenu à Robert de MONTESQUIOU.
- VIII. - LIGIER-RICHIER. — Tombeau de René de CHALON, à Bar-le-Duc.
- IX. - ROPS. — Fusain. Surface couverte : 11 × 7 cm.
- X. - ROPS. — Frontispice des *Epaves*. Surface couverte : 16 × 10,1 cm.

ESSAI SUR LA POSITION SYSTEMATIQUE DES VEGETATIONS VIVACES HALO-NITROPHILES DES COTES ATLANTIQUES FRANÇAISES (AGROPYRETEA PUNGENTIS Cl. Nov.)

par J.M. GÉHU

L'apparition des franges de végétation halo-nitrophile sur les bordures des rivages maritimes est un phénomène très général, sous la dépendance absolue des dépôts organiques, plus ou moins facilement minéralisés et chargés de sels marins, qu'abandonnent vagues et marées. L'ampleur du phénomène oscille, de toute évidence, selon l'abondance des dépôts et, par conséquent, varie fortement, suivant la topographie littorale, les courants marins et la proximité des sources de production (côtes rocheuses à Phéophycées, herbiers à Zostères, prés salés, etc...). Sur la côte française, les principales accumulations organiques s'observent dans les fonds les plus calmes des baies et estuaires (côtes picardo-normandes, charentaises, girondines...) ainsi que dans les petites criques et anses des rivages armoricains. Plus modeste ailleurs, il n'est pourtant aucune côte qui échappe totalement à cet apport.

Deux types bien distincts de communautés végétales colonisent ces accumulations organiques. Certaines sont exclusivement formées de Thérophytes : elles sont très instables, très ouvertes, et migrent, d'année en année, au gré des dépôts. On les range dans la classe des *Cakiletea maritima* et elles sont principalement représentées, sur les côtes atlantiques françaises par les associations suivantes, réparties en trois ordres :

- *Euphorbietalia peplis* R. Tx. 50
 - *Honckenyo-Euphorbietum peplis* R. Tx. 50 em. Géhu 64.
 - *Atriplo-Polygonetum rayi* R. Tx. 50.
- *Cakiletalia maritima* R. Tx. apud Oberdf. 49
 - *Atriplicetum laciniatae* (Nordh. 40) R. Tx. 50.
 - *Atriplicetum litoralis* (Warm. 06) Westh. et Beeft. 50.
 - *Salsoletum sodae* Slavnic 29.
- *Thero-Suaedetalia* Br. Bl. et De Bolos 57 em. Beeftink 62
 - *Suaedetum maritima* (Conard 35) et Pign. 53.

Notre propos est d'envisager plus spécialement, dans cette note, le deuxième type de végétation halo-nitrophile, caractérisé par l'apparition, et souvent la dominance absolue, d'espèces pérennes ou vivaces et dont les communautés sont généralement plus stables, plus fermées, plus élevées et à structure plus complexe.

La plupart de ces associations ont été jusqu'à présent rangées, par les auteurs, dans les classes des *Plantaginetea maioris* R. Tx. et Prsg. 50 (*Agropyro-Rumicion crispi* Nordh. 40) ou des *Artemisietea vulgaris* R. Tx. et Prsg. 50 (*Convolvulion sepi* R. Tx. 47 ap. Oberdf. 49). Cette conception, qui a pris naissance sur les rives de la Mer du Nord et de la Baltique, n'est guère satisfaisante, ni même applicable sur les côtes atlantiques ou méditerranéennes. En effet, la plupart, sinon la totalité, des communautés d'espèces vivaces des bordures littorales fortement enrichies en matière organique, n'y montrent que très peu et souvent même aucune des espèces caractéristiques ou différentielles de ces deux classes, alors qu'elles sont fortement pénétrées d'espèces hautement nitro-halophiles des *Cakiletea maritimae* R. Tx. Prsg. 50. Et il n'est pas davantage possible de les rattacher à cette dernière classe, pour des raisons évidentes de structure et de dynamisme, dont, à juste titre, tiennent compte les plus récentes classifications phytosociologiques.

Il semble donc que l'on puisse envisager, raisonnablement, la création d'une nouvelle classe de végétation définie ci-après. L'objet principal de cette publication est cependant de soumettre cet essai à la réflexion des phytosociologues et l'on voudra bien la considérer comme principalement destinée à améliorer l'approche des problèmes littoraux-atlantiques et à affiner un système de classification qui doit, toujours plus, serrer de près la réalité, sans perdre, pour autant, son aptitude à la synthèse des faits de végétation.

AGROPYRETEA PUNGENTIS cl. nov.

(Syn. : *Artemisietea vulgaris* R. Tx. et Prsg. 50 p.p.
Plantaginetea maioris R. Tx. et Prsg. 50 p.p.
Cakiletea maritimae R. Tx. et Prsg. 50 p.p.)

Végétation d'espèces pérennes ou vivaces des bordures maritimes atlantiques et méditerranéennes enrichies en sels et matériaux organiques.

ESPÈCES CARACTÉRISTIQUES :

Agropyrum pungens (Pers.) Roem et Schult.
X. *Agropyrum acutum* Auct.
Crambe maritima L.
Suaeda vera J.F. Gmel.

ESPÈCES DIFFÉRENTIELLES (vis-à-vis des *Artemisietea* et des *Plantaginetea*) :

Diverses espèces fortement halo-nitrophiles des *Cakiletea* :
Atriplex hastata L. var. *salina* Wallr.
Atriplex litoralis L.
Cakile maritima L.

et les formes bisannuelles ou pérennes de :

Beta vulgaris L. ssp. *perennis* L.

Matricaria maritima L.

Lavatera arborea L.

Les communautés de cette classe apparaissent fréquemment en complexe ou en mosaïque avec celles des *Plantaginetea* et des *Artemisietea* sur les rivages des mers du Nord et Baltique, pour plusieurs raisons : teneur plus faible et assez fortement variable en chlorure de sodium des eaux ; climat plus frais et plus humide, à déficit hydrique réduit ; instabilité relative (exhaussement ou affaissement) des rivages ; fréquence assez grande des ondes de tempêtes, inondant profondément les côtes basses et élargissant les zones de contact eaux douces-eaux salées.

Pour des raisons inverses, mais surtout par suite de fortes et constantes chlorurations des eaux océaniques, la classe apparaît nettement définie sur les côtes atlantiques où ses groupements n'ont réellement rien de commun avec les végétations ripuaires de hautes herbes inondables (*Convolvulion sepii*) ou avec celles des prés à sol lourd et humide (*Agropyro - Rumicion crispi*).

Nous considérons la classe des *Agropyretea pungentis* comme vicariante géographique de celle des *Honckenyo-Elymetea* récemment décrite par R. TÜXEN sur les rivages circum-boréaux et arctiques.

Deux ordres et deux alliances ont été reconnus :

A) HONCKENYO-CRAMBETALIA MARITIMAE Ord. nov.

Ordre essentiellement nord-atlantique.

a) Honckenyo-Crambion maritimae All. nov.

(Syn. : *Agropyro-Rumicion crispi* Nordh. 40 p.p.

Salsolo-Honckenyon peploidis R. Tx. 50 p.p.)

Végétation bisannuelle ou pérenne, unistratifiée, ouverte, relativement peu stable dans ses emplacements et souvent cyclique. Substrat le plus souvent grossier et, abondamment mêlé de matériaux organiques ; côtes semi-protégées.

ESPÈCES CARACTÉRISTIQUES :

Honckenya peploides (L. Ehrh.).

Crambe maritima L.

Sonchus maritimus L.

Rumex rupestris Le Gall.

Rumex crispus L. var. *trigranulatus* Bosw.

Lavatera arborea L.

Raphanus maritimus Smith.

Beta vulgaris L. ssp. *perennis* L.

I) Honckenyetum peploidis Auct. :

Communauté très modérément halo-nitrophile.

Une seule espèce caractéristique dominante : *Honckenya peloides* (L.) Ehrh., a fait considérer cette communauté comme une simple sociation.

C'est davantage, en fait, une association hyper-spécialisée et très appauvrie. Optimum de développement sur les plages très plates et graveleuses de l'Ouest Armorican, entre l'*Atriplicetum laciniatae* et la frange de l'*Euphorbio-Agropyretum Junceiformis*. Partout ailleurs, dissociation en complexe ou mosaïque avec ces associations. Tout le littoral. Vers le Sud, jusqu'au Tage.

II) *Crithmo-Crambetum maritimae* Géhu 60 :

Association des levées de galets ou de graviers dominée par le chou marin et occupant, dans ces sites, la place bionomique de l'*Euphorbio-Agropyretum junceiformis*.

CARACTÉRISTIQUES :

Crambe maritima L.

Solanum dulcamara L. var. *marinum* Bab.

DIFFÉRENTIELLES :

Glaucium flavum Crantz.

Crithmum maritimum L.

Trois sous-associations :

— *Crithmo-Crambetum* type ss. ass. nov. :

Levées et cordons de gros galets, richement engraisés de dépôts.

— *Crithmo-Crambetum Silenetosum maritimae* ss. ass. nov. :

Cordons de gros galets, plus protégés et quasiment sevrés d'apports organiques frais. Différentielles : espèces des *Crithmo-Armerion* Géhu 60 et des *Festuco-Sedetalia* R. Tx. 51.

— *Crithmo-Crambetum Euphorbietosum* ss. ass. nov. :

Cordons graveleux mêlés de galets. Différentielles : espèces psamphiles de la dune : *Euphorbia paralias* L., *Eryngium maritimum* L., *Calystegia Soldanella* (L.) Roem.

Du Boulonnais jusqu'à la Loire, avec optimum dans le Nord-Cotentin et le Trégorrois.

Il conviendra, également, de placer dans cette alliance deux associations vicariantes :

a) *Lathyro-Crambetum maritimae* ass. nov. des côtes du Sud-Est et de l'Est Anglais (une localité disparue dans la Somme).

ESPÈCE DIFFÉRENTIELLE :

Lathyrus maritimus (L.) Bigelow et absence de *Crithmum maritimum* L.

b) *Crambetum maritimae* auct. des côtes baltiques et qui reste à définir exactement.

III) *Crithmo-Sonchetum maritimi* ass. nov. :

CARACTÉRISTIQUE :

Sonchus arvensis L. ssp. *maritimus*.

Association des levées de galets plus ou moins colmatés de sédiments et de laisses de mer.

Relaie progressivement vers le Sud-Ouest, et à partir du Finistère, le *Crithmo-Crambetum maritimae*.

IV) Rumicetum rupestris ass. nov. :

CARACTÉRISTIQUE :

Rumex rupestris Le Gall.

Association des fissures rocheuses, des replats rocailleux, des petites accumulations graveleuses des côtes de rochers, avec apports modérés de débris organiques.

Côtes de la Hague, du Finistère, du Morbihan. En Angleterre, du Pays de Galles au Dorset. Galice.

V) Atriplo-Betetum perennis ass. nov. :

Association fortement halo-nitrophile, très individualisée vers l'ouest où elle mérite un rang supérieur à celui de cosociation.

CARACTÉRISTIQUES DOMINANTES :

Beta vulgaris L. ssp. *perennis* L.

Atriplex hastata L. var. *salina* Wallr.

Plusieurs sous-associations peuvent être reconnues sur des bases floristico-écologiques :

— *Atriplo-Betetum Agropyretosum pungentis* ss. ass. nov.

DIFFÉRENTIELLE :

Agropyrum pungens (Pers.) Roem. et Schult.

Forme des bordures d'estuaires, en liaison dynamique (évolutive ou régressive suivant l'importance des dépôts) avec l'*Atripliceto-Agropyretum pungentis*.

— *Atriplo-Betetum Spergularietosum rupestris* ss. ass. nov.

DIFFÉRENTIELLES :

Spergularia rupestris Leb.

Armeria maritima (Mill.) Willd.

Crithmum maritimum L.

Forme des vires rocheuses et des aires de nidification des oiseaux de mer.

— *Atriplo-Betetum Matricarietosum maritimae* ss. ass. nov.

DIFFÉRENTIELLE :

Matricaria maritima L.

Forme des flèches de graviers de coquillages ou des aires polluées par les oiseaux, sur arènes granitiques.

Tout le littoral, des Flandres à Arcachon, mais la sous-association à *Spergularia rupestris* exclusivement armoricaine.

VI) Lavateretum arboreae J.M. et J. Géhu 61 :

CARACTÉRISTIQUE :

Lavatera arborea L.

Association fortement halo-nitro-phosphatophile liée aux dortoirs et aires de nidification des oiseaux de mer et exclusivement anglo-armoricaine.

Mosaïque fréquente avec la sous-association à *Spergularia rupestris*

de l'association précédente.

Cette association correspond au terme ultime de résistance du tapis végétal à la pollution aviaire.

VII) Raphanetum maritimi ass. nov. :

CARACTÉRISTIQUE :

Raphanus maritimus Smith.

Association des places dénudées, par l'activité goémonnière, sur les petites dunes et falaises armoricaines.

B) AGROPYRETALIA PUNGENTIS ord. nov.

Ordre méditerranéo-atlantique.

b) Agropyron pungentis all. nov. :

(Syn. : *Agropyro-Rumicion crispis* Nordh. 40 p.p.

Convolvulion sepii R. Tx. 47 ap. Oberdf. 49 p.p.)

Végétation vivace et permanente en prairies élevées, denses, généralement au moins bistratifiées et, parfois même, en fourrés, sur substrats divers mais généralement très richement pourvus en débris organiques.

CARACTÉRISTIQUES :

Agropyrum pungens (Pers.) Roem. et Schult.

Agropyrum acutum Auct.

Suaeda vera J.F. Gmel.

Lepidium latifolium L.

I) Atripliceto-Agropyretum pungentis Beeftink et Westhoff 62 :

COMBINAISON DIFFÉRENTIELLE :

Agropyrum pungens (Pers.) Roem. et Schult.

Atriplex hastata L. var. *salina* Wallr.

Aster tripolium L.

Association de hautes herbes glauques marquant la limite extrême du flot, en bordure des baies et estuaires.

Tout le littoral, du Boulonnais à la Gironde, mais peut être sous une race atlantique à *Beta vulgaris* L. ssp. *perennis* L.

Mieux développée sur les côtes de la Manche.

II) Minuartio-Agropyretum acuti R. Tx. 57 :

CARACTÉRISTIQUE :

X. *Agropyrum acutum* Auct.

Association des hauts de grèves graveleuses ou sablo-limoneuses et bords de petites dunes enrichies en matière organique, sur côtes plates et en dehors des grands systèmes dunaires.

Association vicariante de l'*Agropyretum junceiformis* et de l'*Atripliceto-Agropyretum pungentis* entre lesquels elle semble se situer du point de vue des exigences physio-écologiques.

Tout le littoral.

En baie du Mont Saint-Michel, *Elymus arenarius* L. pénètre abondamment le groupement dans lequel il fait faciès.

III) Suaedetum verae Tansley 39 :

CARACTÉRISTIQUE :

Suaeda vera J.F. Gmel.

Véritable fourré littoral qui se substitue dynamiquement à l'*Atripliceto-Agropyretum pungentis* au fur et à mesure que l'on descend sur les côtes de l'Océan et spécialement à partir du Morbihan. Très rare le long de la Manche (Saint-Vast-La Hougue).

Peut jouer le rôle de « manteau » du taillis halophile à *Baccharis halimifolia* L., *Atriplex halimus* L., *Tamarix anglica* Webb. [*Tamaricetalia* Br. Bl. et De Bolos 57 (?)] qui tend à envahir les schorres, du Morbihan à la Gironde.

IV) Lepidletum latifolii Auct. :

CARACTÉRISTIQUE :

Lepidium latifolium L.

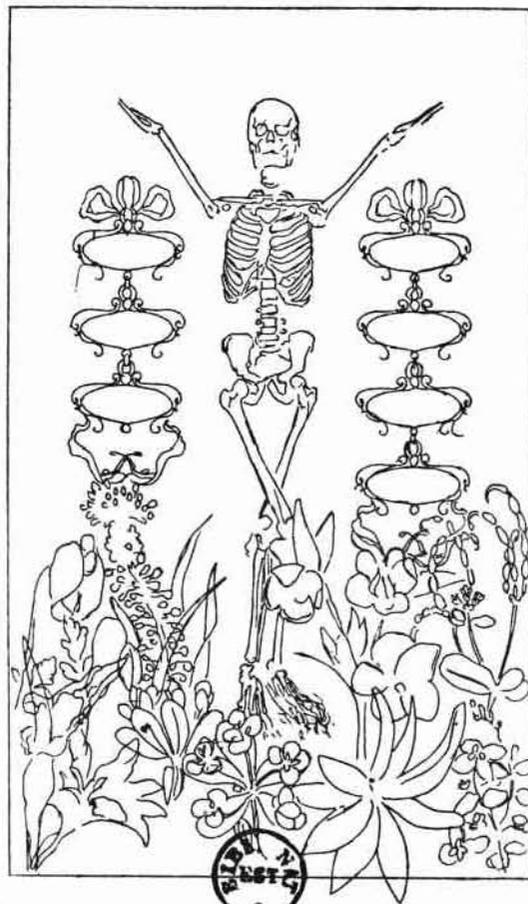
Groupement caractéristique des « petites falaises de goémons » colmant les anses rocailleuses très protégées du Finistère et des Côtes du Nord (Pointe de l'Arcouest, Ile Molène...).

BIBLIOGRAPHIE

- BEEFTINK W.G. - 1965. — De Zoutvegetatie van S.W. Nederland Beschonwd in Europees verband. H. Veenman et Zoven. Wageningen.
- BRAUN-BLANQUET J. - 1951. — Les groupements végétaux de la France méditerranéenne. C.N.R.S. Paris.
- GÉHU J.M. - 1960. — Un site célèbre de la côte bretonne : le Sillon de Talbert. *Bull. Lab. Marit. Dinard*, 46, 93-115.
- GÉHU J.-M. et J. - 1961. — Recherches sur la végétation et le sol de la Réserve de l'Île des Landes et de quelques îlots de la côte nord-bretonne. *Ibid.* 47, 21-57.
- GÉHU J.-M. - 1964. — Observations sur quelques grèves à *Euphorbia peplis* dans le N.W. français. *Bull. Soc. Bot. Nord France*, 17, 2, 77-85.
- OBERDORFER E. et Coll. - 1967. — Systematische Übersicht der West-deutschland Phanerogamen und Gefäßkryptogamen Gesellschaften. *Schrift, Veget*, 2, 7-62.
- TÜXEN R. - 1950. — Grundriss einer Systematik der nitrophilen Unkrantgesellschaften in der Eurosibirischen Region Europas. *Mitteil. Florist. Soziolog. Arbeitsgem. N.F.* 2, 94-175.



2



1



3



4



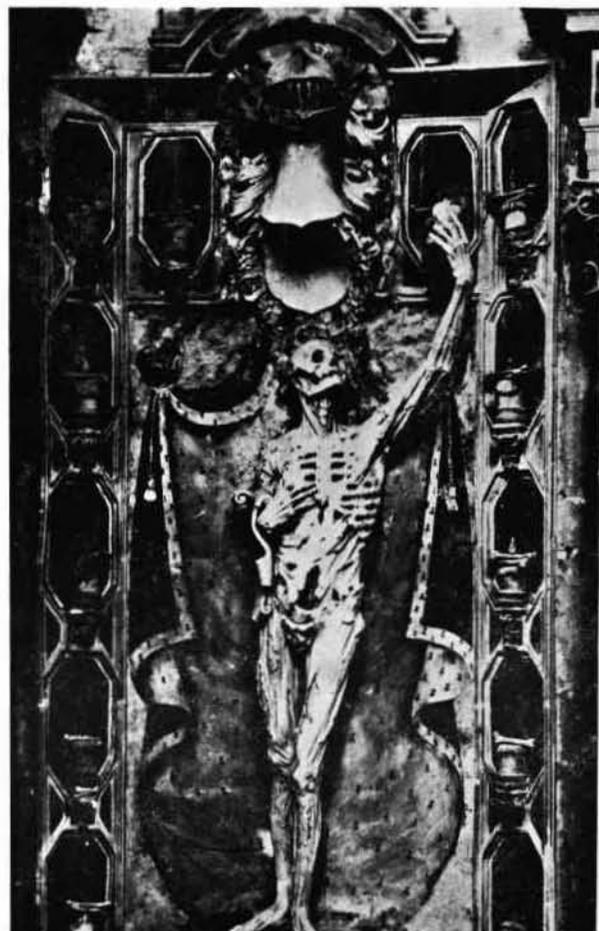
5



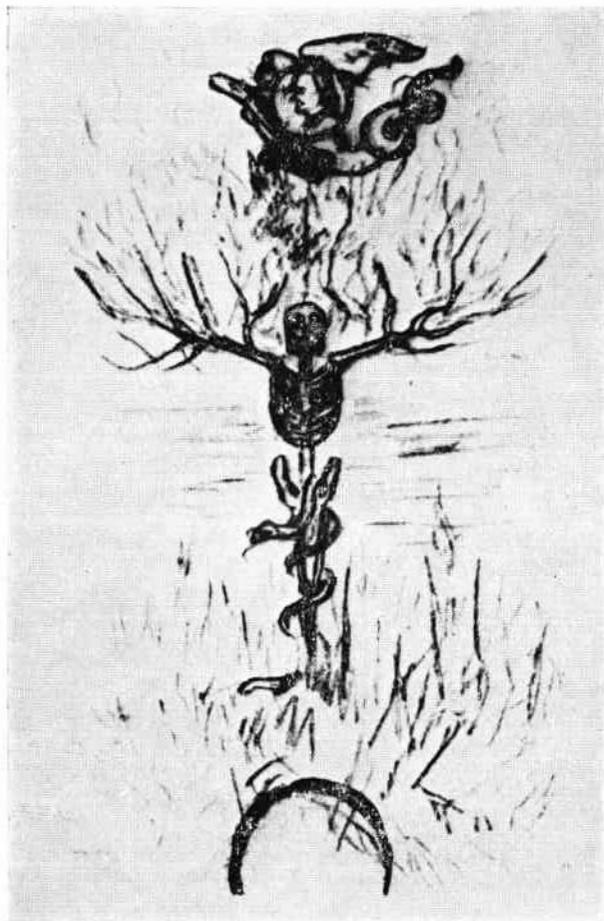
6



7



8



9



10

BULLETIN
de la
SOCIÉTÉ de BOTANIQUE
du
NORD de la FRANCE

FONDÉE LE 27 NOVEMBRE 1947



TOME XXI

1968

N° 3

N° 27.409 du Certificat d'inscription à la Commission Paritaire
des Papiers de Presse

LILLE, INSTITUT DE BOTANIQUE

14, bis, Rue Malus

BULLETIN DE LA SOCIÉTÉ DE BOTANIQUE DU NORD DE LA FRANCE

Tome XXI, (1968) n° 3

DIFFÉRENCIATION DES SPORES ET ELATÈRES CHEZ QUELQUES HEPATIQUES

par A.M. LAMBERT (*)

L'étude de la différenciation des spores et des élatères se fera au cours du développement du jeune sporogone issu de fécondation. Celui-ci est porté par le gamétophyte : tige feuillée ou organe thalloïde, selon les espèces envisagées. Ces observations seront faites en microscopie lumineuse et microscopie électronique.

Ont été étudiées :

Metzgériales (thalloïdes) :

— *Pellia epiphylla* (L.) Corda.

Jungermanniales (tiges feuillées) :

— *Diplophyllum albicans* (L.) Dum.

— *Radula complanata* (L.) Dum.

— *Lepidozia reptans* (L.) Dum.

— *Lophocolea bidentata* (L.) Dum.

— *Frullania tamarisci* (L.) Dum.

Le jeune sporogone, dont la capsule se développe rapidement, est encore enfermé dans l'enveloppe archégoniale et caché dans un pseudo-périanthe ou un involucre (Fig. 1, Pl. II). A ce stade, le tissu archesporial individualise les cellules-mères des spores et des élatères après de nombreuses mitoses diploïdes.

Nous étudierons d'abord au microscope photonique la différenciation cellulaire et le déroulement de la Méiose dans le jeune sporogone. Le matériel est récolté en janvier-février, sauf pour *Pellia epiphylla* qui accomplit la Méiose en septembre. Ces observations seront complétées par l'étude des ultrastructures au microscope électronique.

(*) Séance du 17 janvier 1968 ; communication présentée par M. R. LINDER.

FORMATION DES CELLULES-MERES DES SPORES ET DEROULEMENT DE LA MEIOSE

(PLANCHE I)

Technique :

Étalement du contenu des capsules après fixation à l'alcool acide acétique (3 volumes/1 volume), et coloration au Carmin ferrique (selon E. HEITZ).

Observations :

— AVANT LE DÉBUT DE LA MÉIOSE, se produit à la surface des cellules-mères des spores arrondies jusque là (fig. 1, Pl. I) un rétrécissement qui entraîne la formation de membranes. Celles-ci délimitent quatre lobes cytoplasmiques plus ou moins allongés selon les espèces, et ménagent, au centre, un territoire où se situe le noyau.

C'est dans une « Tétrade » cytoplasmique que va se dérouler la Réduction chromatique. Ce fait est particulier aux Hépatiques.

Chez les Plantes à fleurs : la « tétrade » caractérise l'achèvement de la Méiose.

Dans la plupart des Monocotylédones, le cloisonnement cytoplasmique se fait en deux étapes, l'une après la division hétérotypique, l'autre en fin de Téléphase II.

Chez les Dicotylédones en général, l'apparition du phragmoplaste délimitant quatre cellules a lieu après la deuxième division de Méiose (Téléphase II). Qu'il se fasse en un ou deux temps, le partage cytoplasmique est toujours consécutif aux caryocinèses.

Par contre, chez les Hépatiques, ce partage antérieur à toute division réductionnelle montre une Prophase méiotique, qui a lieu dans une cellule nettement tétralobée. Ce fait a été signalé (LORBEER, BLAIR, LAMBERT), et rappelé récemment par les études de HORNER et Collab. chez *Riccardia pinguis*. Les lobes, dont les parois extérieures ne montrent aucune ornementation, ne correspondent pas toujours aux sommets d'un tétraèdre. Chez *Pellia* par exemple, ils s'étalent parfaitement (Pl. I, fig. 2-3). Au cours de ces transformations cytoplasmiques, la cellule-mère des spores augmente son volume et le nombre de ses inclusions. La richesse en chloroplastes est remarquable au niveau de ses lobes. Elle sera précisée au paragraphe suivant par l'étude en microscopie électronique.

Avant la réduction chromatique, qui donnera quatre noyaux haploïdes, les territoires cytoplasmiques des quatre futures cellules sont définis, et ne subiront que peu de modifications ensuite. Au centre de la « Tétrade », l'évolution nucléaire est facilitée par l'homogénéité du cytoplasme. Ceci est particulièrement visible chez *Radula* (Pl. I, fig. 4), *Pellia* et *Frullania*. Dans une même capsule, alors que l'évolution spéciale du cytoplasme paraît se faire simultanément pour toutes les cellules, les figures méiotiques ne sont pas parfaitement synchrones.

— LA MÉIOSE s'est montrée régulière chez les espèces étudiées (Pl. I).
Chez *Lepidozia reptans* :

n = 9 bivalents globuleux (fig. 5). Les mitoses diploïdes dans les tissus sporogoniaux vérifient le caryotype $2n = 18$.

Diplophyllum albicans :

tous les stades méiotiques s'observent dans une même préparation (fig. 6) ; une garniture haploïde $n = 8$ est analysable après éclatement des coques. Certains auteurs donnent pour cette espèce $n = 9$.

Radula complanata :

les 4 lobes cytoplasmiques sont très étalés (fig. 4).

Frullania tamarisci :

n = 8 bivalents, dont un très hétérochromatique.

Pour les Hépatiques thalloïdes, la Méiose de *Pellia epiphylla* a été étudiée (fig. 1-2). Quand est formée la tétrade cytoplasmique, 18 chromosomes ponctiformes, semblables aux 18 chromosomes de la garniture diploïde, sont présents. LORBEER nomme ces masses « pseudogemini ». En désordre au départ ils s'ordonnent ensuite en arc sur le fuseau. La formation des bivalents n'est pas aussi typique que chez les espèces précédentes. Le nombre $n = 9$ bivalents est en accord avec les garnitures somatiques haploïdes et diploïdes observées. Cette observation est en conformité avec celle de HEITZ, mais LORBEER ne décrivait que huit « gemini ».

ETUDES DES ULTRASTRUCTURES CYTOPLASMIQUES

(du stade préméiotique au stade de maturité des spores et élatères)

Matériel et Méthodes.

Après vérification des stades au microscope photonique, le contenu des capsules sporogoniales de *Diplophyllum albicans* et *Lophocolea bidentata* est fixé par deux méthodes :

— Glutaraldéhyde 6 % tamponné au pH 7,2 (tampon phosphate) suivi après lavage d'une post-fixation osmique au même pH.

— Permanganate de Potassium 1,5 % tamponné au pH 7,2 (tampon acétate véronal).

Durée de fixation : 2 heures à 0° C.

Le matériel est déshydraté à l'alcool et inclus soit dans l'Araldite, soit dans le Métacrylate.

Le contraste des coupes est renforcé par l'Acétate d'Uranyle et le citrate de Plomb.

Observations.

1. SPOROgone IMMATURE.

● Cellules-mères des spores (Pl. II) : le point de départ de ces observations est la cellule-mère tétralobée.

Au centre des quatre lobes, le noyau volumineux va subir la Méiose.

La disposition des lobes cytoplasmiques ne permet pas une section des quatre unités. Seuls, deux ou trois lobes sont visibles (fig. 2). A ce stade, la membrane de la cellule-mère ne présente ni ornementation, ni pigmentation.

Les lobes cytoplasmiques sont riches en inclusions :

— Les chloroplastes : (fig. 3-4), volumineux, occupent la majeure partie du cytoplasme. Leurs lamelles très nombreuses ont une orientation qui n'est pas toujours parallèle au grand axe du plaste. L'empilement serré des lamelles ne donne pas, à ce stade, une morphologie classique de grana. Ceux-ci seront mieux discernables dans les spores mûres. Des grains d'amidon sont déjà présents dans le stroma. Par leur degré de différenciation, ces plastes semblent très actifs. Ils n'occupent que les lobes cytoplasmiques. Ainsi, dès le début de la différenciation des cellules-mères des spores, l'autonomie de la cellule végétale en tant que cellule chlorophyllienne apparaît. Même avant que se soit déroulée la Méiose, cette cellule semble prête à pouvoir « germer » sur milieu minéral.

— Les mitochondries : elles aussi sont parfaitement développées ; elles se caractérisent par des crêtes sinueuses et souvent contournées.

— Les dictyosomes : sont peu nombreux ; leur nombre augmentera par la suite.

— Les profils du Reticulum endoplasmique s'insinuent entre les vacuoles.

— Les inclusions lipidiques : parfaitement discernables par leur opacité aux électrons après fixation osmique.

Ces inclusions ou oléocorps, très répandues chez les Hépatiques, se localisent en périphérie des lobes, près de la membrane externe. Leur nature peut être vérifiée par coloration au Noir Soudan B, ou au Rouge Soudan III, colorants liposolubles.

Après fixation au Permanganate de Potassium, ces oléocorps apparaissent transparents aux électrons, et entourés d'une membrane simple à contours souvent irréguliers. Leur contenu lipidique est mal conservé, d'où leur ressemblance avec des vacuoles. Leur proximité de la membrane sporale suggère leur rôle possible dans l'édification des parois. Celles-ci sont le siège de profondes modifications au cours de la différenciation des spores. HORNER et collaborateurs ont montré une disposition et une morphologie analogues de ces inclusions lipidiques dans les cellules-mères sporales de *Riccardia pinguis*. K. PIHAKASKI montre, dans les cellules végétales de bourgeons, chez *Lophozia ventricosa*, leur proximité des membranes cellulaires.

● Différenciation des Elatères (Pl. III).

— Aux stades préméiotiques : les élatères se distinguent très tôt des cellules-mères de spores par leur forme très allongée et leur diamètre réduit (5 - 6 μ). Leur contenu cytoplasmique et leur noyau identiques à ceux des cellules-mères des spores les définissent au départ comme des

cellules parfaitement constituées et physiologiquement actives (fig. 1, Pl. III).

— Aux stades ultérieurs : alors que leur croissance en longueur se poursuit, s'amorcent les transformations cytoplasmiques irréversibles qui feront peu à peu d'elles des cellules vidées de tout cytoplasme. Aucune évolution nucléaire n'a lieu dans ces cellules. Leur seul rôle mécanique dans les sporogones mûrs sera dévolu à l'épaississement caractéristique de leur membrane. Cette dégénérescence lente et progressive est liée à l'apparition massive des lipides.

Les oléocorps deviennent de plus en plus nombreux. De diamètre compris entre 0,5 et 1 μ , ils sont entourés d'une membrane. Leur aspect est identique à celui décrit chez les cellules-mères. Par leur nombre et leur coalescence progressive, ils occupent jusqu'à 50 % du volume cytoplasmique à ce stade (fig. 4'). Ces inclusions lipidiques s'ordonnent le long des parois et, dans le cytoplasme, en rangs parallèles à la double hélice membranaire typique des élatères matures (fig. 3-4-4'). Leur rôle dans l'édification de ces épaississements est très probable. Aux grossissements habituels de l'observation cytologique, cette évolution est analysable par coloration au Rouge Soudan III.

Les chloroplastes sont moins volumineux, l'amidon emplit peu à peu leur stroma.

Les mitochondries, dictyosomes, et Reticulum endoplasmique sont encore bien différenciés. Le noyau est toujours central.

A ce stade, l'élatère est encore une cellule vivante, mais son métabolisme cellulaire régresse ; elle est en voie de « dégénérescence grasseuse ».

Pendant ce temps, l'évolution caryologique se poursuit dans les cellules-mères.

2. SPOROgone A Maturité, Déhiscent (Pl. IV).

● Elatères.

Arrivées au stade ultime de dégénérescence cytoplasmique, elles sont vidées de leur contenu. Mais les épaississements au niveau des membranes se sont développés, et la double hélice apparaît dense aux électrons. La substance en est amorphe, sans structure visible (fig. 5). Le rôle mécanique des élatères dans la dispersion des spores est assuré.

● Spores.

En fin de Méiose, après migration des quatre noyaux dans les lobes cytoplasmiques, les parois se différencient et isolent rapidement quatre cellules haploïdes. Les spores isolées deviennent autonomes (fig. 1).

— Paroi : Chaque spore est entourée d'une paroi épaisse, ornementée, constituée de plusieurs zones. L'Exine (épispore), épaisse (0,8 μ), opaque aux électrons, montre les ornements spécifiques. L'Intine (endospore), la double intérieurement. L'origine précise de cette paroi pose des problèmes abordés par de nombreux auteurs en parallèle avec la formation de l'exine pollinique.

— Cytoplasme : A ce stade de dissémination, le cytoplasme montre, chez *Lophocolea bidentata* par exemple, des chloroplastes très volumineux, à grana distincts. Ils forment une couronne resserrée autour du noyau central. Leur nombre est en général constant, 5 - 6 sur une coupe (fig. 1). Le volume qu'ils occupent est en rapport avec leur rôle physiologique capital dans ces spores qui germeront sur substrats variés. Les autres inclusions cytoplasmiques sont bien délimitées, mais relativement peu abondantes. En périphérie, toujours situés contre les membranes, les oléocorps sont présents.

CONCLUSION

Chez les Hépatiques étudiées, les particularités du développement et de la différenciation cellulaire dans le jeune sporogone, tendent à mieux définir ce groupe systématique dans l'ensemble des Bryophytes.

En ce qui concerne la cellule-mère, la différenciation de quatre lobes cytoplasmiques très riches en inclusions chlorophylliennes définit, dans son ensemble, le contenu cytoplasmique de la spore avant la réduction chromatique. L'autonomie de cellule douée d'autotrophie, qui se manifeste pour la spore par sa germination au sol, est apparemment réalisée dès les premières étapes du développement, bien avant l'événement caryologique de la Méiose et la distribution des noyaux haploïdes.

Il ne semble pas que les réserves accumulées dans les jeunes élatères aient un rôle nourricier pour les cellules-mères des spores. Selon nos observations, les lipides et l'amidon synthétisés auraient, par leur agencement et leur disparition progressive, un rôle actif dans l'édification des bandes d'épaississement membranaires typiques dont le rôle mécanique facilitera la dispersion des spores. Dans les cellules-mères de spores, la position des inclusions lipidiques, toujours très proches de la paroi, suggère qu'elles ont un rôle dans l'édification des enveloppes de la spore.

La constitution de la spore, telle qu'elle est libérée du sporogone, peut être mise en comparaison avec celle du pollen libéré par l'anthère :

— Pour la spore, les chloroplastes assimilateurs sont en majorité dans un cytoplasme par ailleurs pauvre en inclusions.

— Le pollen montre, par contraste, un cytoplasme bourré d'inclusions au cours de sa formation ; le métabolisme de synthèse très actif se manifeste par le dépôt de réserves abondantes.

Les spores peuvent être caractérisées comme des cellules assimilatrices très spécialisées, capables de disposer d'emblée de l'énergie suivant les besoins ; les grains de pollen, richement pourvus en réserves énergétiques accumulées, sont préparés à un développement rapide, sans apport nutritif extérieur immédiat.

Ces caractéristiques correspondent aux destinées si différentes de ces deux types d'organes.

BIBLIOGRAPHIE

- ANDERSON, L.E. - 1964. — Biosystematic evaluations in the Musci. *Phytomorphology* 14, 27-51.
- ALLEN, C.E. - 1954. — The Genetics of Bryophytes II. *Bot. Rev.* 11, 260-283.
- BLAIR, M.C. - 1926. — Sporogenesis in *Reboulia hemisphaerica*. *Bot. Gaz.* 81, 377-400.
- CHYMONT, J.M.C. & LARSON, D.A. - 1964. — An electron microscopic study of spore wall structure in the Musci. *Am. J. of Bot.* 51, 195-200.
- DIERS, L. - 1966. — On the plastids, mitochondria, and other cell constituents during oogenesis of a plant. *Jour. C. Biol.* 28, 527-543.
- EYME, J. - 1954. — Recherches cytologiques sur les Mousses. Thèse Bordeaux.
- GAGNIEU, A. & LAMBERT, A.M. - 1958. — Étude cytologique de quelques Hépatiques vosgiennes. *C.R. Soc. Bot. Fr.*, 145-147.
- GENEVES, L. - 1966. — Sur la structure et le comportement des plastes dans le tissu sporogène au cours de sa prolifération chez *Hypnum rusciforme*. *C.R. Ac. Sc.* 262, n° 21, 2215-2218.
- GULLVAG, B.M. - 1966. — The fine structure of Pollen grains and spores. A selective review from the last twenty years of research. *Phytomorphology* 16, 211-234.
- HAMANT, C. - 1953. — Recherches cytologiques sur la reproduction chez quelques espèces du genre *Mnium*. Thèse Paris.
- HEITZ, E. - 1928. — Der Bilaterale Bau der Geschlechtschromosomen und Autosomen bei *Pellia Fabbronia*, *P. epiphylla* und einigen Jungermanniaceen. *Planta* 5, 724-768.
- HÖFER, K. - 1932. — Karyologie. Manual of Bryology. Ed. Verdoorn, 158-206.
- HORNER, H.T., LERSTEN, N.R. & BOWEN, C.C. - 1966. — Spore development in the liverwort *Riccardia pinguis*. *Am. J. of Bot.* 53, 1048-1064.
- LORBEER, G. - 1927. — Untersuchungen über Reduktionsteilung und Geschlechtsbestimmung bei Lebermoosen. *Zeit. f. Indukt. Abst. u. Ver.* 44.
- MANTON, I. & CLARKE, B. - 1952. — An electron Microscope study of the spermatozoid of *Sphagnum*. *J. Exp. Bot.* 3, 265-274.
- MANTON, I. - 1957. — Observations with the Electron Microscope on the Cell structure of the Antheridium and Spermatozoid of *Sphagnum*. *J. Exp. Bot.* 8, 382.
- MONROE, J.H. - 1965. — Some aspects of morphogenesis and ultrastructure in *Funaria*. *Dissert. Abstr.* 26, 3001.
- PIHAKASKI, K. - 1966. — An electron microscope study on the oil bodies of two hepatic species. *Protoplasma* 62, 393-399.
- TATUNO, S. - 1936. — Geschlechtschromosomen bei einigen Lebermoosen I - II. *Jour. Sc. Hiroshima Un.*, Série B Div. 2, Vol. I, 165-181, Vol. III 1-9.
- VAARAMA, A. - 1954. — Cytological observations on *Pleurozium Schreberi*, with special reference to centromere evolution. *Ann. Soc. Bot. Z. B. Fennicae* 28, 1-59.
- WILSON, M. - 1911. — Spermatogenesis in the Bryophyta. *Ann. of Bot.* 25, 415-453.
- ZÖTTL, P. - 1963. — Über die elektive Anfärbung der Ölkörper von Lebermoosen durch Methylrot. *Protoplasma* 57, 800-816.

PLANCHE I

- Fig. 1 : *Pellia epiphylla* : premier stade de différenciation des cellules-mères des spores - Elatères déjà très allongées - $\times 450$.
- Fig. 2 : *Pellia epiphylla* : Stades méiotiques - Cellule-mère tétralobée entourée d'une coque - $\times 400$.
- Fig. 3 : *Pellia epiphylla* : Chromosomes placés sur le fuseau achromatique au centre de la cellule - $\times 350$.
- Fig. 4 : *Radula complanata* : Cellule-mère en Méiose - Métaphase I - Lobes cytoplasmiques dans un plan - $\times 500$.
- Fig. 5 : *Lepidozia reptans* : Diacynèse $n = 9$ bivalents - Lobes cytoplasmiques en tétrade - $\times 600$.
- Fig. 6 : *Diplophyllum albicans* : Différents stades de Méiose - Métaphase I - Métaphase II - Télaphase II - $\times 900$.
- Fig. 7 : *Diplophyllum albicans* : Fin de Méiose - Séparation des spores haploïdes (s) groupées encore par 4.
Elatère (e) à double hélice membranaire très distincte, cytoplasme en dégénérescence - $\times 600$

PLANCHE II

Ultrastructures cytoplasmiques des cellules-mères de spores chez *Diplophyllum albicans*.

Stade préméiotique - Fixation MnO_4K 1,5 %.

N : noyau - ch : chloroplaste - a : amidon - m : mitochondrie - L : inclusions lipidiques = oléocorps.

- Fig. 1 : Jeune sporogone entouré de l'enveloppe archégoniale - Pseudopériante incisé.
- Fig. 2 : Coupe transversale d'une cellule-mère tétralobée - Trois lobes cytoplasmiques visibles - Noyau central.
- Fig. 3 : Détail d'un fragment de lobe - Chloroplaste + amidon - Paroi nucléaire + pores.
- Fig. 4 : Détail d'un lobe : chloroplastes à lamelles serrées, sans formation de grana distincts - Oléocorps en périphérie, contre la membrane.

PLANCHE III

Ultrastructures cytoplasmiques des Elatères chez *Diplophyllum albicans* (coupes longitudinales).

N : noyau - ch : chloroplastes - a : amidon - m : mitochondries -

g : appareil de Golgi - L : inclusions lipidiques ou oléocorps - e : bandes d'épaississement.

- Fig. 1 : Elatère en début de différenciation - Chloroplastes volumineux - Oléocorps peu nombreux, entourés d'une membrane - Fixation : MnO_4K .
- Fig. 2 : Chloroplastes garni d'amidon - Fixation MnO_4K .
- Fig. 3 : Stade plus avancé - Oléocorps très nombreux, disposés parallèlement aux bandes d'épaississement en hélice (fig. 4) - Fixation MnO_4K .
- Fig. 4 : Etalement $\times 500$ - Stade identique aux fig. 3 et 4' - Double hélice membranaire différenciée - Noyau présent.
- Fig. 4' : Disposition des oléocorps - Fixation au Glutaraldéhyde + OsO_4 - Lipides opaques aux électrons.

PLANCHE IV

Spores et Elatères différenciées dans le sporogone déhiscent. *Lophocolea bidentata* - Fixation : MnO_4K 1,5 %.

N : noyau - ch : chloroplastes - m : mitochondries - g : appareil de Golgi - Ex : Exine - I : Intine - L : lipides-oléocorps - e : élatères = bandes d'épaississement.

- Fig. 1 : Coupe d'une spore : paroi différenciée - exine ornementée - chloroplastes volumineux en couronne périnucléaire - inclusions lipidiques près de la paroi.
- Fig. 2 : Détail de spore : Chloroplastes à contours irréguliers - grana distincts - mitochondries à crêtes sinueuses.
- Fig. 3 : Détail de spore : Appareil de Golgi localisé dans le cytoplasme périphérique.
- Fig. 4 : Spores et élatères vues au microscope lumineux $\times 400$.
- Fig. 5 : Spore et élatère - Elatère : cytoplasme régressé, cellule morte réduite à sa membrane, épaisissements hélicoïdaux constitués.

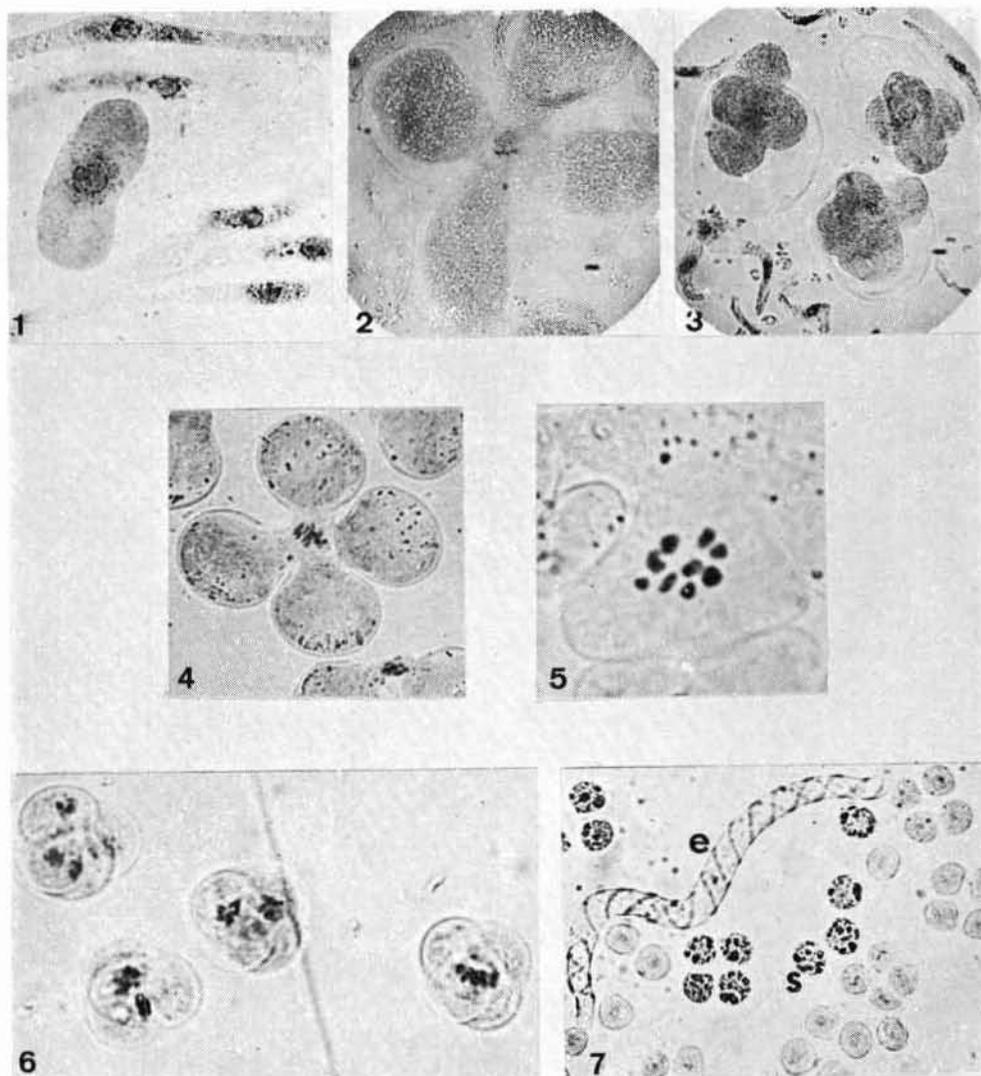


PLANCHE I

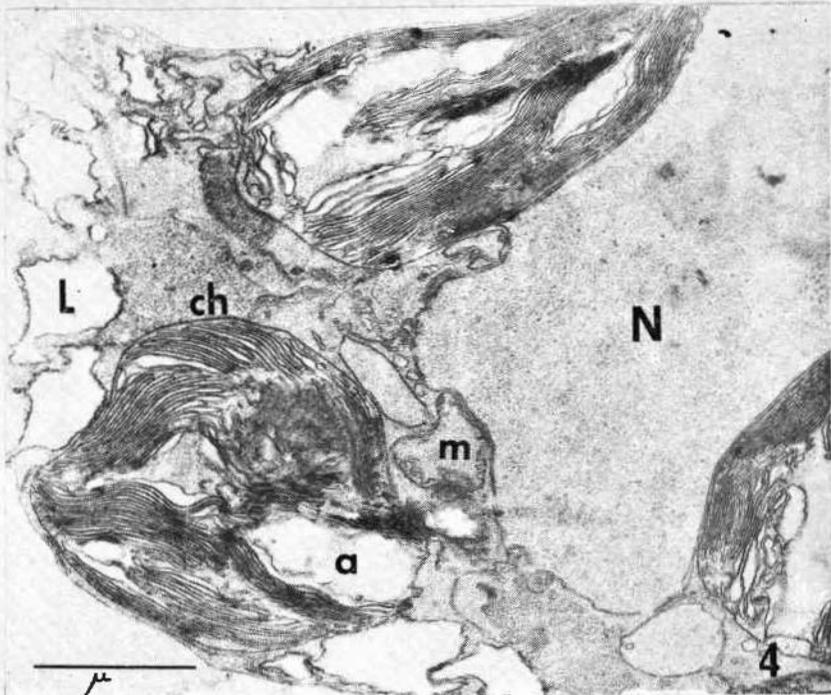
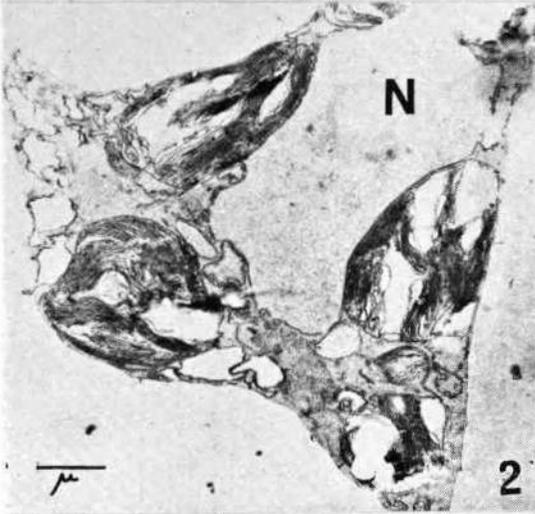
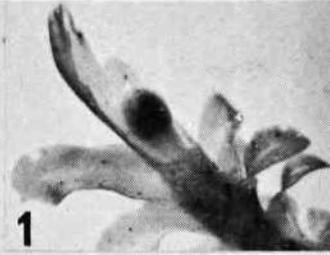


PLANCHE II

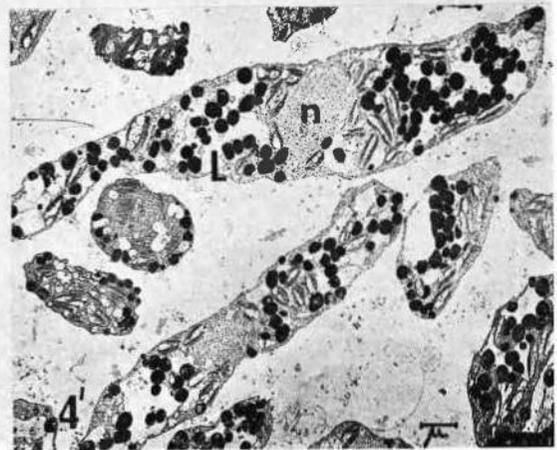
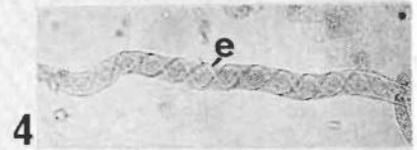
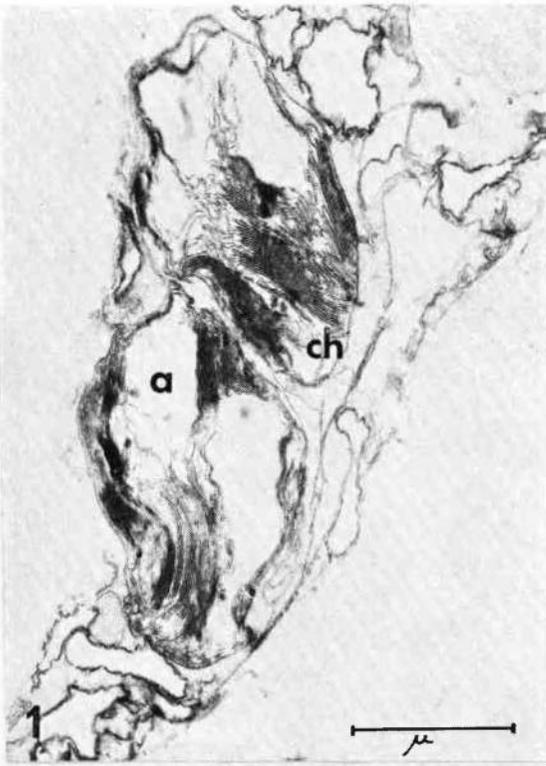


PLANCHE III

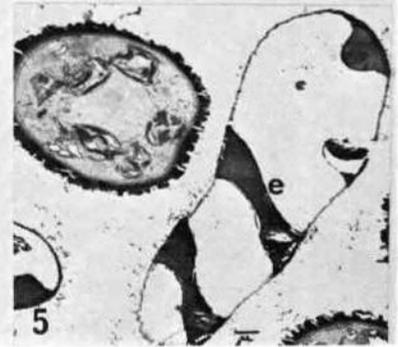
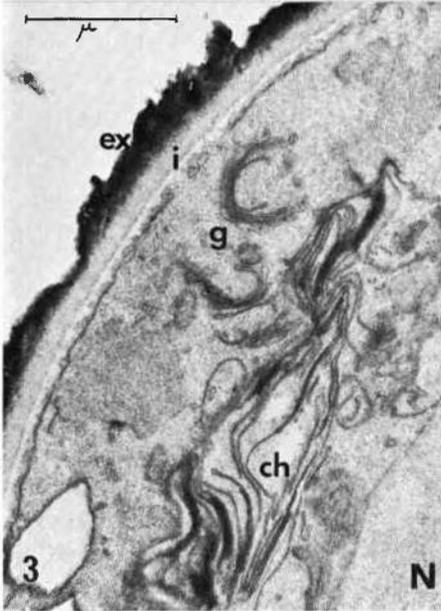
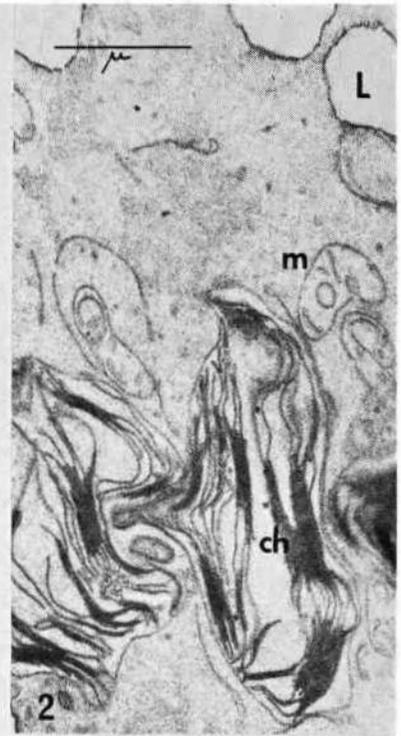
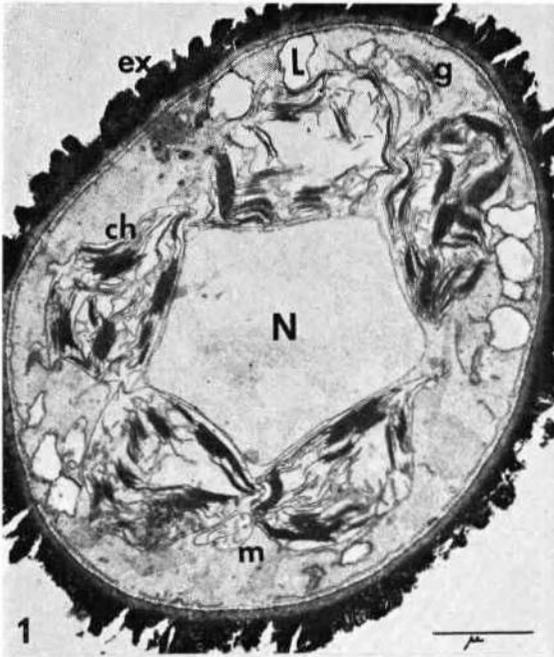


PLANCHE IV

ETUDE BIOMETRIQUE DE L'HETEROSTYLIE CHEZ LINUM AUSTRIACUM L.

par B. HERTZ (*)

Chez *Linum austriacum* L., l'hétérostylie se présente à un degré variable avec les souches que l'on étudie, tant du point de vue morphologique que de celui de l'autostérilité. LAIBACH admet qu'il existe des races plus ou moins hétérostyles dans cette espèce. Il était intéressant de tenter de traduire en chiffres cette variabilité, ce qui, pour la morphologie, consiste à mesurer la hauteur des étamines et du pistil. Le but poursuivi est d'étudier le comportement de l'hétérostylie dans la descendance.

METHODE

Dans la fleur de Lin, les différentes pièces florales sont entièrement libres entre elles, ce qui permet de les séparer aisément et de les mesurer. De plus, comme elles sont insérées au même niveau (sauf les sépales) leur longueur indique la position de leur extrémité (stigmate ou anthère) dans la fleur (Fig. 1).

Les longueurs données sont toujours la distance entre la base et le sommet d'un organe, mesuré sur une feuille de papier millimétré, après avoir été isolé, ce qui donne une précision au demi-millimètre près. Une précision supérieure serait illusoire, vu la variation de dimensions des organes en fonction de leur turgescence. De plus, ils sont animés de légers mouvements au cours de la floraison. Celle-ci dure de 3 à 4 heures par temps chaud et sec, à une douzaine d'heures par temps froid et humide.

Les mesures ont été faites le plus près possible du moment de l'anthèse, la fleur étant alors entièrement ouverte. Auparavant, les pétales n'ont pas encore leur taille maximum, et après, les étamines se fanent rapidement, les anthères prennent une position perpendiculaire au filet.

(*) Séance du 17 janvier 1968 ; communication présentée par M. R. LINDER.

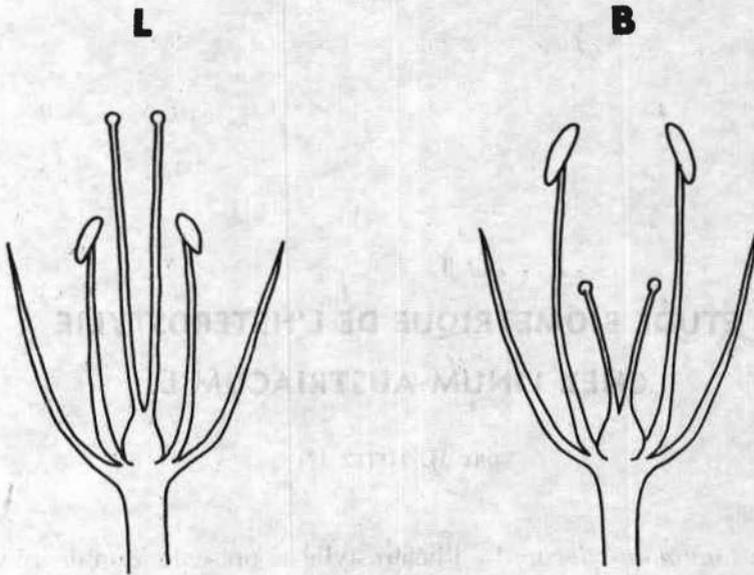


Fig. 1

Dans un cas de mesure analogue, LAIBACH avait considéré la longueur du stigmate et celle du filet, ce qui accentue le caractère « longistyle » car les stigmates sont plus petits que les anthères.

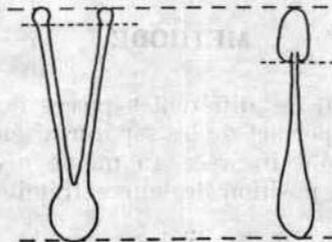


Fig. 2

Les homostyles deviennent ainsi légèrement longistyles (Fig. 2).

Lorsqu'aucune autre précision n'est donnée, les valeurs indiquées sont la moyenne de dix mesures faites sur des fleurs de la même plante.

RESULTATS

a) Plantes hétérostyles.

Une première série de mesures a été faite sur des Lins en provenance de jardins botaniques, et semés à Strasbourg. Pour chaque origine, on a choisi trois plantes du type longistyle, et trois plantes du type brevistyle qui ont été repiquées séparément. Ces plantes ont eu, l'année suivante, une abondante floraison qui a permis les mesures.

TABLEAU I

Origine		Sépales	Pétales	Étamines	Pistil	E/P
Ankara	L.	5,3	17,50	6,15	8,6	0,71
	B.	4,85	16,50	8,35	4,55	1,8
Bratislava	L.	4,85	15,85	6	7,95	0,75
	B.	5,15	17,45	8,9	4,60	1,9
Dresden	L.	5	15,15	5,45	8,25	0,66
	B.	5,45	16,60	8,65	4,85	1,7
Ferrare	L.	5,25	17,15	6,15	8,5	0,72
	B.	4,95	16,75	8,4	4,6	1,8
Ljubliana	L.	4,95	15,50	5,30	8,55	0,62
	B.	4,75	15,30	7,90	4,35	1,8
Odessa ₁	L.	5,1	16,55	5,9	8,8	0,67
	B.	4,95	17,75	9,65	4,8	2
Odessa ₂	L.	5,40	15,95	6	8,9	0,67
	B.	5,15	16,10	8,15	4,60	1,7
Odessa ₃	L.	4,95	14,45	6,25	8,65	0,72
	B.	5,15	16,70	8,4	4,65	1,8
Odessa ₄	L.	5,25	15,65	7,2	9,2	0,78
	B.	4,65	14,25	6,8	4,15	1,6
Odessa ₅	L.	4,95	15,20	5,65	8,35	0,67
	B.	4,60	16,40	9,05	4,55	1,9
Udine	L.	5,3	16,6	6,4	7,9	0,81
	B.	5,3	19,20	9,8	6,35	1,5

Longueurs des organes floraux (en mm)
Valeurs moyennes de dix fleurs par plante

La longueur moyenne des sépales chez les longistyles est de : 5,11 mm, chez les brévistyles de : 4,99 mm. La différence est donc négligeable à la simple observation.

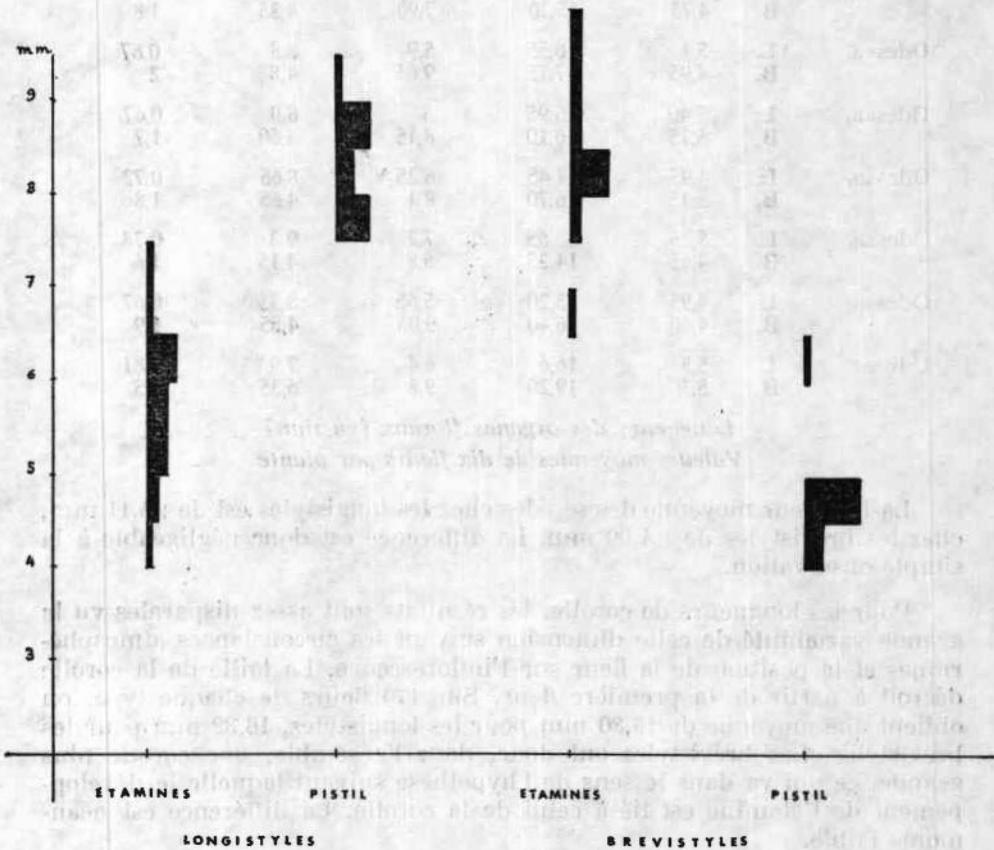
Pour les longueurs de corolle, les résultats sont assez disparates vu la grande variabilité de cette dimension suivant les circonstances atmosphériques et la position de la fleur sur l'inflorescence. La taille de la corolle décroît à partir de la première fleur. Sur 170 fleurs de chaque type, on obtient une moyenne de 15,80 mm pour les longistyles, 16,32 mm pour les brévistyles. Les brévistyles ont donc, dans l'ensemble, une corolle plus grande, ce qui va dans le sens de l'hypothèse suivant laquelle le développement de l'étamine est lié à celui de la corolle. La différence est néanmoins faible.

La valeur souvent prise comme mesure du degré d'hétérostylie est la distance séparant l'extrémité du stigmate de celle des étamines. Chez *Linum austriacum*, celle-ci présente des variations faibles d'une fleur à l'autre par opposition à la variation forte des corolles. La moyenne est de : 2,4 mm pour les longistyles, et de : 3,8 mm pour les brévistyles. Ces valeurs permettent de comparer deux longistyles, ou deux brévistyles entre eux, mais n'expriment pas un degré d'hétérostylie.

HISTOGRAMMES

On peut se faire une bonne idée de la répartition des valeurs en faisant un histogramme des longueurs pour chaque catégorie. La comparaison de ces histogrammes montre que :

- a. Les pistils des longistyles sont à même hauteur que les étamines des brévistyles ; mais les pistils des brévistyles sont bien plus courts que les étamines des longistyles.
- b. La variation de longueur des étamines est plus forte que celle des pistils. Les pistils de brévistyles, en particulier, ont une dimension assez uniforme.



Histogramme I. — Distribution des longueurs d'étamine et de pistil des deux types de fleurs hétérostyles.

ANALYSE

Si l'on porte sur un graphique, en abscisse la longueur du pistil, et en ordonnée la hauteur des étamines, chaque plante peut être caractérisée par un point. Les longistyles se trouvent dans le secteur délimité par l'axe

des abscisses et la droite de pente 1, les brévistyles entre cette droite et l'axe des ordonnées. Les homostyles doivent se situer, en principe, sur cette droite.

1° On peut donc estimer un degré de brévistylie ou de longistylie pour chaque plante. Ce degré est exprimé par le rapport E/P, rapport de la longueur de l'étamine à celle du pistil (Tableau I). Cette valeur est indépendante de la dimension globale de la fleur.

Schématiquement, pour longistyle : $E/P < 1$, pour brévistyle $E/P > 1$. Les valeurs extraites de ce tableau sont les suivantes :

Longistyle	Brévistyle
0,71	1,8
0,75	1,9
0,66	1,7
0,72	1,8
0,62	1,8
0,67	2
0,67	1,7
0,72	1,8
0,78	1,6
0,67	1,9
0,81	1,5
Moyenne = 0,70	Moyenne = 1,77

Sur le graphique, les brévistyles et les longistyles forment deux nuages de points dont la longueur montre la variation de taille des fleurs, et la largeur la variation du rapport E/P. Cette dernière est faible, surtout pour les brévistyles.

On peut remarquer que ces nuages de points ne sont pas distribués symétriquement par rapport à la droite de pente 1. C'est l'expression du fait que les rapports E/P des deux types, brévistyle et longistyle, ne sont pas simplement inversés : le produit des moyennes ci-dessus n'est pas égal à 1.

2° On peut apprécier un degré d'hétérostylie pour une souche donnée. Il faut tenir compte pour cela des deux formes en présence.

Si l'on joint chaque point représentant un brévistyle au point représentant le longistyle de même origine, on dessine un segment qui constitue une représentation graphique de l'hétérostylie morphologique :

- la longueur en indique le degré,
- son inclinaison en montre les modalités.

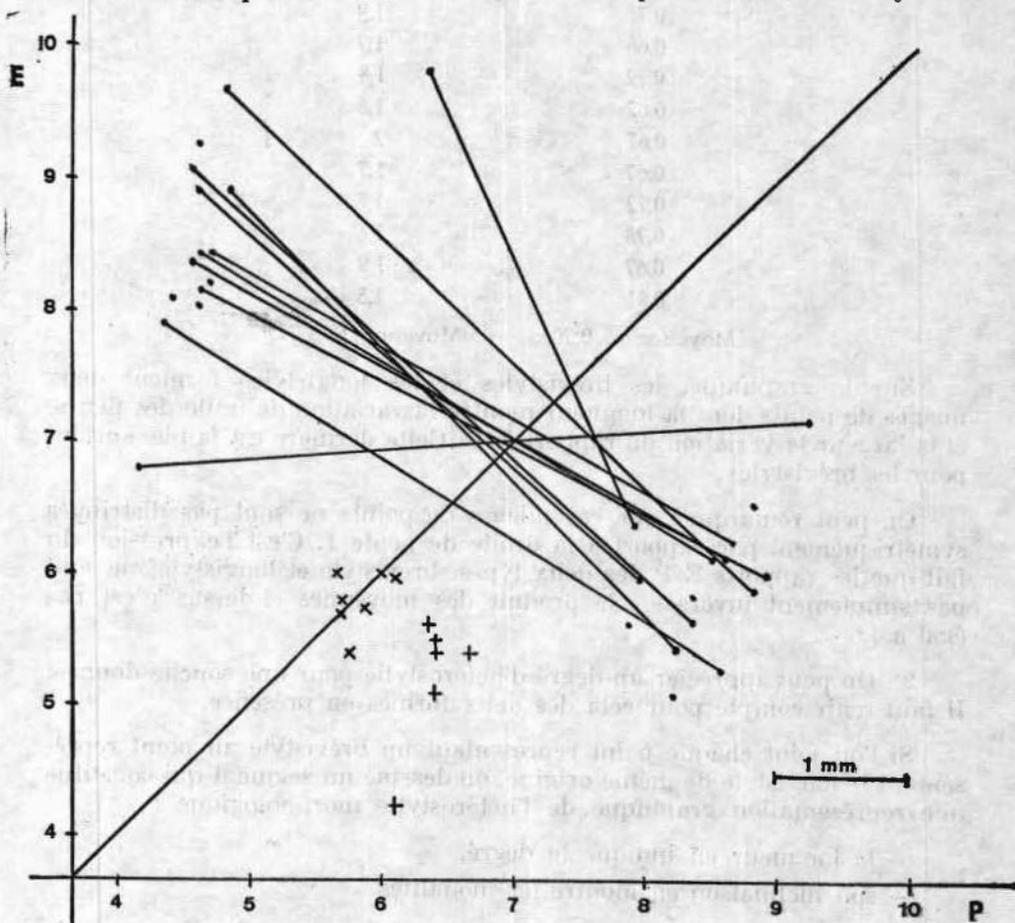
Sur le graphique, on peut voir qu'il y a deux familles de segments parallèles, chacun correspondant à un même type d'hétérostylie, et deux cas isolés, l'un presque vertical, donc à l'hétérostylie due surtout à l'allongement des filets, l'autre horizontal, à l'hétérostylie due uniquement à la longueur du style.

L'existence de catégories morphologiques d'hétérostylie devra être confirmée par la constance du caractère dans la descendance.

La longueur du segment a pour valeur :

$$\sqrt{(Et._b - Et._1)^2 + (Pist._1 - Pist._b)^2}$$

Cette valeur peut être prise comme mesure du degré d'hétérostylie. Elle varie très peu d'une souche à l'autre, et reste comprise entre 9 et 11 mm. C'est la traduction sur le graphique du fait qu'il n'y a pas de variation importante de la différence entre brévistyle et longistyle. On ne trouve pas de types plus ou moins hétérostyles. Les différences apparentes sont dues uniquement à des différences de « pente » de l'hétérostylie.



Graphique des relations étamine-pistil.

En abscisse la longueur des pistils, en ordonnée celle des étamines.

Les points représentent les plantes hétérostyles, les segments joignant chaque brévistyle au longistyle correspondant.

Les croix représentent les deux types d'homostyles.

b) Plantes homostyles.

En 1965, une plante de Lin homostyle est apparue dans un semis de fleurs décoratives du commerce. Cette plante s'est autofécondée spontanément (le Lin de cette espèce le plus proche que je connaisse est à 3 km et ne donne pas de graines). Parmi les descendants qui ont fleuri (6 plantes), se trouvaient des longistyles et des homostyles. Un des homostyles, de type albiflore, ainsi qu'une des plantes apparemment longistyles furent autofécondés et donnèrent des graines. Les plantes issues de ces graines fleurirent en 1967.

Les plantes issues de l'homostyle blanc furent toutes homostyles et à fleurs blanches (+ sur le graphique).

Les descendants du « longistyle » bleu furent tous longistyles comme le parent, mais à fleurs blanches ou bleues (× sur le graphique).

Plantes issues de l'autofécondation d'un homostyle

Numéro	Nombre de fleurs mesurées	Longueur moyenne Etamines	Longueur moyenne Pistil	E/P
11	4	5,75	5,87	0,97
12	3	6,0	5,6	1,07
13	4	6,0	6,1	0,98
15	1	4,5	4,5	1
21	1	5	6,5	0,76
23	7	5,7	5,7	1
25	3	6,0	6,0	1
34	5	5,8	5,7	1,01
42	2	5,5	4,75	1,15
45	11	5,40	5,77	0,93
46	3	5,7	5,3	1,07

Moyenne=0,99

Plantes issues de l'autofécondation d'un « longistyle » (autofertile)

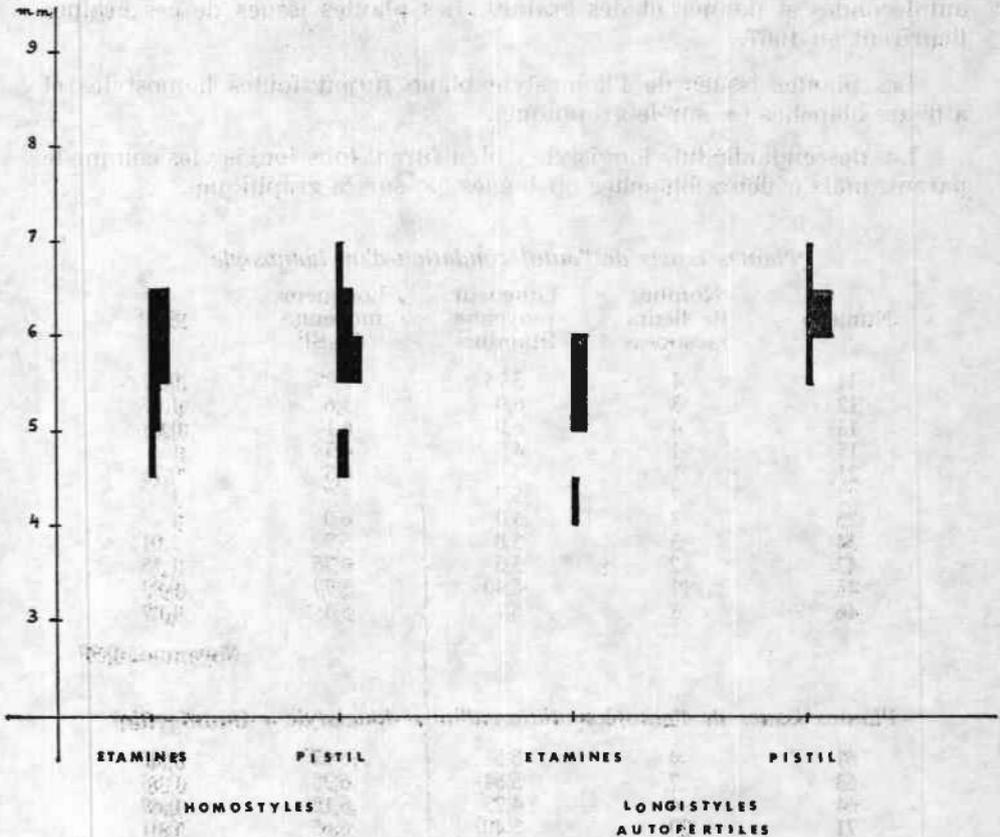
61	4	5,5	6,37	0,86
63	7	5,64	6,35	0,88
64	4	4,25	6,12	0,69
71	20	5,40	6,65	0,81
72	9	5,38	6,38	0,84
81	8	5,12	6,37	0,80

Moyenne=0,81

La comparaison des histogrammes de fréquence montre que, chez l'homostyle, les pistils et les étamines se comportent de la même façon, en ce qui concerne la variabilité. Chez le longistyle autofertile, les longueurs de styles sont plus homogènes que celles des étamines.

Ces histogrammes représentent la distribution de valeurs moyennes. Un histogramme, fait à partir des fleurs d'un seul individu, ex. : 45 d'une part et 71 d'autre part, présente une dispersion de même ordre. Ceci montre que la variation dans la population issue d'une plante n'est pas supérieure à celle qui se manifeste sur un seul individu.

Cette homogénéité de chacune des deux familles fait penser que le parent était homozygote pour les gènes déterminant l'hétérostylie. Cette homozygotie suppose à son tour un génotype de longistyle (les longistyles sont homozygotes, les brévistyles hétérozygotes). Cela suppose aussi, en plus des gènes bb un génotype déterminant l'homostylie, et un génotype déterminant l'autofertilité indépendamment de l'homostylie.



Histogramme II. — Distribution des longueurs d'étamine et de pistil des deux classes d'homostyles.

CONCLUSION

Une mesure du degré d'hétérostylie qui tient compte des caractères du type brévistyle et du type longistyle d'une même souche, montre que l'hétérostylie n'est pas sujette à de grandes variations d'intensité. Il n'y a pas de cas d'hétérostylie atténuée dans les souches hétérostyles observées. Ceux-ci seraient reconnaissables à une valeur faible du « degré d'hétérostylie ».

L'observation des plantes homostyles montre qu'elles ont de nombreux caractères de longistyles :

- une légère longistylie pour l'un des deux lots ;
- le fait qu'ils sont homozygotes ;
- de plus, les caractères de l'exine du pollen sont semblables à ceux des longistyles.

On pourrait donc considérer ces homostyles comme des longistyles atténués et devenus autoféconds. Les brévistyles correspondants ne sont pas connus.

Il y a donc apparemment contradiction entre les conclusions résultant de l'étude des Hétérostyles qui montre une constance de la valeur d'hétérostylie et l'hypothèse suggérée par les caractères des Homostyles qui fait appel à une variation du caractère.

Ce problème ne peut être résolu que par l'étude de la descendance de ces plantes, en particulier des produits des croisements entre les différentes catégories. C'est par la même méthode que pourra être abordé le problème des rapports entre l'hétérostylie morphologique et l'incompatibilité.

BIBLIOGRAPHIE

- BATESON, W. & GREGORY, R.P. - 1905. — On the inheritance of heterotylism in *Primula*. *Proc. Roy. Soc. Lond. Ser. B* 76, 581.
- BODMER, H. - 1927. — Beiträge zum Heterostylieproblem bei *Lythrum salicaria*. *Flora (Jena) N.F.* 22, 306.
- CORRENS, C. - 1921. — Zahlen und Gewichtsverhältnisse bei einigen heterostylen Pflanzen. *Biol. Zentral Blatt* 41, 97-109.
- DAHLGREN, K.V.O. - 1922. — Vererbung der Heterostylie bei *Fagopyrum*. *Hereditas*, III, 91-99.
- DARWIN, Ch. - 1877. — Different forms of flowers on plants of the same species. London.
- EAST, E.M. - 1927 a. — Inheritance of trimorphism in *Lythrum salicaria*. *Proc. Nat. Acad. Sci. U.S.A.*, 13, 122.
- EAST, E.M. 1927 b. — The inheritance of heterostylism in *Lythrum salicaria*. *Genetics* 12, 393.
- ERNST, A. - 1924. — Vererbung und Bedeutung der Heterostylie. *Verh. schweiz. naturforsch. Ges.*, 105, 174.
- ERNST, A. - 1925. — Genetische Studien über Heterostylie bei *Primula*. *Arch. der J. Klaus Stiftung* 1, 12-62.
- ERNST, A. - 1928 a. — Zur Genetik der Heterostylie. *Z. Vererbungslehre* 2, 265.
- ERNST, A. - 1928 b. — Zur Vererbung der morphologischen Heterostyliemerkmale. *Ber. dtsh. bot. Ges.*, 46, 573.
- ERNST, A. - 1932. — Zur Kenntnis der Heterostylie tropischer Rubiaceen. *Arch. der J. Klaus Stiftung* VII, 241.
- ERNST, A. - 1933. — Weitere Untersuchungen zur Phänalyse, zum Fertilitätsproblem, und zur Genetik heterostyler Primeln : *P. viscosa*. *Arch. der J. Klaus Stiftung* 1-2, 1-215.
- ERNST, A. - 1938. — Stammesgeschichtliche Untersuchungen zum Heterostylie Problem. *Arch. der J. Klaus Stiftung*, Zürich.
- FERNANDES, A. - 1964. — Contribution à la connaissance de la Génétique de l'hétérostylie chez le genre *Narcissus* L. *Boletim da Sociedade Broteriana*, XXXVIII, 2^e série.

- GREGORY, R.P. - 1915. — Notes on the inheritance of heterostylism in *Primula acaulis* Jacq. *J. of Gen.*, 4, 303-304.
- HILDEBRAND, F. - 1864. — Experimente über den Dimorphismus von *Linum perenne* und *Primula sinensis*. *Bot. Zeit.* 22, 1-5.
- LAIBACH, F. - 1922. — Über Heterostylie bei *Linum*. *Z.I.A.V.*, 27, 246.
- LAIBACH, F. - 1923. — Die Abweichung vom « mechanischem » Zahlenverhältniss der Lang- und Kurzgriffel bei heterostylen Pflanzen. *Biol. Zentral Blatt* 43, 148-157.
- LAIBACH, F. - 1925. — Zum Heterostylieproblem. *Biol. Zentral Blatt* 45, 170.
- LAIBACH, F. - 1928. — Zur Vererbung der physiologischen Heterostylieunterschiede. *Ber. dtsh. bot. Ges.* 46, 181.
- LAIBACH, F. - 1929. — Die Bedeutung der homostylen Formen für die Frage nach der Vererbung der Heterostylie. *Ber. dtsh. bot. Ges.* 47, 584.
- LAIBACH, F. — Die Heterostylie und ihre Bedeutung für die Pflanzenzüchtung. Der Züchter.
- LAIBACH, F. - 1930. — Untersuchungen an heterostylen Leinarten. *Z.I.A.V.* 54.
- LAIBACH, F. - 1930. — Untersuchungen an heterostylen Leinarten (suite). *Z.I.A.V.* 55.
- LAIBACH, F. - 1931. — Über Störungen in den Physiologischen Beziehungen zwischen Mutter und Embryo bei Bastarden. *Z.I.A.V.* 54, 102-125.
- MATHER, K. - 1950. — The genetical architecture of heterostyly in *Primula sinensis*. *Evolution* 4, 340.
- MULCAHY, D.L. - 1964. — The reproductive biology of *Oxalis priceae*. *Amer. J. Bot.* 51, 1045-1050.
- STOUT, A.B. - 1925. — Studies in *Lythrum salicaria*. II. A new form of flower in this species. *Bull. Torrey bot. Club.* 52, 81.
- STOUT, A.B. & CHANDLER, C. - 1941. — Change from self-incompatibility to self-compatibility accompanying change from diploid to tetraploid. *Science* 94, 118.
- TAMMES, T. - 1928. — The genetics in the genus *Linum*. *Bibl. Genet.* 4, 1-36.
- TAMMES, T. - 1930. — Die Genetik des Leins. Der Züchter.
- TISCHLER, G. - 1918. — Das Heterostylie Problem. *Biol. Zentral Blatt* 38, 461-479.
- UBISCH, G. - 1921. — Zur Genetik der Trimorphen Heterostylie sowie einige Bemerkungen zur dimorphen Heterostylie. *Biol. Zentral Blatt* 41, 88-96.
- UBISCH, G. — Versuche über Vererbung und Fertilität bei Heterostylie und Blütenfüllung. *Zeit. Bot.* 15, 193-232.
- UBISCH, G. - 1926. — Koppelung von Farbe und Heterostylie bei *Oxalis rosea*. *Biol. Zentral Blatt* 46, 633.
- ZOLLIKOFER, Cl. - 1932. — Untersuchungen zum Fertilitätsproblem der Heterostylen. *Planta* 16, 763.

LA VEGETATION DES BALEARES

par Jacques DUVIGNEAUD (*)

Le conférencier expose les grands traits de la végétation des îles Baléares. De nombreuses diapositives permettent au public de suivre avec facilité et agrément son très bel exposé. Après un rappel de la géologie et de la situation géographique des Baléares, M. DUVIGNEAUD décrit la nature du paysage végétal des trois îles de Majorque (la plus montagnueuse), Minorque et Ibiza. Il indique quels sont les groupements végétaux de l'étage méditerranéen (essentiellement des cultures et des oliveraies) et supra-méditerranéen où s'observe une forêt de chênes-verts ; plus haut, en altitude, une garrigue herbeuse et d'immenses étendues de pierrailles. Avant de conclure, M. DUVIGNEAUD insiste sur l'abondance, aux Baléares, des plantes endémiques (ne vient-on pas d'y découvrir une Ombellifère nouvelle ?) et explique les causes de cette richesse.

(*) Séance du 15 mai 1968.

TECHNIQUE DE CULTURE POUR L'ETUDE DES INTERACTIONS MICROBIENNES AU NIVEAU DU SYSTEME RADICULAIRE DES PLANTULES

par R. BLONDEAU (*)

Les techniques le plus souvent employées pour l'étude de la rhizosphère des jeunes plantes sont basées sur l'utilisation de cultures en terre (SZEMBER 1959, MILLER et SCHMIDT 1965) ou de cultures hydroponiques.

Si les premières respectent les conditions écologiques de germination, elles sont cependant peu courantes car le substrat de germination est très variable et chimiquement trop complexe.

Les cultures hydroponiques, au contraire, permettent l'emploi de milieux de culture synthétiques qui offrent, de plus, l'intérêt d'être directement utilisables, sans élution préalable, pour les analyses biochimiques. Ecologiquement, ces cultures sont pourtant très critiquables, aussi bien pour l'étude des phénomènes physiologiques intervenant au niveau du système racinaire des plantules, que pour l'étude des interactions microbiennes.

Les conditions expérimentales que l'on doit faire intervenir pour ce genre de travail consistent donc, d'une part, à utiliser un substrat de germination convenable et, d'autre part, à prévoir la possibilité d'une élution « in situ » des substances éliminées par les racines.

Ainsi KHAN (1948) utilise par exemple le sable comme substrat. Grâce à une technique très simple ce sable est constamment imbibé par la solution nutritive, disposée à l'extérieur du tube de germination. Le problème de l'élution n'est cependant pas résolu.

STOTSKY, CULBRETH et MISH (1962) après de nombreux essais, trouvent aussi que le sable constitue le meilleur substrat utilisable. La technique de culture qu'ils ont mis longuement au point apparaît très intéressante, mais elle est beaucoup trop complexe pour effectuer des analyses en séries, ou pour étudier les phénomènes se limitant seulement aux premiers stades de développement des plantules.

(*) Séance du 15 mai 1968.

Dans le cadre de l'étude des interactions nutritionnelles entre les plantules de colza et diverses microflore telluriques, nous préférons utiliser des tubes de culture contenant de la laine de verre, supportant comme substrat de germination du sable de Fontainebleau lavé aux acides. Les conditions écologiques semblaient ainsi respectées, mais le problème de l'éluion restait toutefois posé.

Dans cette note, nous exposons une nouvelle technique de culture très simple permettant, in situ, une éluion en série des substrats de germination. Nous précisons aussi les conditions que nous respectons pour le choix, la préparation et l'utilisation de la « microflore de référence » ensemencée dans les tubes.

TECHNIQUE DE CULTURE

Tubes de culture :

Les tubes de culture employés (240 × 40) comportent deux parties : une pièce supérieure, au fond de laquelle est soudé un disque de verre fritté (porosité 1), et une pièce inférieure, en forme de coupelle, surmontée par un rodage femelle s'adaptant exactement à la base de la pièce supérieure. Chacune de ces pièces est en plus garnie de deux ergots permettant de les maintenir solidaires.

Sur le disque de verre fritté est placée de la laine de verre, supportant le substrat de germination : 20 g de sable de Fontainebleau lavé aux acides.

Pour la germination du colza, la solution de KNOP diluée de moitié sert de milieu nutritif. Une microflore de référence diluée au 1/1.000 est ajoutée à raison de 1 ml pour 9 ml de KNOP. Le tout est réparti à raison de 10 ml par tube.

Pour les cultures témoins, cette microflore diluée au 1/1.000 a été stérilisée à l'autoclave avant son addition au milieu de KNOP.

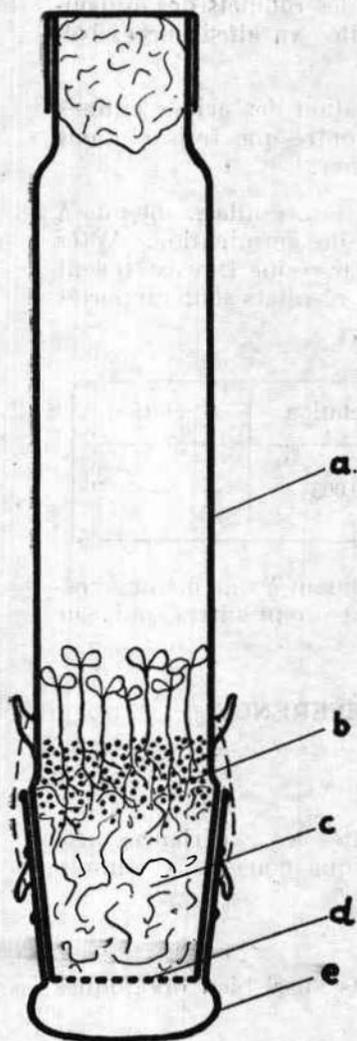
Après ensemencement des graines, préalablement stérilisées à l'hypochlorite de calcium, les tubes de culture sont recouverts d'un papier d'étain et placés dans une pièce régulée à 20° C. Ils sont soumis à un éclaircissement de 3.000 lux, 12 heures par jour.

Eluion des substances présentes dans le substrat de germination :

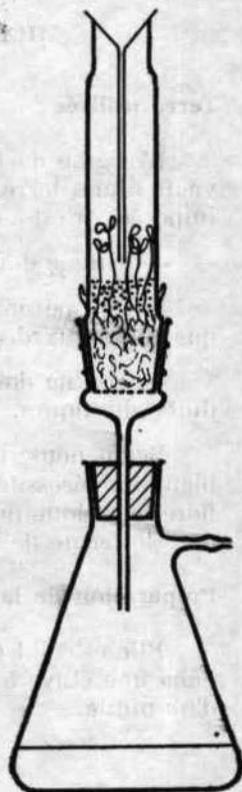
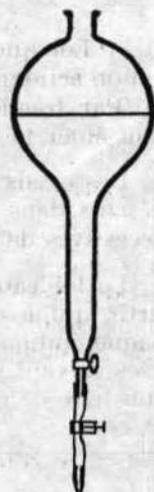
Après un temps déterminé de germination, les tubes de culture sont élués de la façon suivante :

— On enlève la pièce inférieure du tube, et on adapte la pièce supérieure contenant le semis dans un entonnoir possédant un rodage de même diamètre, et branché sur une fiole reliée à une rampe à vide.

— Au-dessus de chacun de ces tubes, et dans le même axe, sont disposés successivement un siphon calibré à 15 ml et une ampoule à décanter contenant de l'eau bidistillée. Le débit d'écoulement de cette eau est réglé à 1,5 ml par minute par l'intermédiaire d'une pince de morh disposée sous le robinet de l'ampoule.



- a : pièce supérieure
- b : sable
- c : laine de verre
- d : verre fritté
- e : pièce inférieure



TUBE DE CULTURE ET DISPOSITIF D'ELUTION

— Lorsque tous les tubes (5 ou 10) sont adaptés à cette rampe d'élu-tion on actionne la pompe à vide et on ouvre tous les robinets des ampou-les. Par fractions de 10 mn, 15 ml d'eau bidistillée va ainsi successive-ment éluer le substrat de germination des tubes.

Des essais préalables effectués sur la récupération des acides aminés présents dans le substrat de germination, ont montré que trois élu-tions successives de 15 ml sont suffisantes pour tout éluer.

Le tableau suivant donne, à titre d'exemple, les résultats obtenus à partir d'une culture de colza après sept jours de germination. Après chaque élution, les acides aminés totaux retenus sur résine Dowex 50 sont dosés suivant la méthode de TROLL et CANNAN. Ces résultats sont rapportés à un tube de culture (25 plantules).

	1 ^{re} élution	2 ^e élution	3 ^e élution	4 ^e élution
Acides aminés en μ M	0,136	0,038	0,008	—

Enfin, après élution de tous les tubes correspondant à une même expé-rience, les éluats sont rassemblés et filtrés, d'abord sur préfiltres, puis sur membranes « Millipore » de 0,45 μ .

MICROFLORE TELLURIQUE DE REFERENCE

Terre utilisée :

L'origine de la microflore employée dans toutes les expériences pro-vient d'une terre qui correspond aux exigences que nous nous sommes imposées, c'est-à-dire :

- elle ne doit pas être cultivée ;
- elle ne doit pas avoir reçue d'amendements aussi bien organiques que minéraux depuis plusieurs années ;
- elle ne doit pas avoir été traitée par des herbicides ou autres pro-duits chimiques.

Selon nous, la microflore contenue dans une telle terre répond assez bien aux nécessités des expériences, c'est-à-dire à l'utilisation d'une micro-flore tellurique naturelle d'une part, et stable dans le temps d'autre part, d'où le terme de « microflore de référence » que nous lui avons prêté.

Préparation de la terre :

Elle est tout d'abord séchée à température ambiante en lits peu épais dans une étuve à ventilation, pendant un à deux jours suivant son taux d'humidité.

Elle est ensuite passée sur un tamis à mailles très serrées de façon à ne retenir que les fines particules donnant une masse homogène.

Pour la conserver ensuite en modifiant le moins possible le nombre de bactéries présentes, ainsi que l'équilibre biologique des différents micro-organismes, nous la plaçons dans un dessiccateur à vide entreposé dans une chambre froide. Le fond de celui-ci est en plus garni de chlorure de calcium. Après chaque prélèvement, nous faisons systématiquement le vide, et nous rétablissons la pression à l'intérieur du récipient en ne faisant pénétrer que de l'air desséché.

Caractéristiques de la microflore :

Lorsqu'une terre a été conservée de cette façon, nous considérons qu'elle peut être utilisée pendant au moins huit mois.

En effet, les nombreuses numérations bactériennes que nous avons effectuées à partir de la terre précédemment définie nous ont donné des résultats stables pendant cette période, et compris entre 25 et 30 millions de germes par gramme de terre.

Au point de vue du pouvoir de synthèse de ces bactéries, étudié suivant la technique de LOCHHEAD et CHASE :

- 34 % étaient capables de proliférer sur un milieu contenant simplement des sels minéraux et du glucose ;
- 20 % exigeaient la présence d'acides aminés ;
- 16 % exigeaient la présence de vitamines ;
- 30 % exigeaient la présence d'autres facteurs de croissance présents dans l'extrait de levure et l'extrait de terre.

Utilisation de cette microflore pour l'étude de la rhizosphère :

Aussi bien pour la numération de la flore totale que pour la préparation d'un « inoculum », nous préparons d'abord la suspension dilution au 1/10 en versant 10 g de terre dans un erlen contenant 90 ml d'eau physiologique stérile, et nous plaçons à l'agitation magnétique pendant une demie heure.

Ensuite, nous préparons les autres dilutions en utilisant des erlens contenant 90 ml d'eau physiologique stérile.

Pour l'ensemencement des tubes de culture, nous procédons de la façon suivante : nous effectuons la dilution au 1/10.000 en utilisant des erlens contenant 90 ml de milieu de KNOP stérile, et nous répartissons celui-ci à raison de 10 ml par tube de culture. En utilisant la terre précédemment décrite, chaque tube reçoit ainsi 25.000 à 30.000 bactéries.

Pour les numérations de microflore enfin, nous utilisons le milieu gélosé défini par BUNT et ROVIRA.

CONCLUSION

Cette technique de culture présente surtout comme intérêt l'utilisation d'un matériel simple et d'un substrat de germination bien aéré, permettant un développement normal du système racinaire des plantules.

Cependant, ainsi définie, cette technique n'est utilisable que pour l'étude des premiers stades de la croissance des plantules, c'est-à-dire pendant 20 à 25 jours de culture. Ensuite, le milieu de culture devenant déficient, de nouveaux phénomènes physiologiques risquent de perturber celui qui est analysé.

Notons cependant qu'il est possible de prévoir un système d'alimentation continu en liquide nutritif, mais chaque tube perd alors son autonomie, et la méthode ne répond plus aux besoins demandés.

BIBLIOGRAPHIE

- BUNT J.S. et ROVIRA A.D. (1955). — Microbiological studies of some subantarctic soils.
J. Soil Sci., 6, 119-128.
- KHAN I.U. (1948). — A technique for growing citrus seedlings under aseptic conditions of culture.
Phytopathology, 38, 756-757.
- LOCHHEAD A.G. et CHASE F.E. (1943). — Qualitative studies of soil microorganisms. V. Nutritional requirements of the predominant bacterial flore.
Soil Sci., 55, 185-195.
- MILLER R.H. et SCHMIDT E.L. (1965). — A technique for maintaining a sterile soil. Plant root environment, and its application to the study of amino acids in the rhizosphere.
Soil Sci., 100, 267-273.
- STOTSKY G., CULBRETH W. et MISH C.B. (1962). — Apparatus for growing plants with aseptic root for collection of root exudates and CO₂.
Plant Physiol., 37, 332-341.
- SZEMBER A. (1959). — Providing aseptically cultivated plants with water through bacteria tight glass-filters.
Plant and Soil, 11, 392-394.
- TROLL W. et CANNAN R.K. (1953). — A modified photometric ninhydrin method for the analysis of amino and imino acids.
J. Biol. Chem., 200, 803-811.

RECHERCHES PALEOECOLOGIQUES ET PEDOLOGIQUES EN FORET D'ANDIGNY (AISNE - FRANCE)

par A.V. MUNAUT, L. DURIN et J.C. EVARD (*)

INTRODUCTION

Au cours de recherches phytosociologiques menées dans le Nord de la France, l'un des auteurs (L.D.) remarqua un site dont l'étude palynologique et pédologique paraissait intéressante.

Il s'agissait d'un vallon situé en forêt d'Andigny (Aisne), dont le fond était occupé par une aulnaie sur tourbe et dont les deux versants présentaient un contraste de végétation marqué. Le versant exposé au sud était sableux et portait une forêt acidiphile claire sur sol podzolique ; le versant opposé était revêtu d'une végétation nettement mésophile sur sol limoneux. Le sommet du versant sableux était couvert d'une petite lande (Fig. 1).

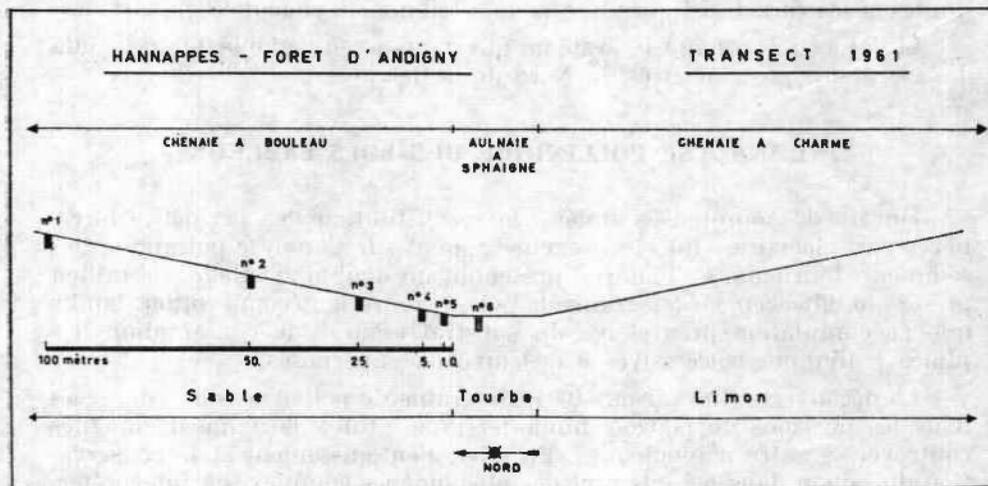


figure n° 1

(*) Séance du 15 mai 1968.

Du point de vue palynologique, la juxtaposition de sols sableux et tourbeux constituait une occasion très favorable pour étudier l'évolution de la végétation dans ces différents types de milieu suivant un transect perpendiculaire à l'aulnaie. On pouvait espérer en outre élucider quelques problèmes posés par l'analyse palynologique des sols sableux. De plus, dans un espace restreint, on pouvait observer des pédogénèses très variées sur sol sableux.

1° LA CHRONOLOGIE POSTGLACIAIRE

En Europe occidentale, la chronologie postglaciaire est basée essentiellement sur les transformations de la couverture végétale, telles qu'elles ont été décrites par les palynologues.

Depuis une cinquantaine d'années, l'étude des pollens fossiles a permis de construire un schéma montrant l'immigration progressive des différentes espèces forestières, leur extension ou leur régression sous l'influence de modifications climatiques importantes et synchrones.

Relativement simple à l'origine, ce schéma s'est compliqué au fur et à mesure que des recherches, toujours plus détaillées (et étayées depuis quelques années par les datations C¹⁴) ont mis en évidence nombre de particularités régionales.

Aussi, dans un souci de préciser davantage l'identité et de souligner l'originalité des nouvelles séquences reconnues, nombre d'auteurs ont jugé bon de définir des chronologies numériques propres à chaque région étudiée.

Il nous a paru préférable, quant à nous, de garder un système plus simple et plus connu basé sur la nomenclature de BLYTT et SERNANDER, quitte à ne pas retenir l'implication climatique de ces vocables et à définir les limites et les caractéristiques que nous attribuons à chacune des périodes.

Le tableau I résume le système que nous avons adopté pour l'étude des gisements postglaciaires du Nord de la Belgique.

2° L'ANALYSE POLLINIQUE DES SOLS SABLEUX

Durant de nombreuses années, la reconstitution des péripéties forestières post-glaciaires, fut basée exclusivement sur l'analyse pollinique des sédiments tourbeux. Ce matériel présentait un double avantage : le milieu préservait efficacement les grains de pollen contre la décomposition, tandis que l'accumulation progressive du substrat assurait la conservation des pluies polliniques successives à des niveaux superposés.

La découverte (BEYERINCK, 1934) de grains de pollen fossiles conservés dans les horizons de podzols humo-ferriques, fut à l'origine de longues controverses entre palynologues. En effet, l'enfouissement et la conservation du pollen dans les sols sont des phénomènes complexes à interpréter. Si de nombreux auteurs accordent aux diagrammes de sols une valeur certaine pour reconstituer l'histoire de la végétation locale, d'autres au contraire, nient toute possibilité de ce genre.

TABEAU I — PERIODES POSTGLACIAIRES

Dates absol.	Périodes	Caractéristiques	Archéologie
+ 2000	SUBATLANTIQUE depuis — 800	— Apparition des espèces forestières cultivées. — Extension des cultures.	FER
+ 1000		— Apparition de <i>Carpinus</i> . — Recul définitif de <i>Tilia</i> .	
+ 1		— Extension de <i>Fagus</i> .	
— 1000	SUBBORÉAL — 2300 à — 800	— Apparition de <i>Fagus</i> . — Extension de <i>Corylus</i> et des landes à <i>Calluna</i> .	BRONZE
— 2000		— Recul important de <i>Tilia</i> .	NÉOLITHIQUE
— 3000	ATLANTIQUE — 5500 à — 2300	— Apparition des premières céréales.	MÉSOLITHIQUE
— 4000		— Diversification des formations forestières en fonction du milieu.	
— 5000		— Extension rapide d' <i>Alnus</i> et de <i>Tilia</i> .	
— 6000	BORÉAL — 6700 à — 5500	— Forte extension de <i>Corylus</i> . — Immigration des premières espèces thermophiles, <i>Quercus</i> , <i>Ulmus</i> .	
— 7000	PRÉBORÉAL — 8300 à — 6700	— Remplacement de la steppe par des forêts subarctiques à <i>Betula</i> , <i>Pinus</i> et <i>Salix</i> .	
— 8000	DRYAS RÉCENT	Steppe froide.	
— 9000	ALLERÖD — 9900 à — 8800	Forêt subarctique à <i>Betula</i> , <i>Pinus</i> et <i>Salix</i> .	PALÉOLITHIQUE
— 10000	DRYAS MOYEN	Steppe froide.	
— 11000	BOLLING — 11500 à — 10300	Forêt subarctique à <i>Betula</i> , <i>Salix</i> (<i>Pinus</i>).	
— 12000	DRYAS ANCIEN	Steppe froide.	

L'enjeu de ces discussions est d'importance puisque de telles analyses permettent d'étendre aux surfaces sableuses les recherches ordinairement réservées aux zones tourbeuses. Or, l'absence, l'éloignement ou même la destruction de celles-ci, laisse sans réponse des questions portant par exemple sur l'évolution récente des massifs forestiers, ou les rapports existant entre la végétation et les phénomènes pédogénétiques.

De plus, les diagrammes obtenus par l'analyse des tourbières reflètent en général l'évolution de la végétation propre à ces milieux marécageux ou à leurs alentours immédiats. Ceci ressort des recherches effectuées par différents auteurs (notamment JONASSEN, 1950 ; HEIM, 1962, 1967 ; BASTIN, 1964) sur les rapports entre la végétation actuelle et les spectres polliniques récents. Ces travaux mettent clairement en évidence l'importance de la végétation locale sur la composition des spectres polliniques obtenus en un point déterminé.

De ce fait, la diversité réelle de la végétation telle qu'elle peut être décrite actuellement par la phytosociologie, n'apparaît guère dans le passé si on se limite aux seules analyses de tourbières.

Or, c'est précisément en raison des différences observées entre diagrammes de tourbe et diagrammes de sable que d'aucuns rejettent cette dernière méthode qui fournissait des informations si peu conformes aux conceptions classiques.

Il faut constater que les arguments invoqués contre l'analyse des sols sableux (principalement une corrosion, une préservation ou une infiltration différentielle des grains de pollen) résultent d'investigations déjà anciennes portant sur un nombre restreint de cas, ou exécutées suivant des procédés très élémentaires ou très artificiels.

Par contre, les auteurs qui ont récemment étudié ce problème en détail admettent la valeur des diagrammes de sable, même si leurs avis divergent à propos de quelques détails (DIMBLEBY 1962, HAVINGA 1962, MUNAUT 1967).

Nous discuterons ultérieurement ces problèmes à propos des résultats obtenus en forêt d'Andigny.

3° LE SITE ETUDIE

Le site étudié est localisé dans la forêt domaniale d'Andigny (49° 59' lat. nord et 3° 36' de long. est de Greenwich) sur le territoire de la commune de Hannappes (Dépt. de l'Aisne), entre Hannappes et Wassigny, à 10 km au nord de Guise.

Cette forêt s'étend sur le plateau de Busigny dont l'altitude voisine 160 mètres.

Les placeaux étudiés palynologiquement se trouvent dans la série Hannappes, au lieu dit « La Sablière ». La futaie du Fago-Quercetum qui semble représenter la végétation potentielle du secteur a été décrite sur une éminence qui domine les « Fonds de Paris » et appelée le Sart à Malot.

Cette forêt qui a fait l'objet d'une étude phytosociologique parue antérieurement, est la relique la plus importante de l'antique forêt d'Arrouaise, qui à l'époque romaine couvrait une grande partie de la Thiérache argilo-calcaire et du Vermandois.

Elle présente plusieurs analogies avec les forêts du Bassin de Mons qui ont été décrites par NOIRFALISE et SOUGNEZ (1963).

Ce plateau de Busigny est un lambeau témoin de formations éocènes qui unissaient le Bassin parisien et le Bassin de Mons.

Des formations tertiaires, constituées par du tuffeau surmonté de sables, grès marins et continentaux, surmontent la craie senonienne qui affleure en quelques endroits de la forêt.

En général ces formations tertiaires sont recouvertes par une couche plus ou moins épaisse de limons pléistocènes, en particulier sur les pentes et les anticlinaux ; les parties basses sont occupées par des alluvions modernes.

La série d'Hannappes, qui nous intéresse particulièrement, est située à l'est du plateau et est constituée en majeure partie par des affleurements de sables landéniens de Grandglise, cette partie de la forêt au relief très tourmenté, domine d'environ 70 mètres la vallée du Noirieux, affluent de l'Oise, qui a été utilisée pour l'établissement du canal de la Sambre à l'Oise.

Le climat de cette région est assez nettement atlantique, l'abondance de l'Endymion en fait d'ailleurs foi.

Ainsi que nous l'avons indiqué dans un travail antérieur, les données statistiques manquent pour la région et il nous semble difficile d'extrapoler à partir des données climatiques de Laon, Saint-Quentin ou Cambrai. Néanmoins on peut penser que la pluviosité annuelle doit être de l'ordre de 750 mm, un peu supérieure à celle du Cambrésis, mais notablement inférieure à celle de l'Avesnois.

La température moyenne annuelle est de l'ordre de 10°, ce qui donne un indice de DE MARTONNE voisin de 40, favorable au hêtre.

La forêt d'Andigny au relief tourmenté, en égard à la région, aux conditions édaphiques fort diverses, où la sylviculture a connu bien des vicissitudes du fait d'importantes destructions, où les aménagements ont dû être constamment modifiés, se présente comme une mosaïque d'associations très diverses où seule une observation longue et attentive peut fournir un fil conducteur.

En déterminer la végétation potentielle peut paraître une gageure ; nous pensons toutefois que la forêt de substitution sur limon, où ni l'aspérule ni la mélique n'apparaissent, où le sycomore et le frêne prennent une grande importance dans le taillis, où le tilleul est absent, alors qu'on le rencontre dans tous les bois plus thermophiles du Cambrésis, doit être rattachée au *Querceto-Fraxinetum* et entrer dans l'alliance du *Fraxino-Carpinion*. La forêt sur sable, selon qu'elle est traitée en taillis sous futaie ou

en futaie peut être reconnue comme un *Quercus sessiliflorae betuletum* ou un *Fago-Quercetum* ; ce sont donc des forêts du *Quercion*.

Comme en Belgique on y a souvent introduit le châtaignier, le chêne rouge, le pin sylvestre et actuellement le mélèze et le douglas.

Des aulnaies oligotrophes à sphaignes occupent tous les thalwegs de la série d'Hannappes ; elles doivent être rapportées au *Cariceto laevigatae alnetum*, malgré l'absence de *Carex laevigata*, espèce eu-atlantique absente de la région et que l'on trouve pourtant beaucoup plus à l'est en Ardenne (L. DURIN et collaborateurs, 1965).

4° TECHNIQUES ET METHODES

A. Les analyses pédologiques

Les dosages de l'humus ont été réalisés suivant la méthode de BREMNER et LESS.

La granulométrie suivant la technique de ROBINSON.

B. Les analyses palynologiques

— 1. Préparation des échantillons

L'extraction du pollen a été menée suivant les méthodes classiques (DEL COURT, MULLENDERS, PIERART, 1959) :

- traitement par NaOH, décantation, HF, HCL, KOH, pour les sables ;
- méthode VAN CAMPO pour la tourbe.

— 2. Les diagrammes

SYMBOLES UTILISES DANS LES DIAGRAMMES PALYNOLOGIQUES			
Pollens arboréens (A.P.) :		Pollens non arboréens (N.A.P.) :	
ALNUS	□	PICEA	△
BETULA	○	PINUS	●
CARPINUS	▲	QUERCUS	■
CASTANEA	☾	SALIX	⊕
CORYLUS	◆	TILIA	— T —
FAGUS	△	ULMUS	.....
MYRICA	⬇	CALLUNA	▬▬▬
		CEREALES	■
		CYPERACEES	▨▨▨
		DRYOPTERIS	▬▬▬
		GRAMNEES	▨▨▨
		PTERIDIUM	▬▬▬

figure n° 2

Les symboles utilisés dans les diagrammes sont repris Fig. 2. Les pourcentages ont été calculés d'après la somme totale des spores et pollens comptés à chaque niveau, à l'exception de *Sphagnum* et de *Dryopteris* dans la tourbe. Les avantages de ce procédé de calcul ont été discutés en détail par ailleurs (MUNAUT, 1967). Signalons toutefois qu'il permet d'obtenir une représentation particulièrement synthétique de l'ensemble des variations qui affectent la pluie pollinique d'un point déterminé, à l'inverse des pourcentages basés sur une partie seulement des pollens (par ex. la somme des arbres et des arbustes ou même la somme des arbres seulement).

L'ordonnance de nos diagrammes est la suivante :

de gauche à droite :

- la nature du sédiment,
- la période chronologique,
- le numéro des phases observées,
- le niveau de l'échantillon,
- un diagramme principal où les pourcentages des principales espèces arboréennes (symbole, Fig. 2) sont représentés suivant une échelle croissant vers la droite, à l'inverse des espèces herbacées (Fig. 2) représentées par des surfaces cumulatives,
- le rapport de la somme des espèces arboréennes (AP) sur la somme totale des grains comptés (T) où AP/T est représenté par une ligne en trait gras,
- les colonnes individuelles réservées aux espèces peu abondantes, mais dont l'importance écologique peut être grande,
- la répétition de l'échelle des profondeurs,
- le nombre de pollens qui dans chaque niveau analysé a servi au calcul des pourcentages.

5° LES RESULTATS

Seuls les profils numérotés I-1 à I-6 ont été analysés palynologiquement. Ils sont situés le long d'un transect perpendiculaire à l'aulnaie et ont été prélevés en 1961 respectivement à 100, 50, 25, 5 et 1 mètres du bord de l'aulnaie et enfin au centre de celle-ci (Fig. 1). Ces analyses palynologiques et les descriptions pédologiques faites sur le terrain ont été complétées ultérieurement par l'analyse de quelques profils prélevés à proximité immédiate du transect précédent (profil humo-ferrique, profil I-4 bis) ou à quelques centaines de mètres (Sart à Malot).

A. Le podzol humo-ferrique

L'extension de la sablière, postérieurement aux prélèvements de 1961, a permis d'observer sous une petite lande située au sommet du versant sableux, la présence d'une véritable pédogénèse humo-ferrique en mosaïque avec les sols podzoliques.

Cette lande sommitale est constituée par un *Calluneto genistetum molinietosum* très fragmentaire où l'on note en dehors de *Calluna* et de

Molinia : *Festuca ovina*, *Vaccinium myrtillus*, *Pteris aquilina*, *Luzula multiflora*, *Potentilla tormentilla*, *Carex pilulifera*, etc...

Cette petite lande est lentement recolonisée par des petits bouleaux.

Profil :

- A₀ : 4 à 5 cm Constitué par un Mor fibreux avec de très nombreux grains de quartz.
 A₁ : 3 cm Brun et très humifère.
 A₁₋₂ : 3 à 4 cm Brun et un peu plus clair.
 A₂ : 40 cm N'est pas absolument cendreau, mais gris rose homogène ; il est parcouru par de fines bandes brun foncé qui semblent correspondre à des précipitations ferriques.
 B₂ h : 2 cm Noir.
 B₂ f : 20 cm Assez diffus.
 BC : Sable landénien où l'on remarque l'existence de bandes plus ou moins larges qui semblent correspondre à des précipitations ferriques fossiles.

L'ensemble du profil réalise un podzol humo-ferrique développé sous lande.

Analyse :

	pH	Humidité % en terre humide		Humus
A ₀	4,1	17,5		2
A ₂	4,9	7,5		0,061
B ₂ h	4,2	14,5		1,95
B ₂ f	4,8	13,5		—

	Argile	Limon	Sables fins	Sables grossiers
A ₀	4,9	8,5	54,9	21,6
A ₂	3	6,7	75,1	15
B ₂ h	10,2	6,9	68,3	14,2
B ₂ f	10,7	6,5	67,6	14,7

L'analyse palynologique de ce profil sera publiée ultérieurement.

B. Les sols podzoliques

— 1. *Le Sart à Malot*

La végétation couvrant les sols podzoliques du transect de « La Sablière » présentait un aspect fortement dégradé. Il a paru intéressant d'adjoindre la description d'un sol podzolique situé à quelques centaines de mètres et couvert d'une végétation moins touchée par l'intervention

humaine. En effet, le « Sart à Malot » est encore couvert par une très vieille futaie qui peut donner une excellente idée de ce que fut autrefois la forêt d'Andigny. Dans ce *Fago-Quercetum*, les hêtres et les chênes sont également répartis et peuvent atteindre une hauteur de 25 mètres pour un diamètre voisin de 1 mètre.

Dans la strate arbustive on note quelques petits bouleaux, le sorbier des oiseleurs, le chèvrefeuille, la bourdaine. Le tapis herbacé est constitué au printemps par une relative abondance de *Convallaria* et de *Maianthemum* avec les espèces habituelles du *Quercion* : *Holcus mollis*, *Lonicera periclymenum*, *Teucrium scorodonia*, *Potentilla tormentilla*, *Carex pilulifera*, etc... *Deschampsia flexuosa* est peu abondant.

On note par contre une très belle régénération en hêtre et chêne. Dans la strate muscinale c'est *Leucobryum glaucum* qui domine en larges plaques.

En été *Pteris aquilina* peut prendre une grande importance physiologique.

Profil :

Litière très fragmentée et en voie de décomposition.

- A₀ : 3 cm Moder avec grains de quartz délavés.
- A₁ : 12 cm Brun noirâtre assez riche en matière organique.
- A₂ : 7 cm Brun grisâtre.
- A₂₋₂ : 30 cm Délavé, gris rosâtre avec quelques grosses racines.
- AB : Transition progressive avec zone de diffusion sur 4 cm.
- B_{2 f} : 10 cm Brun clair devenant plus orangé à la base, passage progressif vers le C à 60 cm.

Il s'agit donc d'un beau sol peu dégradé : sol podzolique au sens de DUCHAUFOR (1960) ou d'un podzol ferrique au sens de SCHEYS, DUDAL et BAYENS (1954).

Analyse :

	pH	Humidité % en terre humide		Humus
	A ₀	4	67		3,37
A ₁	3,8	10,5		2,45
A ₂	4,8	35		0,13
B	4,6	14		0,69
	Argile	Limon	Sables fins	Sables grossiers
A ₀	6,4	4,7	64,0	14,5
A ₁	4,4	6,1	79,4	9,8
A ₂	11,9	3,4	72,2	12,9
B	12,5	5,8	67,2	13,1

— 2. Transect de « La Sablière ».

— PROFIL I-1

La végétation que l'on trouve en certains endroits de la côte sableuse est représentée par un maigre taillis, assez bas et très clairié, constitué essentiellement par des bouleaux et des frangules ; ce sont les espèces héliophiles comme la callune qui dominent avec *Carex pilulifera*, sur de petites plages on peut trouver quelques espèces du *Corynephorretum*.

La localisation du profil au sommet du versant sableux implique des conditions de drainage assez fortes et un milieu bien aéré.

A l'endroit du prélèvement destiné à l'étude palynologique, il se présentait de la manière suivante :

En surface, l'horizon organique A₀ est peu épais (± 1 cm) et constitué principalement de débris organiques encore structurés (litière de l'année précédente) mais sans accumulation d'humus brut.

de 0 à 10 cm, A₁ : Horizon sableux assez humifère (humus du type Moder) et de coloration gris noirâtre (10 YR 4/1) (*).

Un feutrage assez dense de racines appartenant à la strate herbacée assure une certaine cohésion à cet horizon.

de 10 à 57 cm, A₂ : Horizon sableux très peu cohérent à structure particulaire. Encore légèrement imprégné de matière organique à sa partie supérieure (d'où une coloration violacée entre 10 et 20 cm : 7,5 YR 5/2) il passe à une teinte gris rosé à sa partie inférieure (7,5 YR 6/2). Cette teinte rosâtre indique un lessivage incomplet du fer, ce qui distingue ce sol des véritables podzols humo-ferriques à horizon A₂ gris cendreaux.

de 57 à 70 cm, B₂ f : Horizon B₂ f brun clair (7,5 YR 5/4). Cette coloration indique une accumulation modérée du fer et l'absence d'acides humiques fortement polymérisés de couleur noire. Cet horizon montre un certain durcissement sans que l'on puisse parler d'induration. La transition avec l'horizon suivant est progressive et relativement sinieuse.

au-delà de 70 cm : Sable jaune s'éclaircissant en profondeur (C).

Dans ce profil, le pollen était présent jusqu'à 45 cm dans l'horizon A₂. Dans le diagramme palynologique (Fig. 3) trois phases peuvent être distinguées de la base vers le sommet :

(*) Notation de la « Munsell Soil Color Chart » (Baltimore, U.S.A.), déterminée pour des échantillons humides.

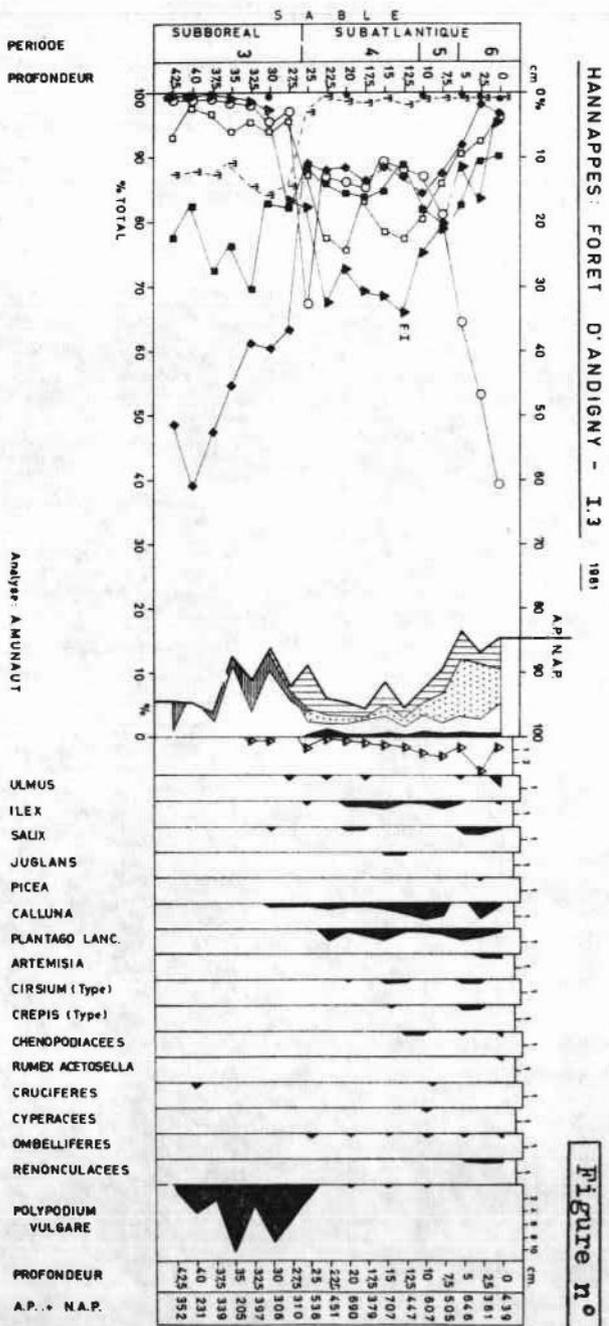


Figure n° 5

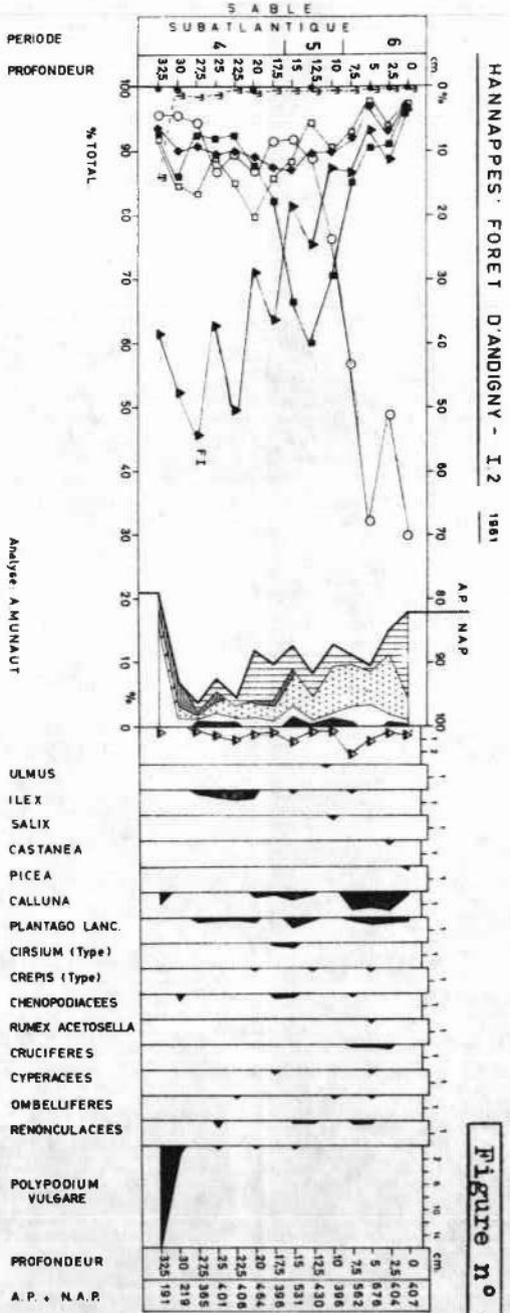


Figure n° 4

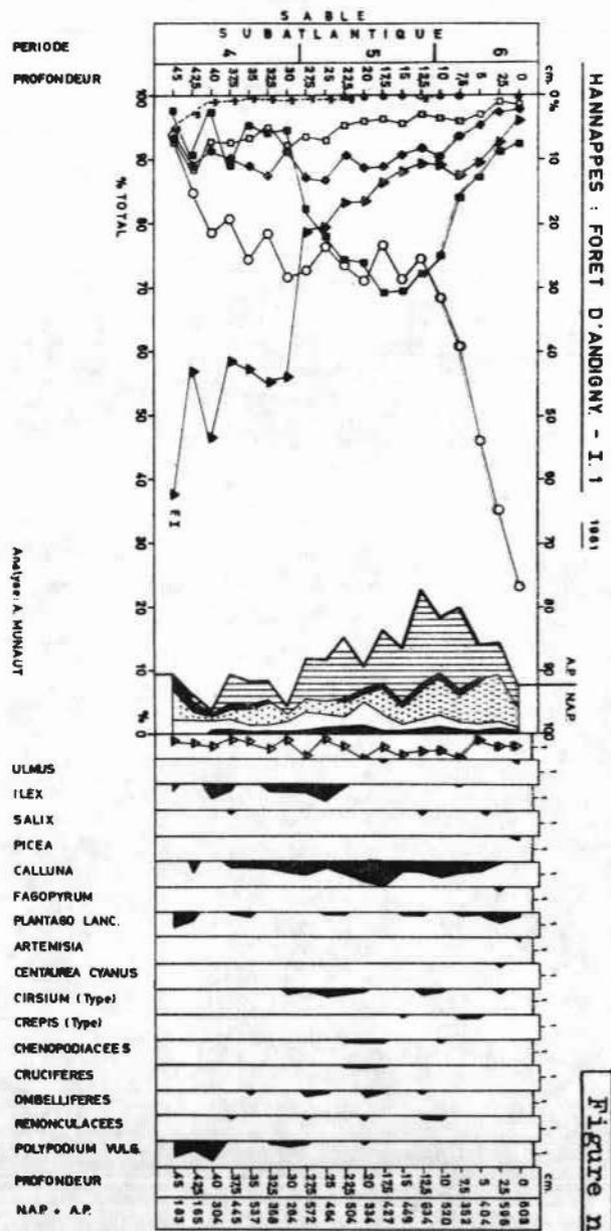
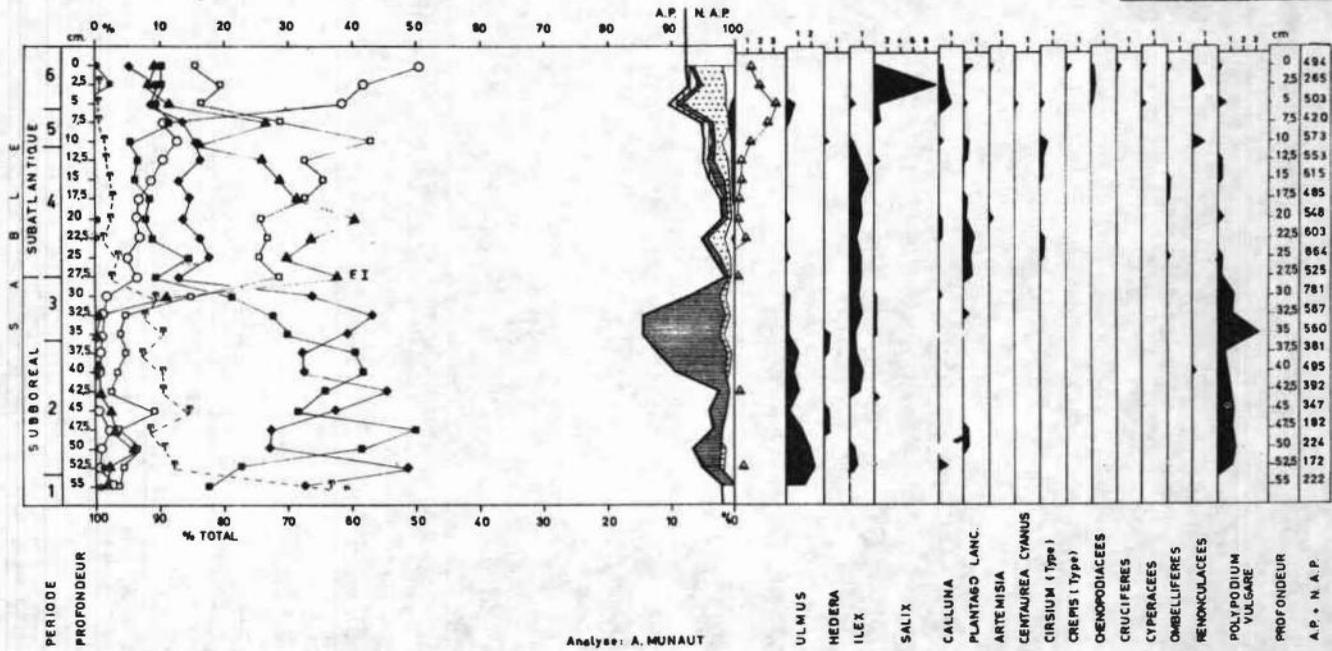


Figure n° 3

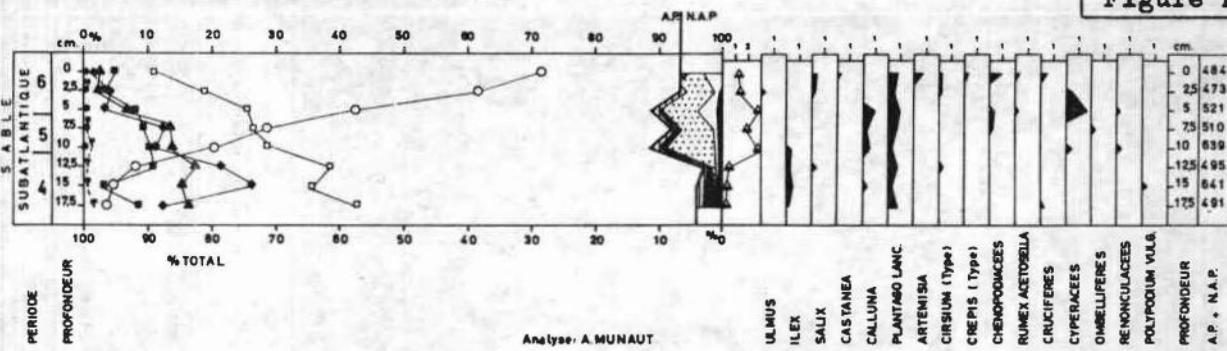
HANNAPPES : FORET D'ANDIGNY - I. 4 1961

Figure n° 6



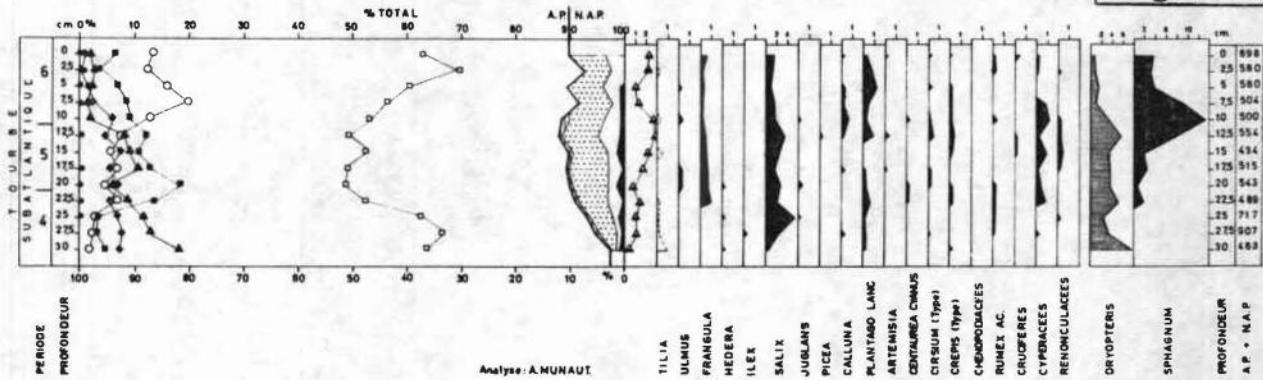
HANNAPPES : FORET D'ANDIGNY - I. 5 1961

Figure n° 7



HANNAPPES : FORET D'ANDIGNY - I. 6 1961

Figure n° 8



— Phase 4 — de 45 à 30 cm : Cet épisode où N.A.P. représente en moyenne 7,2 % du total est dominé par *Fagus* dont les valeurs varient entre 41 et 62 % (moyenne 47,2 %). *Tilia*, qui atteint 5 % à la base, disparaît presque totalement (moins de 1 %). *Ilex* est présent assez régulièrement.

Les fougères du type *Dryopteris* et *Polypodium* représentent 1 à 2 %. *Pteridium* ne dépasse pas 5 %. *Plantago* est présent de façon discontinue, les Céréales manquent aux deux niveaux inférieurs.

— Phase 5 — de 27,5 à 12,5 cm : *Fagus* présente une chute brusque de 41 à 22 %, chute qui se fait au profit de *Quercus* qui domine de peu *Betula*, lui-même en progression constante depuis la base. Cette phase voit une extension des N.A.P. dont la somme peut dépasser 20 % à 12,5 cm (moyenne : 14 %). Parmi celles-ci, *Pteridium* est spécialement avantagé, tandis que *Calluna* et les Graminées restent accessoires.

— Phase 6 — de 10 à 0 cm : L'extension massive de *Betula* (maximum 76,2 %) se fait aux dépens de toutes les espèces arborescentes et herbacées, à l'exception des Graminées qui s'étendent quelque peu (maximum 7,4 % à 2,5 cm). On note la présence de *Fagopyrum* à 2,5 cm et de *Picea* en surface.

— PROFIL I-2 (Fig. 4)

Le taillis de bouleau est moins clairié, les espèces héliophiles ont tendance à disparaître avec celles du *Corynephorretum*. Apparition dans le taillis de *Sorbus aucuparia*. On note également la présence de *Molinia* par plages.

Les caractéristiques du sol I-2 sont très semblables à celles du sol I-1 quoique les horizons (principalement A₂) soient développés sur une moindre épaisseur. L'horizon B₂ f est un peu plus coloré. Il s'agit également d'un sol podzolique ou podzol ferrique. Le profil échantillonné se présentait de la manière suivante :

A₀ ± 1 cm d'épaisseur

de 0 à 12 cm, A₁ : Gris noir (10 YR 4/1).

de 12 à 21 cm, A₂ : Gris rose (7,5 YR 6/2).

de 21 à 34 cm, B₂ f : Brun (5 YR 4/4) de 21 à 28 cm.

Brun clair (7,5 YR 5/6) de 28 à 34 cm.

au-delà de 35 cm, BC : Sable jaunâtre.

Le pollen était présent jusqu'à 32,5 cm dans l'horizon B.

Quoique le profil palynologique (Fig. 4) s'étende sur une plus faible épaisseur, nous retrouvons les mêmes phases que dans le profil I-1.

— Phase 4 — de 32,5 à 17,5 cm : *Fagus* domine largement les espèces arborescentes (de 35 à 55 % - moyenne 41,9 %). *Betula* joue un rôle moins important que dans le profil I-1, à l'inverse d'*Alnus*. *Tilia* est relativement bien représenté à la base du profil (14 %). *Polypodium* et *Dryopteris* disparaissent au profit de *Pteridium*.

— Phase 5 — de 15 à 10 cm : Durant cette phase dominée par *Quercus* (maximum 38 %) *Betula* ne s'étend pas autant que dans le profil précédent. Les Graminées (maximum 7,6 %) s'accroissent quelque peu.

— Phase 6 — de 7,5 à 0 cm : Extension massive de *Betula* (maximum 70 %) et plus modérée de *Pteridium*, de *Calluna* et des Graminées. La somme N.A.P. reste inférieure à 20 %.

— PROFIL I-3 (Fig. 5)

C'est un taillis sous futaie en conversion où l'on rencontre le chêne pédonculé ainsi que le chêne sessile, souvent le hêtre ; parmi les arbustes on note le bouleau, le sorbier des oiseleurs et la frangule, *Lonicera periclymenum* et assez exceptionnellement le coudrier et le houx. C'est la fougère aigle qui domine la strate herbacée avec *Holcus mollis*, *Lonicera periclymenum*, *Convallaria majalis*, *Maianthemum bifolium*, *Teucrium scorodonia*, *Carex pilulifera*, *Potentilla tormentilla*, *Deschampsia flexuosa*, etc...

La strate muscinale est constituée par *Polytrichum formosum*, *Leucobryum glaucum* souvent en très larges coussinets, *Mnium hornum*, *Dicranum scoparium* et *Dicranella heteromalla*.

Il s'agit également d'un sol podzolique du même type que I-1 et I-2.

A₀, ± 1 cm, peu épais.

de 0 à 8 cm, A₁ : Gris noir (10 YR 3/1).

de 8 à 37 cm, A₂ : Gris rose (7,5 YR 6/2).

de 37 à 60 cm, B₂ f : Brun (5 YR 4/4) de 37 à 50 cm.

Brun clair (7,5 YR 5/4) de 50 à 60 cm.

au-delà de 60 cm : BC, jaunâtre.

Les analyses ont fourni les résultats suivants :

Analyse :

	pH	Humidité % en terre humide		Humus
	A ₁	4,0	28,5		1,45
A ₂	5,3	12,0		0,46
B ₂ f brun	4,3	25,0		3,03
B ₂ f brun clair .	4,5	19,5		2,22
C	5,2	16,5		0,62
	Argile	Limon	Sables fins	Sables grossiers
	A ₂	15,1	traces		12,6
B ₂ f brun	16,9	5,0	72,2	10,4
B ₂ f brun clair .	17,0	8,1	63,2	10,6
C	15,5	4,0	68,0	12,3

Le pollen est présent jusqu'à 42,5 cm dans l'horizon B.

A la base de ce profil (Fig. 5) il existe une phase qui n'apparaît pas dans les profils I-1 et I-2.

— Phase 3 — de 42,5 à 27,5 cm : *Corylus* l'emporte parmi les espèces arborescentes et atteint un maximum de 61 %, *Quercus* et *Tilia* jouent un rôle important, à l'inverse d'*Alnus*, *Betula* et *Fagus*. *Carpinus* n'apparaît qu'à la fin de cette phase.

Les N.A.P. sont représentés presque exclusivement par des fougères : *Dryopteris* et *Polypodium*. Ce dernier peut dépasser 10 % du total.

— Phase 4 — de 25 à 12,5 cm : *Fagus* s'étend et atteint un maximum de 34 % (moyenne 28,8 %), tandis que *Corylus* et *Tilia* reculent fortement. *Alnus* et *Betula* prennent une certaine extension et *Carpinus* apparaît en courbe continue. *Ilex* est présent à de nombreux niveaux et *Juglans*, à 15 et à 12,5 cm.

Les Céréales entament à 25 cm leur courbe continue. *Plantago* fait de même à partir de 22,5 cm.

Dryopteris et *Polypodium* sont remplacés par *Pteridium*, tandis que les Graminées et *Calluna* font leur apparition.

— Phase 5 — de 10 à 7,5 cm : Régression de *Fagus* au profit de *Quercus* et *Betula*.

— Phase 6 — de 5 à 0 cm : Extension de *Betula* qui atteint sa valeur maximale en surface : 60 %. Les Graminées atteignent jusqu'à 9 % durant cette phase.

C. Les podzols humides hydromorphes sur Gley.

Les profils I-4, I-4 bis et I-5 ont été relevés au bas de la pente et à quelques mètres de la tourbière, l'aspect arborescent et arbustif de la végétation est assez semblable à celui décrit précédemment. Il faut noter toutefois que l'aulne et le bouleau prennent le pas sur le chêne et le hêtre, le bouleau pubescent apparaît parfois, ainsi que *Salix aurita*. Bien plus importante est la modification subie par la strate herbacée : les héliophiles et les xérophiles ont totalement disparu pour faire place à la molinie et surtout aux fougères de sols frais comme *Polystichum dilatatum*, *Athyrium filix-femina*, *Blechnum spicant*. On note ici et là des plages d'*Oxalis acetosella* ; les sphaignes remontent dans le groupement à la faveur de petites dépressions.

— PROFIL I-4

La morphologie de ce profil prélevé à cinq mètres du bord de l'aulnaie et à un niveau à peine supérieur reflète des conditions de drainage assez défavorables.

Le profil se présentait de la manière suivante :

A₀ horizon humifère épais de 2 à 3 cm où l'on distingue déjà sous les débris structurés, une couche plus humifiée. Il s'agit d'une forme de transition entre le moder et le mor.

- de 0 à 9 cm, A₁ : Horizon sableux fortement chargé de matière organique. Noirâtre à sa partie supérieure (10 YR 3/1 de 0 à 1 cm), il passe ensuite à un gris brunâtre (7,5 YR 4/2) et sa transition avec l'horizon suivant est progressive.
- de 9 à 42 cm, A₂ : Horizon peu cohérent dont la teinte passe du gris violacé (7,5 YR 5/2, de 9 à 22 cm) à un gris rosâtre (7,5 YR 6/2). Cet horizon est très semblable à celui des sols décrits précédemment.
- de 42 à 55 cm, B₂ h : Horizon d'accumulation brun noirâtre (5 YR 2/2). Cet horizon où la matière organique colloïdale est dispersée de manière diffuse est assez caractéristique des podzols humiques développés sous forêt, en présence d'une nappe phréatique presque superficielle (EDELMAN 1960, HAVENGA 1962, MUNAUT 1966).
- au-delà de 55 cm, G : La transition entre le B₂ h et le G de couleur grise verdâtre (5 Y 7/4) est assez tranchée. On remarque quelques taches rouilles dans l'horizon G.

Il s'agit donc d'un podzol humique hydromorphe, dont l'horizon A₂ bien distinct de l'horizon A₁, n'est cependant pas complètement délavé.

Le pollen était présent jusqu'à 55 cm dans l'horizon B.

Six phases palynologiques ont été observées (Fig. 6) :

— Phase 1 — 55 cm : Dominance de *Tilia* (36 %) suivi de *Corylus* (32 %) et *Quercus* (17 %). *Ulmus* représente 2 %.

— Phase 2 — de 52,5 à 37,5 cm : Dominance alternée de *Quercus* (moyenne 37,6 %) et de *Corylus* (moyenne 35,8 %). *Tilia* se maintient aux environs de 10 %. Les courbes de *Fagus* et *Ulmus*, quoique discrètes, sont continues. *Hedera* et *Ilex* apparaissent à plusieurs niveaux. On note la présence continue de *Dryopteris* et *Polypodium*. *Plantago* est sporadique.

— Phase 3 — de 35 à 30 cm : Dominance de *Corylus* (moyenne 38,8 %) et recul de *Quercus* (26 %). Les pourcentages d'*Alnus* et *Fagus* augmentent à la fin de cette phase. Les valeurs de *Tilia* restent constantes (moyenne 9,1 %).

Dryopteris (moyenne 9,8 %) présente une extension bien marquée.

— Phase 4 — de 27,5 à 10 cm : *Fagus* s'étend et présente un maximum de 40 % à 20 cm (moyenne 30,4 %). *Alnus* se développe également et l'emporte finalement sur *Fagus* (de 17,5 à 10 cm).

Betula s'étend. La courbe continue de *Carpinus* s'amorce à 22,5 cm. *Ilex* est fréquent. *Tilia* perd son importance (moins de 3 %).

On note l'apparition continue des Céréales à partir de 22,5 cm et celle fréquente de *Plantago*. *Calluna* est rare.

— Phase 5 — 7,5 cm : Légère extension de *Quercus*.

— PROFIL I-5 (Fig. 7)

Ce profil est situé au niveau même de l'aulnaie à un mètre du tapis de sphaignes. Il s'agit d'un podzol humique hydromorphe faiblement développé.

- A_0 : \pm 3 cm d'épaisseur, sous une litière faiblement fragmentée, on observe une mince couche de Mor hydromorphe.
- de 0 à 8 cm, A_1 : Sable gris noir, assez fortement imprégné de matière organique le rendant légèrement collant à l'état humide.
- de 8 à 20 cm, A_2 : Sable décoloré gris clair (10 YR 7/3) complètement lessivé en fer et pauvre en humus.
- de 20 à 27 cm, B_{2h} : Cet horizon, développée à faible profondeur, est moins coloré que celui du profil précédent. Le fond du sable est brun grisâtre (10 YR 4/2) et parcouru par de fines stries plus foncées (10 YR 3/2). Il s'agit donc d'un B d'accumulation humique typiquement diffus, cohérent mais non induré.
- au-delà de 27 cm, G : Le sable réduit est jaune verdâtre avec quelques taches rouilles (10 YR 5/8).

Seuls, les 17,5 cm supérieurs du profil ont livré des spectres analysables.

— Phase 4 — de 17,5 à 12,5 cm : Dominance d'*Alnus* sur *Corylus* et *Fagus*. Les autres espèces arborescentes jouent un rôle secondaire. Les Céréales et *Plantago* sont présents à tous les niveaux.

— Phase 5 — de 10 à 7,5 cm : Recul de *Fagus* (moyenne 13,5 %) et de *Corylus* (moyenne 11,6 %) par rapport à *Quercus* qui montre une légère extension (moyenne 9,7 %).

— Phase 6 — de 5 à 0 cm : Extension de *Betula* (71 % en surface) et des Graminées. *Castanea* fait son apparition en surface.

D. La tourbe

— PROFIL I-6 (Fig. 8)

La tourbe a été prélevée dans une aulnaie à sphaignes qui occupe le fond du thalweg ; elle a une dizaine de mètres de large et se développe en longueur sur plusieurs centaines de mètres. Localement cette tourbière est surmontée par une frange de *Carex pendula*.

Sur le tapis continu de sphaignes, on peut noter les fougères comme *Polystichum dilatatum* ; dans les parties les plus mouilleuses on note des plages de *Glyceria declinata*, mais également *Scirpus silvaticus*, *Carex Oederi*, *Carex stellulata*, *Carex acutiformis*.

Sous les sphaignes s'étendait une couche de tourbe noire assez décomposée, épaisse en moyenne de 30 cm, et qui reposait directement sur des sables caillouteux.

Dans le diagramme, *Alnus* est largement dominant à tous les niveaux. Néanmoins, nous avons pu observer trois phases :

— Phase 4 — de 30 à 25 cm : *Fagus* domine les autres espèces arborescentes (maximum 16,7 %) *Tillia* est présent. Les Céréales et *Plantago* sont présents en courbe continue ; les rudérales sont fréquentes.

— Phase 5 — de 22,5 à 12,5 cm : *Quercus* succède à *Fagus*, tandis que *Betula* s'étend quelque peu. *Sphagnum* fait son apparition.

— Phase 6 — de 10 à 0 cm : *Betula* l'emporte sur *Quercus*. *Sphagnum* s'étend nettement.

6° DISCUSSION

A. Synchronisation et datation des diagrammes

La comparaison des six diagrammes palynologiques d'Andigny met en évidence des similitudes évidentes dans l'allure générale des principales courbes palynologiques.

Ces similitudes nous ont permis de synchroniser les différentes phases décrites lors de l'étude de chacun de nos diagrammes (voir Tableau 2).

TABLEAU N° 2 : SYNCHRONISATION DES DIAGRAMMES

Profils :	I-1	I-2	I-3	I-4	I-5	I-6
	(cm)	(cm)	(cm)	(cm)	(cm)	(cm)
Phase 1	—	—	—	55	—	—
Phase 2	—	—	—	52,5-37,5	—	—
Phase 3	—	—	42,5-27,5	35 - 30	—	—
Phase 4	45 - 30	32,5-17,5	25,0-12,5	27,5-10	17,5-12,5	30 - 25
Phase 5	27,5-12,5	15 - 10	10 - 7,5	7,5	10 - 7,5	22,5-12,5
Phase 6	10 - 0	7,5 - 0	5 - 0	5 - 0	5 - 0	10 - 0

Les pourcentages moyens atteints par les espèces principales au cours de chacune de ces phases ont été calculés et représentés graphiquement (Fig. 9). Ce diagramme synthétique illustre clairement les faits communs à l'ensemble des diagrammes. Ceux-ci ont pu être datés par extrapolation des résultats obtenus dans les régions voisines (MUNAUT, 1967).

— Atlantique

Nous rattachons à l'Atlantique, la phase 1 qui n'est d'ailleurs représentée que par un seul niveau du profil I-4.

En effet, ce spectre est très semblable à ceux qui s'observent d'ordinaire sur sols sableux durant la période Atlantique : forêt feuillue dense, dominée par le tilleul.

— *Subboréal*

Les phases 2 et 3, caractérisées par une abondance de *Corylus*, par la présence encore importante de *Tilia*, par le rôle discret de *Fagus* et la présence très sporadique de *Carpinus* appartiennent au Subboréal.

— *Transition Subboréal-Subatlantique*

Celle-ci, définie par une brusque extension de *Fagus*, couplée avec le recul définitif de *Tilia* et l'apparition d'une courbe continue de *Carpinus*, correspond donc à la limite entre les phases 3 et 4.

— *Premier maximum de Fagus ou FI*

Dans les diagrammes I-3 et I-4 qui donnent la transition Subboréal-Subatlantique, *Fagus* atteint d'emblée ses pourcentages les plus élevés. Un fait analogue se marque dans de nombreux diagrammes d'Europe occidentale et est désigné par le symbole FI. En Haute-Ardenne, ce FI est légèrement postérieur au début de notre ère (MULLENDERS et coll., 1967). Il pourrait être plus avancé à basse altitude (vers 300 ou 400 B.C.) du moins dans les plaines bordant la mer du Nord (JELGERSMA 1961, MUNAUT 1967).

Il est probable que les diagrammes I-1 et I-2 remontent également au FI. En effet, les premières valeurs élevées de *Fagus*, observées dès la base de ces profils sont liées à des pourcentages encore notables de *Tilia* comme c'est le cas pour le FI dans les profils I-3 et I-4.

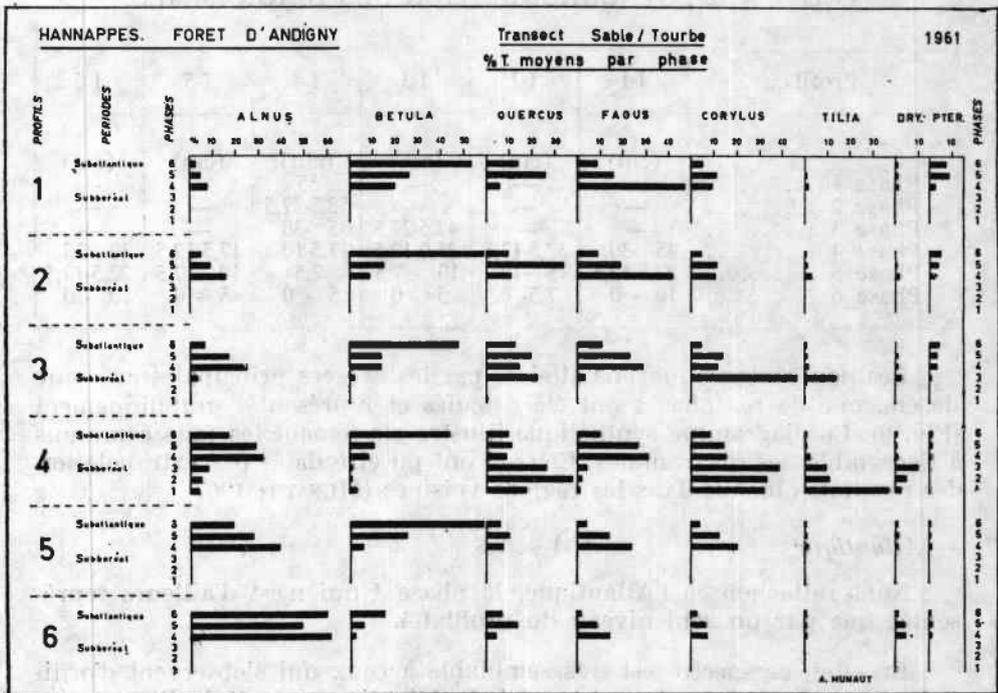


figure n° 9

La base des diagrammes I-5 et I-6 est postérieure à ce premier maximum.

B. Importance de la végétation locale

Le transect d'Andigny s'est révélé particulièrement favorable pour étudier l'influence de la végétation locale sur les spectres polliniques conservés dans les sols sableux.

En effet, outre les similitudes dont nous venons de parler, il existe également des différences parfois notoires entre les pourcentages atteints par certaines espèces au cours de phases synchrones.

Ce fait est particulièrement marqué en ce qui concerne *Alnus* dont les pourcentages décroissent de façon spectaculaire au fur et à mesure qu'on s'éloigne de l'aulnaie (voir diagramme synthétique Fig. 9).

Pour faciliter l'analyse de ce phénomène, nous avons calculé pour l'ensemble des phases 4 - 5 et 6, les pourcentages moyens atteints par les espèces principales à des distances croissantes de l'aulnaie.

TABLEAU N° 3 : POURCENTAGES POLLINIQUES
POUR LES PHASES 4 - 5 - 6

Distance : Profil n° :	100 m 1	50 m 2	25 m 3	5 m 4	1 m 5	0 m 6
Espèces :	(%)	(%)	(%)	(%)	(%)	(%)
<i>Alnus</i>	5,1	11,1	15,6	27,5	28,3	57,4
<i>Salix</i>	0,04	0,06	0,1	0,6	0,9	3,2
<i>Dryopteris</i>	0,5	0,6	0,1	0,6	0,9	3,2
<i>Betula</i>	30,8	24,0	24,5	17,0	30,0	8,4
<i>Quercus</i>	15,2	15,1	14,5	8,0	6,3	8,2
<i>Pteridium</i>	5,6	3,3	3,1	0,7	0,5	0,3
<i>Fagus</i>	25,6	27,3	22,7	24,9	13,3	6,8
<i>Corylus</i>	8,8	8,7	10,2	13,0	11,6	4,6
Céréales	0,6	0,4	0,4	0,2	0,4	0,6
<i>Plantago</i>	0,2	0,2	0,4	0,3	0,5	0,3

La particularité la plus marquante de ce tableau concerne la représentation des espèces hygrophiles. Les pourcentages d'*Alnus*, abondant dans l'aulnaie, diminuent déjà en bordure de celle-ci. A 25 et 50 mètres, il est très modérément représenté et accessoire à 100 mètres. *Salix* et *Dryopteris*, en faible quantité, se comportent de façon semblable. Signalons enfin que les Cypéracées, présentes en courbe continue dans l'aulnaie, sont très rares dans le sable.

Betula, *Quercus* et *Pteridium*, ont un comportement inverse et atteignent leurs valeurs les plus élevées dans le *Querceto-Betuletum* sur sable sec.

Les pourcentages de *Fagus* sont équivalents dans les profils 1 à 4. Ses moindres proportions en bordure de l'aulnaie et dans celle-ci, résultent du jeu des fréquences relatives.

Le cas de *Corylus* est quelque peu différent. En effet, cette espèce devient plus abondante dans les profils proches du ruisseau. Ses pourcentages ne tombent que dans l'aulnaie elle-même. Il est probable que durant le Subatlantique, cette espèce ait été plus répandue sur les sols limoneux que sur les sols sableux d'Hannappes, d'où ses valeurs croissantes à mesure que l'on se rapproche du versant limoneux du vallon.

Enfin les quantités de Céréales et *Plantago* sont équivalentes dans tous les profils en raison de l'éloignement de ces espèces par rapport au site étudié.

Les différences observées entre les profils voisins doivent s'expliquer en tenant compte, et du gradient écologique qui existe entre les deux profils extrêmes et de la prépondérance de la végétation strictement locale, sur la composition des spectres polliniques fossiles. (Voir aussi DIMBLEBY 1962, HAVINGA 1962, COUTEAUX 1967, MUNAUT 1967).

C. La présence de pollen dans les sols sableux

Diverses hypothèses ont été émises pour expliquer la présence de pollen dans les sols sableux. Sans prétendre résoudre ce problème par l'étude des seuls profils d'Andigny, il nous a paru intéressant d'attirer l'attention sur quelques faits importants.

— 1. Le pollen est susceptible de pénétrer dans un substrat préexistant

Les sols sableux d'Andigny s'étant développés dans des sables tertiaires en place et non remaniés, la présence de pollen holocène doit s'expliquer par une pénétration progressive de pollen déposé à la surface de ce substrat.

Dans ce cas, on peut exclure l'hypothèse d'une sédimentation simultanée de sable et de pollen amenés par voie éolienne, telle qu'elle avait été formulée en 1933 par BEYERINCK et reprise ultérieurement par BENRATH et JONAS (1937).

De même, une explication basée sur des phénomènes de colluvionnement ne peut être retenue notamment pour les sols situés au haut du versant en situation quasi horizontale (I-1 et I-2).

Ces observations sont importantes ; elles montrent que dans les sols sableux, les spectres polliniques sont postérieurs à la formation du sédiment où ils sont trouvés.

— 2. La vitesse de pénétration du pollen est un processus lent

La présence abondante (et à faible profondeur) de pollen appartenant à des espèces actuellement absentes du site étudié (notamment *Fagus*, *Corylus*, *Tilia*) s'oppose à l'hypothèse d'une pénétration massive et instantanée de pollens récents. Une telle conception avait été défendue par

MOTHES, ARNOLD et REDMAN (1937) qui avaient tenté d'en prouver la réalité par une expérience restée célèbre, quoique très discutable (*).

Dans les sols au contraire, la vitesse de pénétration est lente. Nous avons tenté de la préciser dans le cas d'Andigny.

Si on prend comme repère synchrone le FI visible dans quatre diagrammes et qu'on attribue à ce FI un âge de 2.000 ans, on obtient les valeurs reprises au Tableau n° 4.

TABLEAU N° 4 - VITESSE DE PENETRATION

Profils	Profondeur du FI (cm)	Vitesse de pénétration par siècle
I-1	45	2,3
I-2	27	1,3
I-3	22,5	1,1
I-4	27,5	1,3

Cette vitesse varie légèrement d'un profil à l'autre. Signalons que nous avons par ailleurs atteint des valeurs comprises entre 0,5 et 10 cm par siècle (MUNAUT, 1967), valeurs comparables à celles observées dans les diagrammes étudiés par d'autres auteurs (SELLE 1940, DIMBLEBY 1962, HAVINGA 1962).

On ne peut donc conclure a priori l'âge d'un spectre pollinique d'après sa seule profondeur de pénétration.

— 3. *La pénétration et la conservation du pollen dans les sols sableux sont liées à des phénomènes d'ordre biologique*

Certaines caractéristiques du profil d'Andigny sont suffisantes pour exclure l'hypothèse d'une pénétration du pollen comme le résultat d'un simple entraînement mécanique par l'eau de pluie percolant à travers le sol (SELLE 1940).

En effet, un tel processus n'explique pas pourquoi la vitesse de pénétration du pollen et la profondeur maximum de cette pénétration varient dans des profils très proches, recevant une même quantité de pluie, développés sur un même substrat, sous une même végétation et soumis à un drainage identique, comme c'est le cas pour Andigny I-1, I-2 et I-3.

De plus, s'il s'agissait d'une simple infiltration, il n'y a pas de motif de voir celle-ci s'interrompre à des niveaux divers (indépendants des

(*) Ces auteurs avaient déposé du pollen de *Pinus* et *Quercus* à la surface d'un tube de 40 cm de hauteur rempli de sable calciné et parcouru par une grande quantité d'eau. Après 24 heures, de nombreux pollens de *Quercus* avaient traversé le tube. Il est certain que ces conditions sont absolument artificielles et ne reproduisent en rien celles qui existent dans un sol, notamment en ce qui concerne le rôle joué par les matières humiques !

horizons pédologiques) plutôt que de se poursuivre à travers tous le substrat jusqu'à la limite possible de percolation de l'eau (*).

D'autres facteurs entrent certainement en jeu pour favoriser, ralentir, arrêter la pénétration du pollen et détruire les grains les plus anciens.

La plupart des auteurs admettent actuellement l'intervention de processus biologiques dans ce phénomène (DIMBLEBY 1962, HAVINGA 1962, MUNAUT 1967).

L'hypothèse qui nous semble la plus susceptible d'expliquer l'ensemble des faits observés dans un précédent travail (MUNAUT 1967) est la suivante : l'eau de percolation reste l'agent responsable du déplacement des grains de pollen. Ceux-ci ne seraient pas libres entre les grains de sable, mais conservés au sein de micro-agrégats de matières humiques qui les fixeraient à un niveau donné. La décomposition plus ou moins rapide de ces petits agrégats par l'activité microbiologique du sol, libérerait plus ou moins vite les pollens. Une partie de ceux-ci seraient alors attaqués et détruits, d'autres seraient repris plus bas dans de nouveaux agrégats qui seraient à leur tour décomposés, etc... Cet enchaînement serait relativement rapide dans les sols à forte activité biologique, beaucoup plus lente dans les sols dégradés.

Cette explication, suggéré par ERDTMAN dès 1943 et admise dans son ensemble par DIMBLEBY, reste une hypothèse de travail car les phénomènes de pénétration et de conservation de pollen sont extrêmement complexes et doivent encore être étudiés en détail.

HAVINGA (1962) fournit une interprétation quelque peu différente : après une période d'activité biologique intense provoquant le mélange très rapide des pollens sur toute l'épaisseur d'homogénéisation du sol, succède une période de dégradation. L'auteur lie la fixation des pollens à un niveau déterminé à l'arrêt de l'activité biologique à ce niveau. La dégradation progressive des sols sableux s'accompagnerait d'une diminution de la profondeur d'activité biologique ; on obtiendrait de bas en haut une succession de spectres contemporains de cette dégradation.

Nous n'avons pas retenu jusqu'à présent cette hypothèse intéressante à beaucoup de points de vue, faute d'avoir pu observer la phase initiale d'homogénéisation pollinique, même dans les sols les moins dégradés (MUNAUT 1967). Les recherches portant sur des sols à forte activité biologique pourront sans doute mieux élucider cette question.

D. La valeur des diagrammes de sable

Nous voudrions attirer l'attention sur deux points importants concernant la valeur des diagrammes obtenus par l'analyse pollinique des sols sableux et qui apparaissent clairement à Andigny.

— 1. Il existe dans les sols sableux, une stratification pollinique valable

(*) Remarquons que l'ensevelissement naturel (dune) ou artificiel (tumulus, tombelle, etc..) suffit à arrêter la pénétration du pollen dans les horizons enfouis.

La comparaison de nos six diagrammes met en évidence l'existence d'une stratification pollinique parfaitement reproductible dans chacun des profils sableux et comparable à celle obtenue dans la tourbe proche.

Une telle observation permet de considérer comme négligeable le rôle perturbateur joué par la faune fouisseuse (TUXEN et DIEMONT, 1936) ou par la décomposition des racines (DEWERS 1936). De tels processus n'auraient pas manqué de provoquer l'homogénéisation des diverses phases polliniques et une répartition au hasard des différents types de pollen. Ils ne pourraient certainement pas aboutir à une superposition ordonnée de spectres analogues dans les différents profils.

— 2. *Certaines particularités des diagrammes de sable sont l'effet du caractère local de l'histoire enregistrée.*

L'influence de la végétation locale sur les diagrammes d'Andigny a été mise en évidence dans les pages précédentes. Ce phénomène nous permet de considérer les différences existant entre diagrammes de tourbe et diagrammes de sable, comme des différences réelles résultant d'une différenciation écologique du manteau végétal. Elles ne sont donc pas l'effet d'une infiltration différentielle, d'une préservation ou d'une corrosion sélective de certains types de pollen. C'est ainsi que *Tilia*, dont l'abondance dans les sables était attribuée par SELLE 1940, LEMEE 1946, TRAUTMAN 1952, à une résistance très grande à la corrosion, n'est abondant dans nos diagrammes que durant l'Atlantique ou le Subboréal. Or, c'est précisément durant ces périodes que des pourcentages élevés de *Tilia* ont été mis en évidence par l'analyse de tourbières peu étendues (VAN ZEIST 1959, JANSSEN 1960, MULLENDERS 1963, MUNAUT 1967). C'est la mauvaise dissémination du pollen de *Tilia* (IVERSEN 1958) qui serait responsable d'une véritable sous-représentation de cette espèce dans les tourbières de vaste superficie.

Par contre, *Quercus* considéré par HAVINGA (1962, 1964 a et b, 1967) comme extrêmement corrodable, dans les sols sableux secs, est abondant dans tous les profils de notre transect. D'après un examen superficiel (*) on ne peut mettre en évidence à Andigny une prédominance de pollen ayant subi une corrosion par perforation dans les niveaux riches en *Quercus*. De plus, nous avons constaté que, dans ces profils, les deux types de corrosion (par perforation ou diffuse) décrits par HAVINGA se présentaient simultanément dans les mêmes niveaux.

Signalons enfin que les expériences entreprises par HAVINGA (1964 - 1967) pour mettre en évidence une corrosion différentielle des grains de pollen dans des conditions naturelles n'ont pu jusqu'à présent fournir de résultats probants.

Enfin, il n'existe à Andigny aucune indication d'une infiltration différentielle des grains de pollen d'après leur taille. Une telle hypothèse basée sur les expériences de MOTHES et coll., avait été retenue notamment par SELLE 1940 et TRAUTMAN 1952, pour expliquer certaines caractéristiques de leurs diagrammes qui leur semblaient aberrantes.

(*) Nos analyses datant de 1961, il n'a pas été possible de les recommencer en entier après la parution de l'article d'HAVINGA en 1967.

Au contraire, et pour s'en tenir aux espèces dominantes, *Betula* qui est un petit pollen ($\pm 22 \mu$) est beaucoup plus abondant au sommet des profils qu'en profondeur, à l'inverse de *Fagus* qui est beaucoup plus gros ($\pm 35 \mu$). (Des observations analogues ont d'ailleurs été faites par d'autres auteurs, et notamment DIMBLEBY 1962, HAVINGA 1962, MUNAUT 1967).

Il est donc parfaitement légitime d'utiliser les diagrammes polliniques des sols sableux pour reconstituer des successions écologiques locales. Ces successions peuvent être datées indirectement à l'aide de repères chronologiques, établis et datés éventuellement de façon absolue par le C 14 dans les tourbières suffisamment proches. Les particularités des diagrammes de sable, loin de résulter d'une déformation systématique des spectres polliniques, traduisent au contraire l'originalité de certaines formations sur sable, originalité que les analyses traditionnelles des sédiments tourbeux ne permettaient pas de soupçonner. Outre les auteurs qui ont étudié en détail des problèmes (DIMBLEBY 1962, HAVINGA 1962, MUNAUT 1967) signalons que de nombreux chercheurs ont utilisé occasionnellement l'analyse palynologique des sols sableux pour retracer l'histoire de la végétation locale, sans y trouver d'inconvénient majeur. (FLORSCHUTZ 1941, ERDTMAN 1943, DRICOT 1960, GEHU et PLANCHAIS 1965, MULLENDERS 1964, HEIM 1966, COUTEAUX 1967 a et b).

E. Rapport sol-végétation

On peut conclure des considérations qui précèdent que les deux types de pédogénèse étudiés palynologiquement à Andigny (sol podzolique I-1, I-2, I-3 et podzol humique hydromorphe, 1-4, I-5) se sont développés sous une végétation essentiellement forestière. En ce qui concerne les sols podzoliques, ce fait s'accorde bien avec des théories admises par les pédologues (DUCHAUFOUR 1948, SCHEYS, DUDAL et BAYENS 1954) et avec les travaux palynologiques, notamment de DIMBLEBY 1962 et de MUNAUT 1967.

Le cas du podzol humique hydromorphe est plus intéressant. En effet, s'appuyant sur divers arguments d'ordre physiographique ou pédologique (notamment la profondeur d'homogénéisation pédologique, EDELMAN (1960) émettait l'hypothèse d'une podzolisation humique primaire réalisée sous forêt de feuillus, lorsque les conditions de drainage étaient défectueuses. Ces sols se distinguaient des podzols humo-ferriques secondaires développés dans des sols podzoliques dégradés par la bruyère, par une coloration plus brune des horizons A et B. Mais EDELMAN manquait d'argument direct pour justifier ce point de vue. Dans une étude palynologiques portant sur des sols sableux ensevelis sous tourbière, HAVINGA (1962) confirme l'existence de podzols humiques hydromorphes ensevelis à diverses périodes holocènes et développés sous forêt. Différents cas semblables ont été étudiés en Belgique (MUNAUT, 1967) ; il en serait de même en forêt de Draved au Danemark (IVERSEN, 1964).

Mais il s'agissait toujours de sols « fossiles » conservés dans des conditions particulières de réduction sous des couches de matière organique, parfois fort épaisses. D'aucuns pouvaient se demander s'il ne s'agissait pas de transformations secondaires, liées à ce milieu de conser-

vation, ou de pédogénèses correspondant à des conditions éco-climatiques révolues. La découverte à Andigny d'un sol de ce type couvert actuellement par une forêt et n'ayant jamais connu de stade déboisé, depuis la fin de l'Atlantique, confirme donc de façon directe qu'il peut exister des podzols humiques hydromorphes développés sous forêt feuillue. La podzolisation humique n'est pas liée exclusivement au développement d'une flore très acidiphile (bruyère, résineux) dont l'extension aurait été favorisée par des pratiques anthropiques. Dans le cas présent, les conditions de drainage l'emportent sur les caractéristiques de la végétation. Nos conclusions s'accordent donc avec celles d'EDELMAN, d'HAVINGA et d'IVERSEN.

Remarquons cependant que l'accumulation de matière organique est plus faible que dans le podzol humo-ferrique. La teinte foncée de l'horizon B correspond apparemment plus à la qualité de l'humus accumulé à ce niveau qu'à sa concentration.

7° HISTOIRE DE LA VÉGÉTATION LOCALE

A la fin de la période Atlantique, une forêt mélangée de tilleul et de coudrier occupait le site d'Andigny. Au début du Subboréal, sous l'effet sans doute d'un refroidissement climatique et en dehors de toute intervention humaine, le tilleul recule au profit du chêne. Cette forêt subboréale sur sable devait être relativement claire, car les pourcentages de *Corylus* observés ici ne sont jamais atteints lorsque le coudrier est maintenu en sous-bois (HEIM 1962, 1967). De plus, la présence de fougères telles que *Polypodium* ou appartenant au groupe *Dryopteris*, *Athyrium*, etc... indique un milieu favorable et relativement frais pour un versant sableux exposé au sud. En effet, la distance qui sépare les profils du versant limoneux (40 à 65 m) permet d'attribuer l'abondance de ces fougères à une extension locale sur sable car la dissémination des spores de fougères est très faible (BASTIN 1964). Cette extension des fougères bien marquée dans la phase 3 dominée par le coudrier, pourrait résulter d'une éclaircie naturelle de la forêt, car on n'observe à ces niveaux aucune indication d'une intervention humaine. Durant toute cette période, le hêtre vit dans la région, mais il ne parvient pas à s'imposer.

Au début du Subatlantique par contre, son pouvoir de concurrence s'accroît de façon foudroyante. La hêtraie élimine la chênaie mélangée du Subboréal. *Tilia* disparaît tandis qu'*Ilex* devient fréquent. L'aulnaie s'installe au bord du ruisseau.

Ces phénomènes simultanés traduisent l'apparition, vers le début de notre ère, d'un climat de type plus océanique, a été moins chauds et plus humides.

A ce moment, apparaissent les premiers indices d'une activité humaine (céréales, plantes rudérales) dans la région, mais le site lui-même n'est pas modifié par ces pratiques.

Au début du Subatlantique, les espèces frugales sont rares dans la hêtraie et c'est une tourbe eutrophe qui se forme dans l'aulnaie.

Mais bientôt, on voit s'étendre les espèces moins exigeantes, telles que *Betula*, *Pteridium*, *Calluna*, sur les sols sableux et *Sphagnum* dans l'aulnaie. Ces phénomènes résulteraient d'une acidification de plus en plus marquée du substrat par suite d'une accentuation du lessivage sous l'effet du climat subatlantique. A cette dégradation d'origine climatique, s'ajoute bientôt l'action perturbatrice de l'homme qui exploite la forêt à son avantage. La hêtraie se transforme en une forêt mélangée de chêne et de bouleau localement encore riche en hêtre (notamment I-4 et I-5).

Enfin, apparaît le dernier stade de dégradation de la forêt marquée par l'envahissement du bouleau. Cette extension est favorisée par une exploitation abusive de la forêt qui a laissé le champ libre à cette espèce pionnière. Sous un couvert léger, les Graminées s'étendent quelque peu. Remarquons enfin que le charme, qui apparaît régulièrement dès le début du Subatlantique, n'a jamais réussi à s'imposer localement sur sable. Les pourcentages observés résultent d'un apport lointain à partir des sols plus lourds qui répondent mieux à ces exigences.

CONCLUSION

Le site d'Andigny constituait un cas extrêmement intéressant car il nous a permis d'aborder de multiples problèmes.

La comparaison de cinq profils de sable et d'un profil de tourbe a montré que l'analyse palynologique des sols sableux constituait une méthode d'investigation extrêmement valable. Les renseignements fournis concernent en premier lieu les transformations subies par la végétation locale couvrant ces sols. Un tel fait n'exclut pas la possibilité de dater de façon précise les successions observées. Il existe en effet parmi les événements polliniques enregistrés dans le sol des phénomènes qui affectent l'ensemble de la couverture végétale d'une région et qui peuvent servir de repères chronologiques. Cette représentativité locale constitue l'intérêt majeur des diagrammes de sable, car elle met en relief la diversification de la couverture végétale suivant le milieu. C'est à la méconnaissance de ce fait que l'on doit les théories qui prétendent expliquer les divergences observées entre les diagrammes de sable et de tourbe par la préservation, la corrosion ou la pénétration différentielle des grains de pollen, phénomènes qui sont loin d'être prouvés.

Du point de vue paléo-écologique, l'examen de ces diagrammes indique que depuis la fin de l'Atlantique, la composition de la forêt a changé plusieurs fois de façon radicale.

Ces premières transformations (chênaie à tilleul, chênaie à coudrier, hêtraie) se sont faites de façon absolument naturelle sous l'influence des seuls facteurs climatiques. On peut donc admettre qu'il s'agit d'une succession de climax, chacun d'eux représentant un état d'équilibre portant sur plusieurs millénaires.

Un problème plus complexe est posé par la fin de l'évolution qui voit le passage de la hêtraie à une chênaie-hêtraie ou chênaie à bouleau et enfin, à une boulaie pure.

En effet, durant ces périodes, l'action de l'homme interfère avec les modifications climatiques. Ainsi, la boulaie pure doit être considérée comme un groupement de dégradation artificielle, due à une surexploitation par l'homme.

Il est peu probable cependant que la hêtraie pure, telle qu'elle se présentait au début du Subatlantique, constitue encore actuellement le climax potentiel sur ces sols sableux. En effet, dans de nombreux diagrammes provenant des sols sableux de Moyenne Belgique (MUNAUT 1959 et 1967), on constate au cours des deux derniers millénaires, un recul progressif du hêtre au profit du chêne et du bouleau. Comme les espèces relativement exigeantes (tilleul, coudrier, fougères du type *Dryopteris*) reculent parallèlement tandis que la flore acidiphile s'étend, on peut suspecter l'effet d'une acidification progressive des sols sous l'effet du climat subatlantique. Ce processus de dégradation serait éventuellement accéléré sous l'influence de l'homme.

Du point de vue palynologique, la formation forestière naturelle sur sable peut être considérée comme constituée de chênes, de hêtres et de bouleaux, en proportion variable suivant les circonstances. Le bouleau serait favorisé par l'éclaircie ou une surexploitation, le chêne par une protection spéciale du forestier dans un but économique. Le hêtre serait plus ou moins abondant sur les substrats plus riches résistants mieux à la dégradation.

Ces considérations sont évidemment valables pour les sols sableux ; sur les sols limoneux il peut en aller autrement.

Du point de vue phytosociologique on peut penser que la chênaie-hêtraie acidiphile qui semble être la végétation potentielle sur sable à Andigny est une forêt du *Quercion*.

Cette forêt relève du *Fago-Quercetum* lorsqu'elle est traitée en futaie, comme c'est encore le cas du Sart à Malot. Le traitement en taillis sous futaie amène la disparition du hêtre et la prolifération du bouleau ; on passe du *Fago-Quercetum* au *Querco sessiliflorae betuletum*.

Il est certain que les sols se dégradent moins vite sous la futaie que sous le taillis sous futaie où le sol découvert par les arbres se couvre rapidement de callune et de myrtille.

Par contre, sous la hêtraie-chênaie encore existante et décrite plus haut, on note une extraordinaire régénération en *Fagus*, parfois plusieurs centaines de petits hêtres juvéniles par hectare ; mais ce site est à Andigny exceptionnel. Dans la plupart des cas, sur sable, c'est le chêne qui domine.

Il faut noter d'ailleurs que lorsque la végétation présente un caractère d'équilibre, ce qui est réalisé au maximum au Sart à Malot, le sol climacique est représenté par un sol podzolique où le A₁ est constitué par un Moder et où le A₂ tout en étant décoloré ne présente jamais un caractère cendreuse ; de plus le B₂ f dans ce cas n'est jamais induré et présente une coloration brun clair. On assiste dans les secteurs clairiés

et dégradés à toute la gamme de décoloration de A₂ comme à toute la gamme d'induration du B₂ f.

Enfin, l'analyse palynologique d'un sol podzolique et du podzol humique hydromorphe situé à une vingtaine de mètres de distance (I-3 et I-4) montre que ces deux types de sols s'étaient développés sous un même type de forêt feuillue. Les différences pédologiques marquées observées entre eux résultent exclusivement de l'influence de la nappe phréatique presque superficielle dans le cas du podzol humique. C'est la première fois qu'une étude semblable a été effectuée sur des sols portant encore actuellement une formation forestière.

LABORATOIRE DE PALYNOLOGIE
Université Catholique de Louvain
INSTITUT AGRICOLE
DE LA FACULTE DES SCIENCES
Université de Lille.

BIBLIOGRAPHIE

- BASTIN B. (1964). — Recherches sur les relations entre la végétation actuelle et le spectre pollinique récent dans la forêt de Soignes (Belgique). *Agricultura*, 12, 341-373.
- BELJERINCK W. (1934). — Humusortstein und Bleichsand als Bildungen entgegengesetzter Klimate, *Kon. Akad. v. Wet. Amsterdam. Proceed.*, 37, 93-98.
- BENRATH J.W. et JONAS F. (1937). — Zur Entstehung der Ortstein-Bleichsand-schichten an der Ostseeküste. *Planta*, 26, 614-630.
- COUTEAUX M. (1967). — Etude palynologique de tourbières exiguës et de sols sableux dans une optique phytosociologique. *Int. Symposium in Stolzenau/Wezer*, 1962. *Pflanzensoziologie und Palynologie*, W. JUNK, DEN HAAG, 1967, 193-200.
- COUTEAUX M. (1967). — Evolution du paysage végétal du Bas-Luxembourg depuis le Pleni-Würm. *Thèse, inédit, Louvain*, 434 pp.
- DEWERS F. (1936). — Probleme der Flugsandbildung in Nordwestdeutschland. *Abh. Nat. Ver. Bremen*, 29, 234-366.
- DIMBLEBY G.W. (1962). — The development of British Heathlands and their soils. *Oxford Forestry Memoirs*, 23, 120 pp.
- DRICOT E.M. (1961). — Analyse pollinique d'un profil de sable à Averbode. *Agricultura*, 9, 651-655.
- DUCHAUFOR Ph. (1960). — Précis de pédologie. *Masson, Paris*, 433 pp.
- DURIN L., LERICO R., MARCHANT-GRANSARD C. (1965). — La forêt domaniale de Vaux-Andigny (Thiérache argilo-calcaire, département de l'Aisne, France). *Bull. Soc. Bot. Nord France*, 18, 165-187.
- EDELMAN C.H. (1960). — Podzols forestiers et podzols de bruyère. *Pédologie*, 10, 229-249.
- ERDTMAN G. (1943). — Pollenspektra fran Svenska vaxtsamhällen Jämta Pollen-analytiska Markstudier I södra Lappland (Pollen spectra of Swedish plant communities. Add. Pollenanalytical soil studies in southern Lapland). *Geologiska Förenings*, 1, *Stockholm-Förhandlingar*, 65, 37-66.
- FLORSCHUTZ F. (1941). — Resultaten van microbotanisch onderzoek van het complex loodzand-oerzand en van daaronder en daarboven gelegen afzettingen. *Conf. Int. Bodemkundige. Vereen. the Utrecht*, 18-19 avril 1941, 1-21.
- GEHU J.M. et PLANCHAIS N. (1965). — Evolution de la végétation de quelques landes littorales bretonnes d'après l'analyse pollinique des sols. *Pollen et Spores*, 7, 339-360.

- HAVINGA A.J. (1962). — Een palynologisch onderzoek van in dekzand ontwikkelde bodemprofielen. *Proefschrift. H. Veenman en Zonen, Wageningen*, 165 pp.
- HAVINGA A.J. (1964) a. — A palynological investigation of a blown up sandy soil with a culture layer from the Iron age. *Mededel. Geologisch. Stichting*, 16, 37-38.
- HAVINGA A.J. (1964) b. — Investigation into the differential corrosion susceptibility of pollen and spores. *Pollen et Spores*, 6, 621-635.
- HAVINGA A.J. (1967). — Palynology and pollen preservation. *Rev. Palaeobotan. Palynol.*, 2, 81-98.
- HEIM J. (1962). — Recherches sur les relations entre la végétation actuelle et le spectre pollinique récent dans les Ardennes Belges. *Bull. Sté Roy. Bot. Belg.*, 96, 1-92.
- HEIM J. (1966). — Analyse pollinique d'un podzol à Hergenrath. *Bull. Ass. Franç. Etude du Quatern.*, 3, 208-216.
- HEIM J. (1967). — Les relations entre les spectres polliniques récents et la végétation actuelle en Europe Occidentale. *Thèse, inédit, Louvain*, 411 pp. + annexes.
- IVERSEN J. (1958). — Pollenanalytischer Nachweis des Reliktencharakters eines jütischen Linden Mischwaldes. *Veröffentlichungen des Geobotanischen Inst. Rübél*, 33, 137-144.
- IVERSEN J. (1964). — Retrogressive vegetational succession in the post-glacial. *British Ecological Soc. Jubilee Symposium J. Eco.*, 52 (suppl.), 59-70.
- JANSSEN C.R. (1960). — On the late glacial and post-glacial vegetation of South Limburg (Netherlands). *Proefschrift. North Holland Publishing Cy, Amsterdam*, 112 pp.
- JELGERSMA S. (1961). — Holocene sea level changes in the Netherlands. *Mededel. van de Geologische Stichting. Série C*, 6, 9-100.
- JONASSEN H. (1950). — Recent pollen sedimentation ant Jutland Heath diagrams. *Dansk. Bot. Arch.*, 13, 1-168.
- MOTHES K., ARNOLDT G. REDMANN H. (1937). — Zur Bestandesgeschichte ostpreussischer Wälder. *Schr. Phys. ökon. Ges. Königsberg*, 69, 267-282.
- MULLENDERS W., DUVIGNEAUD J., COREMANS M. (1963). — Analyse pollinique de dépôts de tuf calcaire et de tourbe à Treignes (Belgique). *Grana Palynologica*, 439-448.
- MULLENDERS W., COREMANS M. (1964). — Recherches palynologiques à la tourbière « De Moeren » à Postel (Campine belge). *Acta Geographica Lovaniensia*, 3, 305-330.
- MULLENDERS W., GILOT E., ANCIEN N. and CAPRON P. (1967). — Evolution of the Vegetation in High Belgium and its radiocarbon chronology. In : E.J. CUSHING and H.E. WRIGHT Jr (Éditeurs), *Quaternary Paleoecology*, Vol. 7 of the Proceedings of the VII Congress of the International Association for Quaternary Research. *New Haven and London, Yale University Press*, 333-339.
- MUNAUT A.V. (1959). — Première contribution à l'étude palynologique des sols forestiers du district picardo-brabançon. *Bull. Soc. Roy. Forestière de Belg.*, 66, 361-379
- MUNAUT A.V. (1966). — Un type de sol rarement observé en Belgique : le podzol humique hydromorphe développé sous forêt. *Agricultura*, 14, 106-109.
- MUNAUT A.V. (1967). — Recherches paléo-écologiques en Basse et Moyenne Belgique. *Acta Geographica Lovaniensia*, 6, 191 pp. + 71 diagrammes.
- Munsell Soil Color Charts (1954). — Munsell Color Cy Inc. Baltimore, U.S.A.
- NOIRFALISE A. et SOUGNEZ H. (1963). — Les forêts du bassin de Mons. *Pédologie*, 13, 200-215.
- SCHEYS G., DUDAL R., BAEYENS L. (1954). — Une interprétation de la morphologie de podzols humo-ferriques. *V^e Congrès Int. Science du Sol*, Léopoldville, 4, 274-281.
- SELLE W. (1940). — Die Pollenanalyse von Orstein-Bleichsandschichten. *Beih. Bot. Centrabl.*, 60, 525-549.
- TUXEN R., DIEMONT H. (1936). — Weitere Beiträge zum Klimaproben des Westeuropäischen Festlandes. *Veröff. Natur. Ver. Osnatrück*, 23, 131-184.
- VAN ZEIST W. (1959). — Palynologische Untersuchung einer Torfprofils bei Sittard. *Palaeohistoria*, 5/6, 19-24.

LA VEGETATION DES TERRAINS JURASSIQUES COMPRIS ENTRE AUXERRE ET BRINON-sur-BEUVRON

Note préliminaire

par R. LERICQ (*)

LIMITES

La région dont j'ai entrepris l'étude phytosociologique s'inscrit dans l'auréole S.-E. des terrains jurassiques moyens et supérieurs du Bassin de Paris. Approximativement, elle se limite à un triangle dont les sommets sont : Auxerre, l'Isle-sur-Serein (ces deux localités dans le département de l'Yonne) et Brinon, dans la vallée du Beuvron, au sud de Clamecy (Nièvre).

Le Tonnerrois, étudié par CHOUARD, prend le relais immédiat au N.-E. tandis qu'à l'ouest, par delà les affleurements crétacés, le bocage des sables et argiles de la Puisaye marque une nette coupure dans le paysage. Si, au sud-est d'une ligne passant par l'Isle-sur-Serein-Vézelay-Clamecy, le massif granitique du Morvan lui impose également une frontière non équivoque, vers le sud, l'on passe plus insensiblement au Bazois, autre pays bocager d'âge liassique, resserré entre le Morvan et le petit massif de Saint-Saulge.

PHYSIONOMIE DU PAYSAGE

Ces terrains jurassiques de Basse-Bourgogne forment un plateau dont le substratum appartient à divers étages représentés par des faciès marneux ou calcaires variés.

La monotonie de ce plateau d'Openfield est heureusement coupée par des vallées profondes : Yonne, Cure, Serein et par de nombreux vallons secs. Au flanc de ces coteaux s'accrochent des friches herbeuses. Dans ces mêmes sites, sur les affleurements de marnes kimméridgiennes, la région d'Irancy exploite des vignes, prolongation du vignoble tonnerrois. Les

(*) Séance du 15 mai 1968.

corniches escarpées, qui couronnent les entailles, sont occupées par les groupements les plus xériques : associations saxicoles, pelouses plus ou moins ouvertes, chênaias pubescentes. Un autre trait caractéristique du paysage réside dans les talus de cailloutis, à la végétation clairsemée, qui s'observent de loin et ourlent de gris certaines pentes, au revers des plateaux. Ces éboulis ou murgers ont été étudiés par CHOUARD dans le Tonnerrois (4), par BOUYEYRON dans le Revermont (1).

CLIMAT

Les données qui suivent sont tirées de SANSON (14) ; elles se limitent à quelques localités plus ou moins sur les limites de la région étudiée :

	Auxerre	Varzy (58)	Isle-sur- Serein	St-Martin- sur- Ouanne (89)
Température moyenne annuelle	11°	10,3°	10,2°	
Moyenne des max. juillet	19,2°	25°		
Moyenne des min. janvier	—0,3°	—0,8°		
Total des précipitations	677	764	690	651
Nombre de jours de pluie	152	162	165	160

La répartition des pluies entre les saisons, d'après le découpage suivant :

H Mois les plus froids : Décembre, Janvier, Février

E Mois les plus chauds : Juin, Juillet, Août

P. A. : Saisons intermédiaires.

fait apparaître le caractère plus continental des stations d'Auxerre et de L'Isle-sur-Serein, où les pluies tombent plus abondantes en été qu'en automne, tandis que les localités de Saint-Martin-sur-Ouanne, aux confins de la Puisaye, et de Varzy, à l'ouest de la vallée du Beuvron, reçoivent un maximum automnal, ce qui souligne une atlantinité plus marquée.

	Auxerre	Isle-sur- Serein	Varzy	St-Martin- sur- Ouanne
H	144	154	182	156
P	157	153	180	150
E	192	193	194	167
A	184	190	208	178

Au total, la région est moyennement arrosée, mais il est probable que de petits îlots reçoivent un total de précipitations encore inférieur. Le hêtre ne trouve pas dans la région des conditions optimales — il

reparaît, en futaie, au-delà du Serein, dans les forêts domaniales de Chatel-Gérard et de Saint-Jean — les essences dominantes sont les chênes sessiles et pubescents, le charme.

LA VEGETATION

L'objet de cette note est de donner un premier aperçu de la végétation, basé sur une cinquantaine de relevés.

On envisagera successivement les groupements suivants :

- les groupements saxicoles :
 - pierriers et replats de corniche
- les pelouses :
 - xérophiles sur sol squelettique,
 - mésophiles sur sol plus évolué
- les forêts :
 - chênaie-pubescente, chênaie-charmaie.

1. Association de pierriers :

TABLEAU COMPARATIF DES PIERRIERS

	A	B	C	C'
Nombre de relevés	9	7	5	5
<i>Galium fleurotii</i>	V	.	.	.
<i>Leontodon hyoseroides</i> :				
var. <i>pseudo-crispus</i>	I	V	.	.
var. <i>hyoseroides</i> .....	.	III	.	.
<i>Helleborus foetidus</i> .....	.	III	.	.
<i>Polygonatum officinale</i> .....	.	II	.	.
<i>Rubia perigrina</i> .....	.	I	.	.
<i>Epipactis atrorubens</i>	II	I	.	V
<i>Vincetoxicum officinale</i> .....	.	I	.	II
<i>Anthyllis montana</i> .....	.	.	IV	.
<i>Genista pilosa</i> .....	.	.	IV	IV
<i>Teucrium montanum</i>	V	V	II	IV
<i>Teucrium chamaedrys</i>	V	V	V	V
<i>Polygala amara</i>	II	.	.	.
<i>Linum tenuifolium</i>	III	II	.	.
<i>Anemone pulsatilla</i> .....	.	IV	.	.
<i>Fumana procumbens</i> .....	.	III	.	.
<i>Festuca hervieri</i> (*) .....	.	III	.	.
<i>Melica ciliata</i> .....	.	I	.	.
<i>Cytisus decumbens</i> .....	.	I	.	.
<i>Sesleria coerulea</i> .....	.	III	III	V
<i>Coronilla minima</i> .....	.	III	III	II
<i>Globularia vulgaris</i> .....	.	III	II	I
<i>Helianthemum canum</i> .....	.	.	II	I
<i>Helianthemum apennicum</i> .....	.	.	.	III
<i>Thymus serpyllum</i>	V	V	III	I
<i>Polygala calcarea</i>	III	.	.	.
<i>Bupleurum falcatum</i>	V	II	.	.
<i>Koeleria pyramidata</i>	II	III	.	.

<i>Cirsium acaule</i>	II	III	.	.
<i>Scabiosa columbaria</i>	II	IV	.	.
<i>Carlina vulgaris</i>	IV	V	.	.
<i>Pimpinella saxifraga</i>	V	III	.	.
<i>Ononis natix</i>	II	I	.	.
<i>Bromus erectus</i> .....	.	V	.	.
<i>Brachypodium pinnatum</i> .....	.	III	.	.
<i>Potentilla verna</i> .....	.	III	.	.
<i>Hippocrepis comosa</i> .....	.	III	.	.
<i>Carex glauca</i> .....	.	I	.	.
<i>Peucedanum cervaria</i> .....	.	I	.	.
<i>Anthericum ramosum</i> .....	.	III	II	.
<i>Seseli montanum</i> .....	.	II	II	III
<i>Helianthemum nummularium</i> .....	.	I	I	.
<i>Centaurea scabiosa</i> .....	.	.	I	II
<i>Asperula cynanchica</i>	II	V	.	.
<i>Poterium sanguisorba</i>	III	III	.	.
<i>Campanula rotundifolia</i>	II	I	.	.
<i>Stachys recta</i> .....	.	III	II	I
<i>Carex humilis</i> .....	.	.	I	I
<i>Allium sphaerocephalum</i> .....	.	.	V	.
<i>Euphorbia cyparissias</i>	V	.	I	IV
<i>Picris hieracoides</i>	V	.	.	.
<i>Galeopsis angustifolia</i>	III	.	.	.
<i>Senecio jacobaea</i>	III	.	.	.
<i>Teucrium botrys</i>	II	.	.	.
<i>Echium vulgare</i>	II	.	.	.
<i>Convolvulus arvensis</i>	II	.	.	.
<i>Centaurea serotina</i>	II	.	.	.
<i>Hypericum perforatum</i>	II	.	.	.
<i>Anthyllis vulneraria</i> .....	.	II	.	.
<i>Hieracium pilosella</i>	V	V	.	.
<i>Leontodon hispidus</i>	V	.	.	.
<i>Lotus corniculatus</i>	II	.	.	.
<i>Silene nutans</i> .....	.	.	II	.
<i>Sedum album</i> .....	.	.	I	I
<i>Rosa spinosissima</i> .....	.	.	I	II
<i>Seseli libanotis</i> .....	.	.	II	I
<i>Geranium sanguineum</i> .....	.	.	.	II
<i>Thuidium abietinum</i>	IV	.	.	.
<i>Rhytidium rugosum</i>	II	III	.	.
<i>Ctenidium molluscum</i>	II	I	.	.

(*) *Festuca hervieri* (Saint-Yves) Patzke = *F. ovina* L. subsp. *laevis* Hack. var. *gallica* Hack. s.l.

M. P. AUQUIER de l'Institut de Morphologie végétale et de Botanique systématique de l'Université de Liège a bien voulu examiner tous mes échantillons. Je lui exprime ici ma vive gratitude.

Il s'agit d'une association ouverte, sur sol squelettique instable. La liste synthétique de la végétation est donnée dans le tableau comparatif (colonne B). Elle a été établie sur sept relevés, en provenance de deux types de sites :

- cônes d'éboulis des petites carrières écornant les pentes ;
- murgers : talus très grossiers, constitués par les pierres dont les cultivateurs se débarrassent. Ces pierriers se situent surtout dans la région

du vignoble auxerrois : Migé, Coulanges-la-Vineuse, Saint-Cyr-les-Colons, Joux-la-Ville.

Ces deux sortes de pierriers hébergent une végétation très lâche, constituée par des plantes adaptées à des conditions édaphiques difficiles : substrat instable, manque d'eau. Seules, subsistent les espèces aptes à s'agripper au sol, tout en assurant une relative fixation de ses éléments, et, capables de se mettre en quête d'horizons profonds humides. Si les solutions adoptées sont variables, ce double but est atteint par un enracinement toujours important.

Sur les murs récents, mal stabilisés, presque nus, on observe toujours les mêmes plantes, premières colonisatrices : *Rubia perigrina*, *Polygonatum vulgare*, *Vincetoxicum officinale*, *Helleborus foetidus*, *Bupleurum falcatum*, *Teucrium chamaedrys*. Cette dernière plante est la plus envahissante : elle éparpille ses pieds qui sont en relation avec un véritable lacis de stolons grêles porteurs de chevelus radicaux abondants. *Teucrium montanum* ne s'observe qu'à la faveur d'un adoucissement de pente et sur cailloutis plus fins où il forme des coussins denses. Aucun relevé de ce stade pionnier n'a été intégré dans le tableau synthétique mais il s'en trouve des vestiges dans quatre relevés sur sept. La liste des plantes des « meurgets » (*) du Tonnerrois est presque identique. Malheureusement, l'auteur de la monographie n'a pas donné, de ces talus, qui constituent une entité régionale très typique, une liste complète. Leur évolution, vers une pelouse xérique à *Globularia vulgaris* et *Fumana procumbens* ou une broussaille, semble conforme à ce que l'on observe dans la région du vignoble auxerrois. Cet envahissement est lié à un stade de stabilisation qui suit le stade pionnier. L'immiscion de nombreuses espèces des pelouses imprime alors, à la physionomie des éboulis, un aspect plus familier qui se rapproche assez de celui des pelouses xériques mais où l'on note l'importance de *Sesleria* dans la couverture graminéenne.

Outre le Tonnerrois, très proche, des éboulis calcaires plus ou moins comparables ont été signalés par divers auteurs dans l'aurole jurassique E. et S.-E. du Bassin Parisien :

- sur le plateau de Langres par BUGNON (3) ;
- dans le Vallage haut-marnais par DILLEMAN (7) ;
- sur la Montagne dijonnaise par BRETON (2) ;
- en Champagne septentrionale par J. DUVIGNEAUD et L. MOUZE (8).

Dans cette dernière note, parue dans ce même bulletin, une association nouvelle, à *Teucrium montanum* et *Galium fleurotii* : *Teucrio-Galietum fleurotii* est décrite (cf. tableau comparatif colonne A). Il est intéressant de la confronter avec les sept relevés de l'Auxerrois (tableau colonne B).

(*) Il existe cinq ou six vocables voisins pour désigner ces amas de pierres.

Une seule plante caractéristique des éboulis calcaires est commune aux deux territoires : *Leontodon hyoseroides* var. *pseudo-crispus* (*). *Galium fleurotii* n'a pas été noté dans la partie occidentale de la Basse-Bourgogne, soit que la région soit en dehors de son aire (CHOUARD (5) assigne à cette plante, rencontrée en Haute-Bourgogne, une limite qui passe entre Montbard et Ravières) soit que ses exigences écologiques ne se trouvent pas réalisées. De fait, en Champagne, *Galium fleurotii* est inféodé « aux grèves crayeuses à végétation ouverte ». Sur les talus inventoriés, la couverture se ferme par la présence de nombreuses plantes du *Xerobromion*, absentes des talus champenois : *Anemone pulsatilla*, *Fumana procumbens*, *Globularia vulgaris*, *Sesleria coerulea*, *Coronilla minima* ; par ailleurs, la texture du substrat est souvent trop grossière. L'absence d'éléments fins est aussi un obstacle à l'installation de *Fumana* observé sur des éboulis de carrière non sur les murs. L'absence quasi totale d'espèces de friches, dans les relevés de l'Auxerrois, la plus grande rareté des mousses et surtout des lichens viennent encore accentuer la différence physionomique avec les éboulis champenois.

La comparaison avec les éboulis calcaires de la région dijonnaise n'est pas moins instructive. R. BRETON distingue, dans la « Montagne » dijonnaise, deux associations d'éboulis, suivant que la pente reçoit ou non le soleil ; on a respectivement :

Seslerieta-Anthyllidetum montanae
Erysimeto-Centranthetum.

C'est seulement avec la première association que le rapprochement n'est pas trop aléatoire. Dans le tableau comparatif, deux groupes de cinq relevés de la région dijonnaise figurent :

Colonne C = *Seslerieta-Anthyllidetum montanae* sous-association typique dont l'auteur produit quinze relevés, en provenance soit d'éboulis, soit de gradins rocheux recouverts de cailloutis stabilisés, riches en terre fine ; les premiers seuls ont été utilisés.

Colonne C' = *Seslerieta-Anthyllidetum montanae* var. à *Teucrium chamaedrys* ou groupement d'éboulis et de pierrailles encore mobiles.

Bien que l'exposition ensoleillée, la pente forte (30° en moyenne pour C, 33° pour C'), les conditions édaphiques : plus ou moins grande mobilité du substratum, faible pourcentage d'éléments fins, réalisent un environnement écologique très comparable à celui de l'Auxerrois, le cortège floristique commun reste mince, une dizaine d'espèces, si l'on excepte les accidentelles figurées en annexe du tableau du *Seslerieta-Anthyllidetum montanae* et qui sont des transgressives des pelouses : *Anemone pulsatilla*, *Bromus erectus*, *Hippocrepis comosa*, *Carlina vulgaris*, *Asperula cynanchica*.

(*) La délicate détermination des *Leontodon* est due à l'aimable obligeance de M. J. DUVIGNEAUD que je suis heureuse de remercier ici. On trouvera dans son article (8) et dans la « Flore récente de la Belgique » par W. MULLENDERS et coll. des indications taxonomiques sur *Leontodon hyoseroides*.

Ce n'est pas à cette association, mais à la seconde : *Erysimeto-Centranthetum* que R. BRETON rallie la végétation des murgers dont il fournit un seul exemple. Sa remarque au sujet de leur richesse constante en *Centranthus angustifolius* et *Rumex scutatus* indique que ces talus se singularisent nettement des cailloutis de la Basse-Bourgogne.

Ce n'est pas cette brève étude des éboulis de Basse-Bourgogne, étayée sur des documents trop peu nombreux, qui permettra de solutionner le problème de la systématique des pierriers de plaine dont J. DUVIGNEAUD et L. MOUZE ont déjà souligné la complexité et l'intérêt. Sans oser tirer des conclusions, on rappellera les points suivants :

— Les pierriers de l'Auxerrois semblent très proches de ceux du Tonnerrois, tant physionomiquement que floristiquement ; seule une prospection comparative détaillée pourrait en administrer la preuve.

— Ils ont également des affinités avec le *Teucrieto-Galietum fleurotii* sans s'identifier à lui ; ils rentrent probablement dans une même alliance.

— Les conditions différentes qui règnent sur les murgers et les éboulis se reflètent dans la composition floristique. Ces derniers sont plus accueillants à un certain nombre de plantes, comme *Fumana procumbens*, que rebutent les éléments grossiers. De nouvelles observations permettront, sans doute, de distinguer deux sous-associations.

2. Les rebords de corniches :

Ces banquettes de calcaire dur sont rares dans la région et n'intéressent que de petites surfaces où, dans les fissures, s'installe une végétation xérique. En voici un exemple :

Sortie de Clamecy - corniche callovienne. Pente assez abrupte, rompue de petits ressauts étroits alternant avec une pelouse xérique.

<i>Festuca hervieri</i> 2	<i>Sedum album</i> +
<i>Bromus erectus</i> 1	<i>Sedum reflexum</i> +
<i>Potentilla verna</i> 2	<i>Barbula revoluta</i> 2
<i>Thymus serpyllum</i> 2	<i>Tortula laevipila</i> +
<i>Teucrium chamaedrys</i> 2	<i>Lichen</i> sp. 1

Sedum album et *S. reflexum* paraissent familiers de ce genre de station. Il faut noter ailleurs : *Melica ciliata*, *Lactuca perennis*, etc... et les mousses *Ditrichum flexicaule*, *Ctenidium molluscum*, *Grimmia pulvinata*.

Cette flore, ainsi sommairement répertoriée, est à rattacher, malgré son extrême appauvrissement, à l'association à *Rosa spinosissima* et *Anthyllis montana*, décrite dans le Tonnerrois, la « Montagne » dijonnaise et le sud de la Bourgogne (QUANTIN 13).

3. Les pelouses rases xériques : occupent des expositions chaudes, sud et sud-ouest surtout, des pentes moyennes à fortes (15 à 40°). La couverture peut varier du simple au double, le recouvrement moyen est de 75 %. Le

sol est toujours peu évolué, l'association est implantée sur calcaires divers, depuis le Bathonien inférieur jusqu'au Séquanien.

Parmi les plantes les plus résistantes à la sécheresse, les espèces presque toujours présentes sont : *Coronilla minima*, *Teucrium montanum*, *Teucrium chamaedrys*. *Linum tenuifolium*, *Globularia vulgaris* ont encore un degré de présence élevé. *Anemone pulsatilla*, *Cytisus decumbens*, *Sesleria coerulea* sont plus rares. *Bupleurum falcatum* n'est jamais très abondant, *Melampyrum cristatum* est rare. Dans quelques relevés, situés sur sols plus rocailleux, on retrouve disséminées les plantes des pierriers : *Helleborus*, *Polygonatum*, *Vincetoxicum*, *Rubia. Fumana procubens*, qui figure dans dix relevés sur seize et rarement à l'état de pied isolé, méritera, sans doute, *Polygonatum*, *Vincetoxicum*, *Rubia. Fumana procumbens*, qui figure dans le *Xerobrometum divionense trifolietosum* (2) des clairières herbeuses ou chaumots, encloses dans les taillis de chêne pubescent ; elle apparaît, par contre, dans le *Xerobrometum burgundense* (13) avec un coefficient moyen.

Cette jolie mais discrète Cistacée a été élevée par CHOUARD au rang de caractéristique de l'association analogue du Tonnerrois. La parenté est évidente. On se contentera de citer les plantes suivantes, présentes dans les deux ditions, où elles sont abondantes : *Anemone pulsatilla* (assez commun dans une partie de l'Yonne, non rencontré dans les relevés de la Nièvre), *Carex halleriana*, *Teucrium montanum*, *Globularia vulgaris*, *Thesium humifusum*.

Contrairement à ce qui est noté dans le Tonnerrois et la Montagne dijonnaise, *Genista pilosa* est rare dans la portion occidentale de la Basse-Bourgogne. *Ononis columnae* n'a été observé que dans les éboulis calcaires non dans les pelouses.

Quelques espèces, dont CHOUARD ne fait pas mention, dans sa liste synthétique : *Trifolium rubens*, *Gentiana lutea*, *Phyteuma orbiculare*, *Seseli montanum*, *Laserpitium latifolium*, *Carex montana*, *Peucedanum cervaria* existent, par contre, avec des fortunes diverses, dans la « Montagne » et dans la partie occidentale de la Basse-Bourgogne.

Les espèces de l'ordre des *Brometalia* et de l'alliance du *Mesobromion* sont nombreuses : une trentaine d'espèces sans compter les accidentelles. *Seseli montanum* est presque constant, alors qu'il ne paraît pas dans la pelouse du *Mesobromion*. Les Graminées sont bien représentées : *Bromus erectus*, *Festuca hervieri*, *Brachypodium pinnatum*.

En juin, ces pelouses sont abondamment fleuries, grâce à la contribution des familles habituelles : les Papilionacées avec *Coronilla minima*, *C. varia*, *Hippocrepis comosa*, *Ononis repens*, les Labiées avec les deux germandrées, le thym, la grande brunelle, l'épiaire droite, la sauge des prés, ces trois dernières peu fréquentes.

La colonisation arbustive est très clairsemée, assurée par *Cornus sanguinea*, *Quercus sessilis*, *Prunus mahaleb*, *Clematis vitalba*, *Juniperus communis*. Les mousses revêtent de l'importance dans la moitié des relevés. Les plus abondantes sont : *Rhytidium rugosum*, *Hypericum cupressiforme elatum*, *Pseudoscleropodium purum*, *Pleurochaete squarrosa*.

4. Les pelouses du Mesobromion sur sols moins superficiels sont au contraire toujours fermées et élevées. Elles se cantonnent sur d'anciens sols cultivés occupant des déclivités habituellement faibles : assises plus ou moins marneuses et colluvions de bas de pente.

Moins riches que les pelouses xériques, elles sont aussi d'aspect plus uniforme, de faciès graminéen assuré par *Bromus erectus*, *Carex glauca* et surtout *Brachypodium pinnatum* qui noient les autres plantes plus modestes : *Viola hirta*, *Linum catharticum*, *Primula officinalis*, *Coronilla varia*, *Hippocrepis comosa* d'assez faible recouvrement. On ne peut guère faire état de nettes variations en leur sein, si ce n'est la dominance de *Bromus erectus*, plus souvent de *Brachypodium pinnatum* encore que le voisinage de ces deux Graminées ne soit pas exclus.

Les espèces de friche, sans être très recouvrantes, sont représentées par une douzaine d'espèces, celles-ci témoignent de l'origine de ces formations herbeuses qui ont succédé à des cultures abandonnées. Il faut signaler aussi la présence, non exceptionnelle, de *Genista tinctoria* et des Orchidées dont *Gymnadenia conopsea* et *Orchis pyramidalis*. Ces géophytes trouvent leur optimum dans le groupement : ce fait semble général.

Physionomiquement, les relevés, où *Brachypodium pinnatum* prend la suprématie, rappellent beaucoup l'association fréquente dans le Nord de la France sur les talus, « rideaux », friches où elle se cantonne sur des aires restreintes. La rudéralisation, qui les contamine, jointe à leur position géographique expliquent la monotonie de ces pelouses qui, en certaines stations, se parent aussi d'une luxuriante floraison d'*Orchis fuchsii* et d'*Ophrys apifera* (11).

5. La chênaie pubescente :

Pour le phytosociologue habitué à la végétation des pays de brumes, la prospection de la chênaie pubescente procure un agréable dépaysement. C'est un bois clair de chênes rabougris où se mêlent, avec d'authentiques chênes blancs et sessiles, de nombreux hybrides, difficiles à classer. La strate arbustive est également peu dense. Elle est fournie, outre les chênes, par *Sorbus aria*, *Corylus avellana*, *Juniperus communis*, *Prunus mahaleb*, *Viburnum lantana*, *Prunus spinosa*, *Rhamnus cathartica*, *Crataegus oxyacantha* et *C. monogyna*. Le tapis herbacé montre un faciès de pelouse où se rencontrent d'ailleurs de nombreuses transgressives du *Bromion*. Parmi les espèces les plus représentatives de la chênaie de chênes blancs, citons : *Cephalanthera rubra*, *Cytisus supinus*, *Peucedanum cervaria*, *Laserpitium latifolium*, *Trifolium rubens*, *Melittis melyssophyllum*, qui transgresse également dans la chênaie à charmes, *Rubia perigrina*, *Polygonatum vulgare*, *Vincetoxicum officinale*.

Asarum europaeum, espèce mésophile, figure dans un relevé de plateau, sis sur les calcaires portlandiens du Barrois. Cette plante, assez fidèle à la chênaie-charmaie de la région et abondante dans ses stations, se rencontre là en petites taches isolées. Elle y témoigne que le sol subit, sur ces calcaires durs mais fissurés, une évolution plus rapide que dans les stations de pente, où des calcaires plus tendres sont sans cesse rajeunis par l'érosion (12).

6. Les forêts méso-xérophiles : la chênaie-charmaie :

Cette forêt, traitée en taillis sous futaie occupe divers étages du Jurassique : Bathonien supérieur, Rauracien, Séquanien.

La strate arborescente comprend le chêne sessile et le chêne pédonculé, ce dernier paraissant nettement dominé. Le charme est presque toujours représenté dans la strate élevée, les essences d'accompagnement sont l'alisier, le hêtre.

La strate arbustive comprend le charme, le cornouiller sanguin, l'aubépine à un style, le noisetier surtout. Ce dernier, dans le mode d'exploitation en taillis, peut s'assurer la quasi exclusivité de la couverture. *Lonicera xylosteum*, *Viburnum lantana*, *Ligustrum vulgare*, *Cornus mas*, toutes espèces thermophiles, sont fréquents (présence III ou IV). Plus rares sont d'autres arbustes calcicoles : *Prunus mahaleb*, *Acer campestre*, *Rhamnus cathartica*, *Juniperus communis*. Au total, une vingtaine d'espèces participent à la strate subordonnée.

La strate herbacée combine, dans son lot de caractéristiques, quelques plantes de distribution atlantique (au sens large) comme *Ornithogalum pyrenaicum*, localement abondant, *Tamus communis*, *Daphne laureola* avec des espèces européennes comme *Festuca heterophylla*, *Asarum europaeum*, *Melica nutans*, *Carex montana*.

Les espèces des Fagetalia sont représentées par *Hedera helix*, *Lamium galeobdolon*, *Anemone nemorosa*, *Potentilla fragariastrum*, *Arum maculatum*, *Viola reichenbachiana*, *Milium effusum*, *Brachypodium silvaticum*... Les transgressives du Fagion sont peu nombreuses : *Mercurialis*, *Euphorbia amygdaloides*, *Melica uniflora*.

La chênaie-charmaie de Basse-Bourgogne est tributaire à la fois d'influences atlantiques atténuées et d'irradiations médio-européennes plus senties, ce fait risque de lui accorder quelque originalité. Malgré l'existence de *Pulmonaria tuberosa* (détermination qui appelle une vérification) et l'existence d'un assez large fond commun, on se trouve en présence de conditions édaphiques et climatiques différentes de celles du *Pulmonario-Carpinetum* SOUGNEZ ass. nov. (15). Ce type forestier, en Gaume et en Woivre, remplace la hêtraie sur les assises marneuses, où le hêtre vient mal. Outre le substrat moins lourd, les précipitations, en Basse-Bourgogne, sont plus faibles et la moyenne des températures est plus élevée, aussi les espèces thermophiles ont-elles une participation plus marquée et le chêne sessile prend le pas sur le pédonculé.

De nouvelles prospections doivent permettre de définir clairement la position de cette forêt méso-xérophile et de recueillir de nouveaux matériaux pour l'élaboration de tableaux analytiques des diverses associations présentées. De plus, ces glanes répétées permettront vraisemblablement d'apporter quelques rectifications à la distribution de quelques espèces critiques de cette région-charnière. Une étude phytogéographique faite par CHOUARD (5) et qui déborde largement le cadre de la Basse-Bourgogne occidentale constitue une intéressante mine de références.

REFERENCES BIBLIOGRAPHIQUES

- (1) BOUVEYRON L. (1937). — Colonisation et évolution de la végétation des murgers du Revermont. *Bull. Nat. et Arch. de l'Ain*.
- (2) BRETON R. (1952). — Recherches phytosociologiques dans la région de Dijon. *S.I.G.M.A.*, communication n° 136.
- (3) BUGNON. Esquisse des principaux caractères botaniques de la Montagne châillonaise ou Plateau de Langres. *Bull. Soc. Bot. France*, T. 99, p. 83.
- (4) CHOUARD (1927). — La végétation des environs de Tonnerre. *Bull. Soc. Bot. France*, T. 73, p. 44.
- (5) CHOUARD (1930). — Limites de la végétation dans le Tonnerrois et les Pays bourguignons. *C.R. Soc. Biogéographie*, n° 52.
- (6) CHOUARD (1952). — Commentaire botanique des excursions de juillet 1951 dans le sud-est du Bassin Parisien. *Bull. Soc. Bot. France*, T. 99, p. 54.
- (7) DILLEMAN (1952). — Aperçu sur la végétation du Vallage haut-marnais. *Bull. Soc. Bot. France*, T. 99, p. 78.
- (8) DUVIGNEAUD J. et MOUZE L. (1966). — La végétation de la partie septentrionale de la Champagne crayeuse. La colonisation des éboulis crayeux. *Bull. Soc. Bot. Nord France*, T. 19, n° 4.
- (9) GAUSSEN (1936). — Climat et flore dans le Bassin de Paris. *Bull. Soc. Bot. France*, T. 93, p. 114.
- (10) GUILLAUME (1948). — La limite de répartition de *Rubia perigrina*. *Bull. Soc. Bot. France*, T. 95, p. 265.
- (11) LERICQ R. (1964). — Les pelouses du Ternois. *Bull. Soc. Bot. Nord France*, T. 17, n° 4.
- (12) MOREAU J.M. (1958). — La vie rurale dans le sud-est du Bassin Parisien. *Soc. Les Belles Lettres*, boulevard Raspail, Paris.
- (13) QUANTIN (1946). — Etudes phytosociologiques en Bourgogne méridionale. *Bull. Soc. Bot. France*, T. 93, p. 227.
- (14) SANSON (1945). — Recueil de données statistiques relatives à la climatologie de la France.
- (15) SOUGNEZ N. (1967). — Les forêts de la Lorraine belge. *Presse agronom. de Gembloux*, série Mémoires, n° 2.

PARENTUCELLIA VISCOSA CARUEL.
ESPECE NOUVELLE POUR LE NORD DE LA FRANCE

par J.-R. WATTEZ et G. GLAUS (*)

INTRODUCTION

Pendant l'été 1966, M. G. GLAUS, Professeur agrégé de Sciences Naturelles au lycée d'Abbeville, découvrait à Merlimont (au lieu dit Bagatelle, occupé par un terrain de camping) une belle station de *Parentucellia viscosa* CARUEL, (ou *Eufragia viscosa* BENTHAM), plante inconnue jusqu'à ce jour dans le Nord de la France. Ayant pu retrouver (puis étudier) en juillet 1967 cette unique station de l'Eufraige visqueuse, il nous a semblé intéressant de rappeler dans cette courte note quelles sont sa répartition et ses affinités phytosociologiques et écologiques.

REPARTITION GEOGRAPHIQUE DE PARENTUCELLIA VISCOSA

Avant d'indiquer en quelles régions de France se rencontre cette plante, nous rappellerons brièvement quelle est (grosso modo) son aire de répartition sur le globe.

P. DUPONT dans la Flore atlantique européenne écrit : « commune dans la région méditerranéenne, à l'est jusqu'en Transcaucasie et en Iran ; en outre, Europe occidentale (jusqu'en Normandie et dans la partie occidentale des Iles britanniques).

G. BONNIER dans la Grande Flore illustrée de France, Suisse et Belgique indique la répartition suivante : « Sud de l'Europe et Ouest jusqu'en Ecosse ; hors d'Europe : Sud-Ouest de l'Asie, Nord de l'Afrique, Iles Canaries ».

Une semblable répartition est confirmée par ROUY dans la « Flore de France » et par HERMANN dans la « Flore du Nord et du Centre de l'Europe » qui signalent la présence de l'Eufraige dans les Iles britanniques, l'Ouest et le Sud de l'Europe y compris les Balkans et la Crète, l'Afrique du Nord, l'Egypte, l'Asie mineure.

(*) Séance du 15 mai 1968.

En France, les principaux auteurs de Flores s'accordent généralement pour assigner à *Parentucellia viscosa* l'aire suivante :

P. FOURNIER : Ouest jusqu'à l'Eure, Centre, littoral méditerranéen et Corse.

H. COSTE : lieux sablonneux humides dans le Midi, l'Ouest et le Centre.

G. BONNIER : champs, prés, endroits sablonneux humides, Ouest, Centre, Midi mais de distribution assez inégale.

ROUY : Alpes-maritimes, Var, Bouches-du-Rhône, Hérault (à Cette), Ouest : de l'Eure aux Basses-Pyrénées ; bassin sous pyrénéen ; Centre, Corse.

Il est intéressant dans ces conditions de rechercher dans les Flores locales, les catalogues régionaux, voire départementaux quelle est l'abondance (ou éventuellement la rareté) de cette espèce en telle ou telle région (dans l'Ouest en particulier).

La source d'information la plus intéressante, celle qui nous donne une vue d'ensemble de l'aire géographique de cette plante dans l'Ouest de la France est incontestablement « la Flore de l'Ouest » de J. LLOYD où il est indiqué ce qui suit :

« Charente-Inférieure et Deux-Sèvres ; peu commun
Vendée et Loire inférieure ; commun
Assez commun ailleurs
Gironde et Landes ; commun
Basses-Pyrénées ; assez rare »

Des renseignements du même ordre sont donnés par G. BONNIER dans sa « Grande Flore illustrée » ; nous ne jugeons pas utile de les rappeler hormis toutefois l'indication suivante : « rare dans le centre de la France mais assez commun en Sologne ».

Notons à ce sujet que l'Eufraige n'a pas été observée dans le Massif Central depuis la fin du XVIII^e et le début du XIX^e siècles (par DELARBE puis BOREAU) rapporte CHASSAGNE.

Un bon nombre de stations de *Parentucellia viscosa* sont indiquées par LE TACQ dans l'Orne (une trentaine), par LEVEILLE dans la Mayenne et aussi par G. BONNIER dans l'Eure.

Avant de se demander si l'Eufraige a été déjà signalée dans le Nord de la France, voyons si elle est présente dans les pays qui nous entourent.

En Belgique elle n'a été observée, écrivent MULLENDERS et ses collaborateurs qu'à l'état d'adventice fugace en quelques sites de la Campine.

Elle est bien moins rare dans les Iles britanniques par contre ainsi qu'en témoignent les Flores de BUTCHER et de CLAPHAM, TUTIN et WARBURG. Plus même, la carte de répartition de l'Eufraige parue dans « l'Atlas de la Flore britannique » réalisée par la « Botanical Society of the british

isles » nous indique sa présence dans les îles anglo-normandes, l'Irlande de l'ouest et du sud-ouest, la Cornouaille (où la plante paraît assez commune), le sud du Pays de Galles et aussi le sud de l'Angleterre. Remarquons à ce sujet que, dans le Bassin de Londres, *Parentucellia viscosa* est assez fréquemment introduite, subsponnée, en particulier à l'intérieur des terres.

Et dans le Nord de la France ? Où l'Eufraige visqueuse a-t-elle été déjà observée ? Il est frappant de constater que nul botaniste ne semble l'y avoir trouvée jusqu'à ce jour. Que ce soit en consultant les Flores locales (CORBIERE, de VICQ, RIOMET et BOURNERIAS, MASCLEF), les comptes rendus d'Herborisation, les Notes de Floristique et même en questionnant les Botanistes locaux (MM. BERTON, BON, de BLANGERMONT, DUPONTREUE, etc..) nous n'avons pas trouvé de références (ni éveillé de souvenirs !) concernant la présence d'une seule station d'*Eufragia viscosa* au Nord de la Seine.

C'est dire l'intérêt de la belle station découverte à Merlimont et la raison pour laquelle, après avoir rappelé dans ce long préambule la répartition géographique de cette plante qui n'est pas si commune, j'ai réalisé une étude attentive de la sociologie de l'Eufraige et de son écologie dans la station découverte en juillet 1966 par M. G. CLAUS.

LE RELEVÉ DE VEGETATION

Etant donné la modicité de la surface recouverte par cette station (assez bien fournie, toutefois : une quarantaine de pieds) de *Parentucellia viscosa*, un seul relevé a été effectué. Les plantes observées ont été classées par affinités phytosociologiques.

MERLIMONT, 17 juillet 1967

Surface du relevé : 3 m² - Nombre d'espèces : 22

Th	<i>Parentucellia viscosa</i>	3	3	Hc	<i>Cynosurus cristatus</i>	1	2
Hc	<i>Molinia caerulea</i>	1	2	Hc	<i>Brunella vulgaris</i>	2	2
Hc	<i>Hydrocotyle vulgaris</i>	3	3	Hc	<i>Trifolium repens</i>	1	2
Hc	<i>Cirsium palustre</i>	1	1	Hc	<i>Ranunculus acer</i>	1	2
G	<i>Carex panicea</i>	2	3				
G	<i>Juncus obtusiflorus</i>	x	2	Hc	<i>Agrostis vulgaris</i>	1	2
Hl	<i>Lysimachia vulgaris</i>	x		Hc	<i>Leontodon hispidus</i>	1	2
Hc	<i>Valeriana dioica</i>	1	3	Th	<i>Centaurium vulgare</i>	1	3
Hc	<i>Pulicaria dysenterica</i>	1	3	Hc	<i>Mentha aquatica</i>	1	2
Hc	<i>Potentilla reptans</i>	1	2	Hc	<i>Fragaria vesca</i>	1	2
Hc	<i>Trifolium fragiferum</i>	1	3	Hc	<i>Epilobium tetragonum</i>	1	3
				Ph	<i>Alnus glutinosa</i> a	1	2

En dehors de l'espèce formant faciès, se remarque l'existence de sept plantes qu'il est possible de ranger dans l'ordre des *Molinietalia* puis de trois représentants de l'alliance de l'*Agropyro-Rumicion crispi*. Les autres plantes s'observent habituellement dans les prairies sur sables humides et n'ont qu'un rôle de compagnes.

Au mois de juillet, les jolies fleurs de l'Eufraige visqueuse tranchent de la plus heureuse manière sur le vert feuillage assez banal des Graminées de cette prairie de fauche.

CARACTERES DE LA FLORE

La flore du groupement prairial où s'observe l'Eufrage visqueuse est riche de vingt-deux espèces ; elles se répartissent comme suit :

6 sont des européennes soit	27,3 %
5 sont des subcosmopolites soit	22,7 %
3 sont des eurasiatiques soit	13,7 %
2 sont des eurosibériennes soit	9,1 %
2 autres des paléotempérées soit	9,1 %
et 2 autres encore des subcircumboréales soit	9,1 %

Enfin *Parentucellia viscosa* est, selon P. DUPONT, un exemple typique de méditerranéenne atlantique et l'*Hydrocotyle* est une sub-méditerranéenne, sub-atlantique (4,5 % de chacun).

En dehors de l'abondance des sub-cosmopolites (22,7 %) et de l'élément européen, eurasiatique, eurosibérien (50,1 %) qui représente la moitié de la flore, le fait important à noter est la place importante occupée par les espèces se rapprochant du groupe des « méditerranéennes ». Parmi les six européennes, deux sont des européennes-circuméditerranéennes et parmi les eurasiatiques, une plante est appelée par P. FOURNIER eurasiatique-circuméditerranéenne ; quant à l'*Hydrocotyle* (qui est abondant dans tous les marécages de l'alentour), je viens de préciser que c'est une sub-méditerranéenne-sub-atlantique.

Parentucellia viscosa n'est donc pas « isolée » dans cette station de Merlimont. Quatre plantes (soit 18,2 % de la Flore) présentent en effet des affinités phytogéographiques qui lui sont comparables.

Bien que l'Eufrage soit introduite en ce lieu (comme je le préciserai plus loin) le développement qu'elle y prend s'explique parfaitement. La plante a trouvé là un biotope favorable ; que ce soit le substrat sablonneux ou le climat plutôt atlantique : humide, venteux mais assez doux, celui-ci convient parfaitement à cette espèce méridionale et des bords de l'océan.

POSITION SYSTEMATIQUE ET AFFINITES SOCIOLOGIQUES

DE LA PLANTE

La lecture du relevé réalisé nous a montré précédemment que le fond de la végétation de ce site était constitué d'une part par sept plantes rangées parmi les *Molinietalia* qui rassemble la végétation des « prairies non amendées, souvent fauchées, à niveau phréatique élevé, du moins en hiver et au printemps, apparaissant souvent sur un substrat tourbeux » et d'autre part par trois plantes caractéristiques de l'alliance de l'*Agropyro-Rumicion crispi*.

Ceci se comprend aisément quand on se souvient de la localisation du relevé dans une prairie fauchée assez humide et située dans une plaine sablonneuse assez proche de la mer.

Tous les botanistes précédemment cités s'accordent d'autre part pour localiser *Parentucellia viscosa* :

- « dans les prés sablonneux humides » (P. FOURNIER)
- « dans les lieux sablonneux humides » (H. COSTE)
- « dans les endroits marécageux, généralement près des côtes » (CLAPHAM, TUTIN et WARBURG)
- « dans les champs, les prés, souvent aussi les endroits sablonneux humides (G. BONNIER).

De tels exemples pourraient être multipliés...

Néanmoins, il est difficile de donner une place précise dans la systématique des groupements végétaux à cette plante. Il ne semble pas en effet que l'Eufraige appartienne aux groupements du *Molinion* encore que ses affinités écologiques soient assez proches de celles des plantes habituellement rangées dans cette alliance.

Probablement faut-il considérer *Eufragia viscosa* comme une espèce propres aux zones de contact, à la végétation ouverte, des sols tourbeux et sablonneux, relativement humides et même temporairement inondés.

SYNECOLOGIE

a) Facteurs blotiques

Les phanérogames observées dans ce milieu peuvent, d'après la classification de RAUNKIAER être réparties comme suit :

Hémicryptophytes	72,8 %
Thérophytes et géophytes	9,1 %
Hélophytes et phanérophytes	4,5 %

Ces résultats sont caractéristiques d'une végétation prairiale plutôt humide ; on notera qu'*Eufragia viscosa* est une thérophyte.

b) Facteurs externes

Tout comme le climat, le substrat est favorable au développement de l'Eufraige que tous les auteurs précédemment cités localisent le plus souvent « sur les sols sablonneux humides ou dans les dunes mouillées ».

A Merlimont le sol est formé de sable et celui-ci n'est recouvert que par une couche d'humus noir hologanique peu épaisse (de 5 à 8 cm en moyenne). C'est d'ailleurs en de tels sites que j'ai eu l'occasion d'observer l'Eufraige en juillet 1966 (au cours d'une excursion botanique dirigée par MM. les Professeurs FRANQUET et BINET) dans plusieurs dépressions des dunes de Fontenay, situées sur la côte Nord-Est du Cotentin.

ORIGINE ET AVENIR DE LA STATION

Incontestablement la plante est d'introduction récente. Située au milieu d'un terrain de camping assez fréquenté à la belle saison, il est

hors de doute qu'elle ait été amenée incidemment en ce lieu par un campeur et sa famille, ayant séjourné précédemment dans l'ouest de la France ou la région méditerranéenne. Les botanistes ont trop souvent déploré un appauvrissement de la flore provoqué par l'installation de terrains de camping pour que ce fait remarquable ne soit pas signalé !

La station d'autre part est en extension ; sur le pourtour du gisement initial (riche de quarante pieds au moins) et à quelques mètres de celui-ci, se voient de petites colonies de quelques pieds d'*Eufraige visqueuse*.

Il faut souhaiter d'ailleurs que la plante parvienne à essaimer peu à peu en dehors de ce terrain de camping où (il faut bien l'avouer !) l'avenir de cette station paraît incertain. Tout autour existent de vastes dunes de sable où les dépressions humides, (sites favorables au développement de *Parentucellia viscosa* entre tous !) ne sont pas rares.

CONCLUSION

Il nous a paru intéressant d'attirer l'attention sur *Parentucellia viscosa*, plante qui n'avait, semble-t-il, jamais été signalée sur les côtes du Nord de la France. Sa présence à Merlimont et l'extension qu'elle semble prendre font supposer qu'elle sera revue en d'autres points de notre littoral où les sites susceptibles de la voir se développer ne manquent pas.

Il était intéressant par ailleurs de rappeler quelle est sa répartition géographique et aussi d'étudier ses affinités phytosociologiques et écologiques.

*Travail effectué au Laboratoire de
Botanique de la Faculté mixte de
Médecine et de Pharmacie de Lille*

BIBLIOGRAPHIE

- BONNIER G. — Flore complète illustrée en couleurs de France, Suisse, Belgique (tome VIII). Lib. gén. de l'enseignement, Paris.
- BONNIER G. et G. DE LAYENS. — Nouvelle Flore de la France et de la Belgique. Lib. gén. de l'enseignement, Paris.
- Botanical Society of the british isles*. — Atlas of the british Flora, THOMAS et NELSON, éditeurs.
- BUTCHER R.W. (1961). — A new illustrated british flora. LEONARD, HILL, éditeurs, Londres.
- CAUSSIN O. (1907). — Flore descriptive du littoral picard. BONVALOT, JOUVE, éditeurs.
- CHASSAGNE M. (1956). — Inventaire analytique de la Flore d'Auvergne. Publié avec le concours du C.N.R.S. P. LECHEVALIER, éditeur.
- CLAPHAM A., TUTIN T. et WARBURG E. (1962). — Flora of the British-Isles. *Cambridge University Press*.
- COSTE Chanoine H. (1901-1906). — Flore descriptive et illustrée de la France et de la Corse. Librairie des S.N. P. KLINCKSIECK, Paris.
- DUPONT P. (1962). — La flore atlantique européenne. Documents pour les cartes des productions végétales. Toulouse.
- ELIE et LEVEQUE (1910). — Flore du Touquet et de Paris-Plage. KLINCKSIECK et LAFOREST, éditeurs.

- FOURNIER P. (1946). — Les Quatre Flores de la France. P. CHEVALIER, éditeur à Paris.
- GEHU J.-M. — L'excursion dans le nord et l'ouest de la France de la Société Internationale de Phytosociologie. *Vegetario*, vol. XII, fasc. 1 et 2.
- GEHU J.-M. et WATTEZ J.-R. (1965). — Notes sur la végétation des marais de la plaine maritime picarde. *Bull. Soc. Bot. Nord de la France*, t. XVIII.
- HERMAN F. (1956). — Flora von Nord und Mittel Europa. G. FISCHER. Iena.
- HULTEN Eric (1950). — Atlas över Växternas Utbredning. I Norden, Generalstabens Litografiska anstalts förlag.
- LEBRUN J., NOTRFALISE A., HEINEMAN P. et VANDEN BERGHEN C. (1949). — Les associations végétales de Belgique. *Bull. Soc. Roy. Bot. Belgique*, t. 82, p. 105 et suivantes.
- LETACQ (abbé A.-L.) (1906). — Inventaire des plantes croissant dans le département de la Mayenne.
- LEVEILLE H. (1895). — Petite Flore de la Mayenne. GOUPIL à LAVAL.
- LYOLD J. (1886). — Flore de l'Ouest. Imprimerie MARTIN, Rochefort.
- MASCLEF A. (1886). — Catalogue raisonné des plantes vasculaires du département du Pas-de-Calais, p. 158. SUEUR et SAVY, éditeurs, Paris, Arras.
- MULLENDERS W. (et ses 6 collaborateurs). — Flore de la Belgique, du nord de la France et des régions voisines. Desoer, Liège.
- OBERDORFER E. (1962). — Pflanzensoziologische Exkursions flora für Süddeutschland. G. FISCHER, Verlag Iena.
- RIOMET L.-B. et BOURNERIAS M. (1952-1957). — Flore de l'Aisne, Soc. Histoire naturelle de l'Aisne.
- ROSE F. et GEHU J.-M. (1960). — La comparaison floristique entre les comtés anglais du Kent et du Sussex et le département français du Pas-de-Calais. *Bull. Soc. Bot. Nord France*, t. 13, p. 125.
- VICO (E. DE) et BLONDIN DE BRUTELETTE (1865). — Catalogue raisonné des plantes vasculaires de la Somme. Imprimerie BRIEZ, Abbeville.
- WATTEZ J.-R. (1964). — Catalogue des espèces vasculaires du Montreuillois. *Bull. Soc. Bot. Nord France*, t. 17, p. 110 à 148.
- WATTEZ J.-R. (1967). — La station de *Spiranthes aestivalis* des bas-marais de Villiers-Cucq. *Bull. Soc. Bot. Nord France*, t. 20, p. 24.
- WATTEZ J.-R. (1968). — Contribution à l'étude de la végétation des marais arrière-littoraux de la plaine alluviale picarde. Thèse de Doctorat d'Etat en Pharmacie. Lille.

DIATOMÉES DES SABLES D'HARDELOT (Pas-de-Calais)

par Th. DUBOIS-TYLSKI (*)

Lors de la 90^e Session Extraordinaire de la Société Botanique de France en juin 1963, notre attention avait été attirée par la couleur brun-irisé très intense du sable, au niveau d'un suintement d'eau douce sur un haut de plage à Hardelot (station à *Oenanthe crocata*). Des prélèvements de sable effectués dans les deux centimètres superficiels nous ont montré une flore diatomique extrêmement riche, composée d'espèces variées représentées par de nombreux individus. Il faut noter que c'est l'écoulement d'eau douce qui détermine cette richesse en Diatomées ; de part et d'autre du suintement la flore est beaucoup plus pauvre, bien que l'influence de la marée s'y fasse sentir chaque jour. L'action conjuguée des influences marines et dulçaquicoles provoque un mélange intéressant d'espèces.

Liste systématique des espèces observées : (**)

- *Melosira sulcata* (EHRBG.) KÜTZ. type Benthique, marine, T.C.
 - fo. *coronata* GRUN.
 - fo. *radiolata* GRUN.
 - fo. *radiata* GRUN.
- *Melosira granulata* (EHRBG.) RALFS. var. *angustissima* O. MÜLLER. Dulçaquicole, R.
- *Melosira Jürgensi* C.A. AG. Eaux saumâtres, R.
- *Coscinodiscus radiatus* EHRBG. Espèce marine côtière, R.
- *Coscinodiscus eccentricus* EHRBG. Espèce du plancton néritique, R.
- *Stephanopyxis turris* (GREVILLE) RALFS. Espèce du plancton néritique, R.
- *Actinoptychus undulatus* (BAILEY) RALFS. Espèce du plancton néritique, R.
- *Actinoptychus splendens* (SHADBOLT) RALFS. Espèce littorale, R.
- *Biddulphia aurita* (LYNGBYE) DE BREB. Espèce néritique et littorale, R.

(*) Séance du 15 mai 1968.

(**) Nous remercions vivement M. le Professeur BOURRELLY qui nous a aidés de ses conseils, et M. M. VOIGT qui a bien voulu revoir la plupart de nos déterminations.

- *Biddulphia rhombus* (EHRBG.) WM. SMITH. Espèce néritique, R.
- *Triceratium alternans* BAILEY. Espèce du plancton néritique, A.R.
- *Aulacodiscus argus* (EHRBG.) A. SCHMIDT. Espèce néritique, R.
- *Fragilaria brevistriata* GRUN. Dulçaquicole, C.
- *Rhaphoneis amphicerus* EHRBG. Espèce côtière, T.C. Pl. I, Fig. 1.
- *Rhaphoneis surirella* (EHRBG.) GRUN. Type et var. *australis* PETIT. Espèce des sables et limons saumâtres et marins. C. Pl. I, Fig. 2.
- *Dimeregramma minor* (GREG.) RALFS var. *nana* (GREG.) VAN HEURCK. Commune sur les plages sableuses en général, mais R ici.
- *Cymatosira belgica* GRUNOW et VAN HEURCK. R. Pl. I, Fig. 3.
- *Synedra ulna* (NITSCH.) EHRBG. Type et var. *oxyrhynchus* (KTZ.) v. H. Dulçaquicole, A.C.
- *Synedra parasitica* (W. SMITH) HUST. Type et var. *sub-constricta* GRUN. Dulçaquicole, épiphyte, A.C. Pl. I, Fig. 6.
- *Plagiogramma leve* (GREG.) RALFS. R.
- *Achnanthes longipes* AGARDH. R. Espèce littorale, R.
- *Achnanthes hauckiana* GRUNOW. Espèce d'eau saumâtre, T.C. Pl. I, Fig. 10.
- *Achnanthes Haynaldii* SCHAARSH var. *linkei* (HUST.) CL. Espèce halophile, T.C. Pl. I, Fig. 13.
- *Achnanthes brevipes* AGARDH. var. *parvula* (Kütz.) A. CLEVE. D'après HENDEY, la variété est commune sur les côtes rocheuses ; elle est probablement allochtone ici.
- *Achnanthes* sp. T.R. Pl. I, Fig. 12.
- *Cocconeis disculus* (SCHUM.) CLEVE var. *minor* FONT. Eaux saumâtres des côtes d'Europe R. Pl. I, Fig. 8.
- *Cocconeis scutellum* EHRBG. Espèce côtière, A.C.
- *Cocconeis speciosa* GREG. Espèce côtière, A.R.
- *Cocconeis placentula* EHRBG. Espèce ubiquiste, A.R. Pl. I, Fig. 9.
- *Cocconeis peltoides* HUSTEDT. Espèce côtière commune mais R. ici.
- *Cocconeis pediculus* EHRBG. Espèce dulçaquicole, R.
- *Cocconeis* sp. Pl. I, Fig. 7.
- *Navicula phyllepta* Kütz. Espèce d'eau saumâtre, C. Pl. I, Fig. 26.
- *Navicula tusculoïdes* A. CLEVE. Espèce d'eau douce ou légèrement salée. D'après A. CLEVE-EULER, cette espèce se distingue de *Navicula tuscula* (EHR.) GRUN. par son raphé droit, alors qu'il est sinueux chez *N. tuscula*. Pl. II, Fig. 1.
- *Navicula clementis* GRUNOW. Espèce d'eau saumâtre, C. Pl. I, Fig. 23.
- *Navicula inclementis* HENDEY. (*Navicula clementis*, GRUN. var. *rhombica* BROCKMANN). R. Pl. II, Fig. 6.
- *Navicula ludloviana* A.S. CLEVE. A.C. Pl. II, Fig. 7.
- *Navicula avenacea* BREB. Espèce fortement euryhaline, A.C. Pl. I, Fig. 27.
- *Navicula peregrina* (EHRBG.) Kütz. Espèce côtière d'eau saumâtre, A.R.
- *Navicula digito-radiata* (GREG.) RALFS. Espèce des vases saumâtres C. Pl. II, Fig. 5.
- *Navicula distans* (WM. SMITH) SCHMIDT. Espèce côtière benthique, R.
- *Navicula humerosa* BREB. Espèce côtière, T.C. Pl. II, Fig. 4.
- *Navicula monilifera* CL. fo. *constricta* (PERAGALLO) HUST. Espèce côtière, R. Pl. II, Fig. 2.

- *Navicula pusilla* WM. SMITH. Espèce d'eaux saumâtres, C. Pl. II, Fig. 3.
- *Navicula forcipata* GREV. Espèce littorale, R. Pl. I, Fig. 29.
- *Navicula cryptolyra* BROCKMANN. R. Pl. I, Fig. 28.
- *Navicula barberi* HENDEY. R. Pl. I, Fig. 21.
- *Navicula palpebralis* BREB. Espèce littorale, psammophile, A.C. Pl. I, Fig. 25.
- *Navicula rostellata* KÜTZING. Espèce côtière, C. Pl. I, Fig. 18.
- *Navicula radiosa* Kz. var. *minutissima* (GRUN.) CL. Espèce d'eau douce, R. Pl. I, Fig. 24.
- *Navicula pupula* KÜTZING, type et var. *capitata* HUST. C. Pl. I, Fig. 19.
- *Navicula integra* (W. SMITH) RALFS. R. Pl. I, Fig. 17.
- *Navicula hungarica* GRUN.
 - var. *linearis* OSTRUP. Eaux saumâtres, C.
 - var. *capitata* (EHRBG.) CL. Eaux douces, R. Pl. I, Fig. 22 et 22'.
- *Diploneis interrupta* (KÜTZING) CLEVE. Espèce psammophile, C. Pl. 2, Fig. 14.
- *Diploneis Smithii* (BRÉB.) CLEVE. Espèce d'eau marine et saumâtre, T.C. Pl. II, Fig. 15.
- *Caloneis amphisbaena* (BORY) CLEVE var. *sub-salina* (DONKIN) CLEVE et var. *fuscata* (SCHUM.) CLEVE. Espèce côtière, abondante dans les eaux à salinité abaissée selon HENDEY. C'est précisément le cas ici. T.C. Pl. II, Fig. 11.
- *Pinnularia baltica* (SCHULZ). A. CL. R. Pl. II, Fig. 10.
- *Trachyneis aspera* (EHRBG.) CL. Espèce littorale, R.
- *Pleurosigma angulatum* (QUEKETT.) W. SMITH. Espèce des vases saumâtres, R.
- *Pleurosigma aestuari* (BREB.) W. SMITH. Espèce marine souvent planctonique, R.
- *Pleurosigma affine* GRUNOW. R.
- *Amphora proteus* GREG. Espèce côtière, C. Pl. I, Fig. 16.
- *Amphora ovalis* Kütz. C. Pl. I, Fig. 14.
- *Amphora marina*. V. H. C. Pl. I, Fig. 15.
- *Cymbella ventricosa* Kütz. Espèce d'eau douce, C.
- *Neidium dubium* (EHR.) CL. Ubiquiste, R. Pl. II, Fig. 12.
- *Anomoneis sphaerophora* (Kütz.) PFTZER
 - var. *sculpta* (EHR.) MÜLLER. Pl. II, Fig. 13.
 - var. *Güntheri* O. MÜLLER.
- *Nitzschia vermicularis* (Kütz.) GRUN. R. sans doute accidentelle.
- *Nitzschia panduriformis* GRUN. type et var. *minor* GRUN. Espèce côtière, A.C. Pl. II, Fig. 17.
- *Nitzschia navicularis* (BREB.) GRUN. Espèce d'eau saumâtre, R. Pl. II, Fig. 16.
- *Hantzschia virgata* (ROPER) GRUN. type et var. *capitellata* HUST. Espèce côtière, psammophile, C. Pl. II, Fig. 18.
- *Hantzschia amphioxys* (EHR.) GRUN. type et var. *vivax* (HANTZSCH.) GRUN. Espèce psammophile, T.C.
- *Surirella ovata* Kütz. var. *crumena* (BREB.) VAN HEURCK. Espèce des vases saumâtres, R. Pl. II, Fig. 19.
- *Surirella gemma* (EHR.) Kütz. Espèce marine ou saumâtre, R.

Cette flore épipélique est composée surtout de Diatomées et de Dinoflagellés non étudiés ici. Les espèces de Diatomées observées peuvent être classées en trois groupes d'importance très inégale.

Une partie relativement faible de la population est constituée par des espèces typiquement marines, planctoniques telles *Biddulphia aurita*, *Coscinodiscus* div. sp. ou sub-littorales telles *Achnanthes longipes*, *Triceratium alternans*, *Actinoptychus undulatus*. Il s'agit là d'un élément allochtone dont les représentants sont rares et souvent à l'état de frustules brisés.

L'apport d'espèces dulçaquicoles supportant une faible salinité est également très peu important ; *Navicula hungarica*, *Navicula pupula*, *Synedra acus*, *Achnanthes lanceolata*, *Cocconeis* div. sp., *Melosira granulata* appartiennent à ce groupe. Elles sont vraisemblablement entraînées par le faible courant d'eau douce.

Le contingent le plus important est constitué par des espèces psamphiles littorales supportant des degrés de salinité très variables et dont le développement est favorisé par l'humidité constante du suintement. Citons de très nombreuses *Navicula*, en particulier *Navicula humerosa* dominante dans nos prélèvements, *Diploneis interrupta*, *Diploneis Smithii*, *Caloneis amphibaena* var. *subsalina*, des *Amphora* et des *Nitzschia*, en particulier *Hantzschia amphioxys* chez qui FAURE-FREMIET a observé un rythme vital correspondant à celui des marées : à marée basse les Diatomées s'agglutinent à la surface du sable, à marée haute elles s'enfouissent ; transportées au laboratoire elles conservent ce rythme.

Cette population où chaque espèce est souvent représentée par un très grand nombre d'individus persiste sur le sable toute l'année mais d'après HENDEY elle est moins abondante en hiver. Le rôle de cette « flore des sables » n'est pas négligeable. Elle sert en partie de nourriture à la très intéressante « faune interstitielle » étudiée par DELAMARRE-DEBOUTTEVILLE. Elle a d'autre part un rôle anti-érosif : le ciment muqueux des Diatomées retient les particules sableuses et contribue à la fixation du substrat et à l'accumulation de sédiment. Enfin, l'étude de tels peuplements mixtes présente un certain intérêt pour la comparaison des microflore fossiles avec celles des biotopes actuels.

BIBLIOGRAPHIE

- CLEVE-EULER A. — Die Diatomeen von Schweden und Finnland. Stockholm, 1951-1955.
- DELAMARRE-DEBOUTTEVILLE Cl. — La faune interstitielle. *Science et Nature*, n° 73, 1966.
- HENDEY (N. Ingram). — An Introductory account of the smaller Algae of British coastal waters. Part V. Bacillariophyceae. Her Majesty's Stationery Office. London, 1964.
- HUSTEDT F. — Bacillariophyta in die Süßwasser-Flora Mitteleuropas von A. Pascher. Heft. 10. Jena 1930.
- HUSTEDT F. — Die Kiesalgalen in Rabenhorst's Kryptogamen-Flora. VII. I. Centrales. Leipzig, 1930.
- II. Fennales. Leipzig, 1931-1966. 10 Fascicules.

ROUND F.E. — The Biology of the Algae. London, 1966.

SCHMIDT A. — Atlas der Diatomaceenkunde. Leipzig.

VAN DER WERFF A. — Die Diatomeen des Dollart-Emsgebietes.

Kon. Ned. Geol. Mijnb. K. Gen.

Geol. Serie. Dl. XIX/Symposium Ems-Estuarium (Nordsee).

S. 153-201, 's-Gravenhage, oktober 1960.

PLANCHE I

1. *Rhaphoneis amphiceros* EHRENBG.
2. *Rhaphoneis surirella* (EHR.) GRUNOW. Type.
- 2'. *Rhaphoneis surirella* (EHR.) GRUNOW. var. *australis* PETIT.
3. *Cymatosira belgica* GRUNOW.
4. *Plagiogramma leve* (GREG.) RALFS. var. *nana* (GREG.) V. HEURCK.
5. *Dimeregramma minor* (GREG.) RALFS. var. *nana* (GREG.) V. HEURCK.
6. *Synedra parasitica* (W. SM.) HUSTEDT.
- 6'. *Synedra parasitica* (W. SM.) HUSTEDT. var. *subconstricta* GRUNOW.
7. *Cocconeis* sp.
8. *Cocconeis disculus* (SCHUM.) CL. var. *minor* FONT.
9. *Cocconeis placentula* E. var. *euglypta* (E.) GRUN.
10. *Achnanthes Hauckiana* GRUNOW.
11. *Achnanthes lanceolata* (BREB.) GRUNOW.
12. *Achnanthes* sp.
- 13 et 13'. *Achnanthes Haynaldii* SCHAARSCH var. *Linkei* A. CL.
14. *Amphora ovalis* KÜTZ.
15. *Amphora marina* V.H.
16. *Amphora proteus* GREG.
17. *Navicula integra* (W. SMITH.) RALFS.
18. *Navicula rostellata* KÜTZING.
19. *Navicula pupula* KÜTZING.
20. *Navicula peregrina* (E.) KZ.
21. *Navicula Barberi* HENDEY.
22. *Navicula hungarica* GRUN. var. *linearis* OSTRUP.
- 22'. *Navicula hungarica* GRUN. var. *capitata* (EHR.) CLEVE.
23. *Navicula clementis* GRUNOW.
24. *Navicula radiosa* KZ (var. *minutissima* (GRUN.) CL. ?).
25. *Navicula palpebralis* BREB.
26. *Navicula phyllepta* KZ.
27. *Navicula avenacea* BREB.
28. *Navicula cryptolyra* BROCKMANN.
29. *Navicula forcipata* GREY.

La longueur portée à gauche de chaque figure représente 10 μ .

PLANCHE I

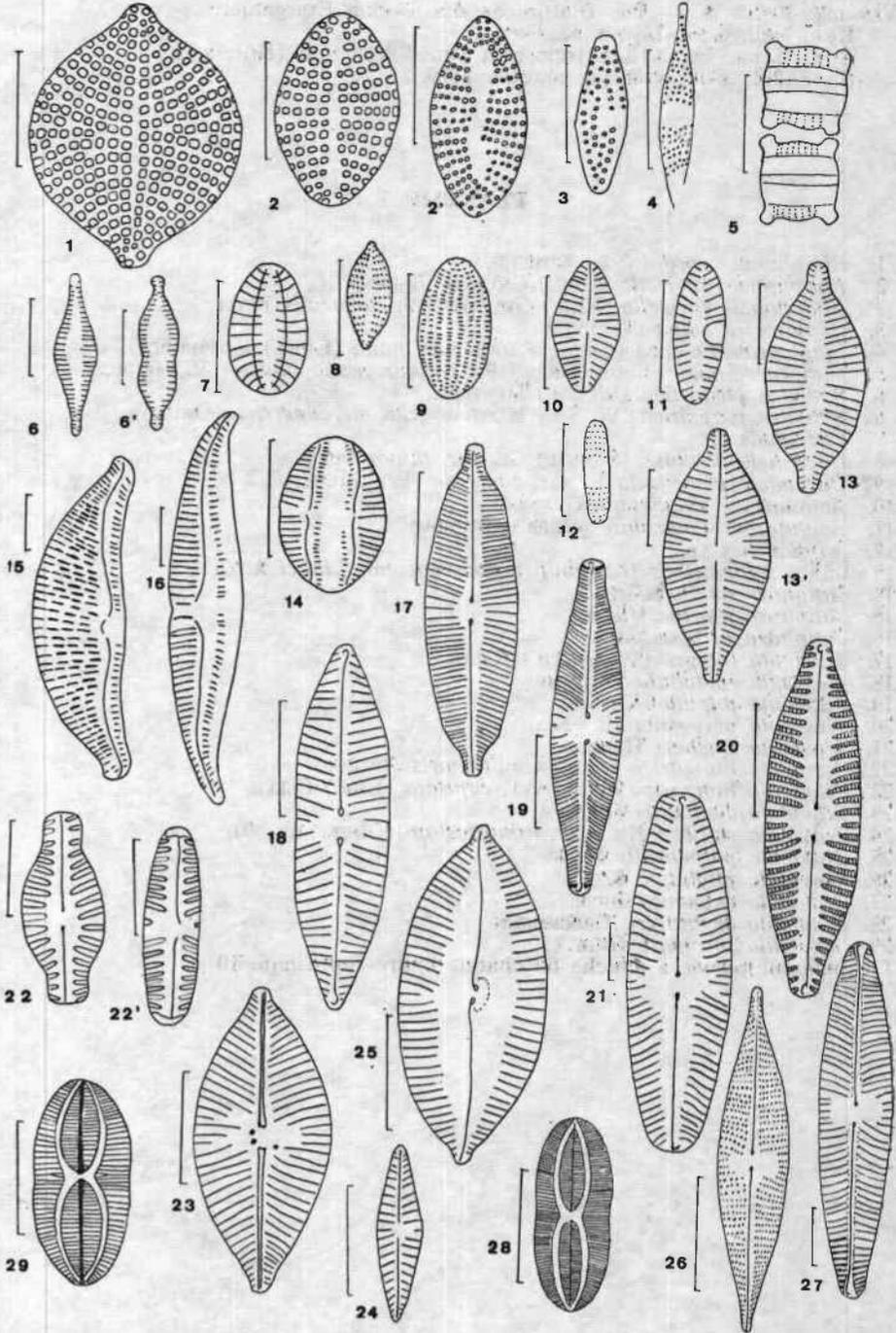


PLANCHE II

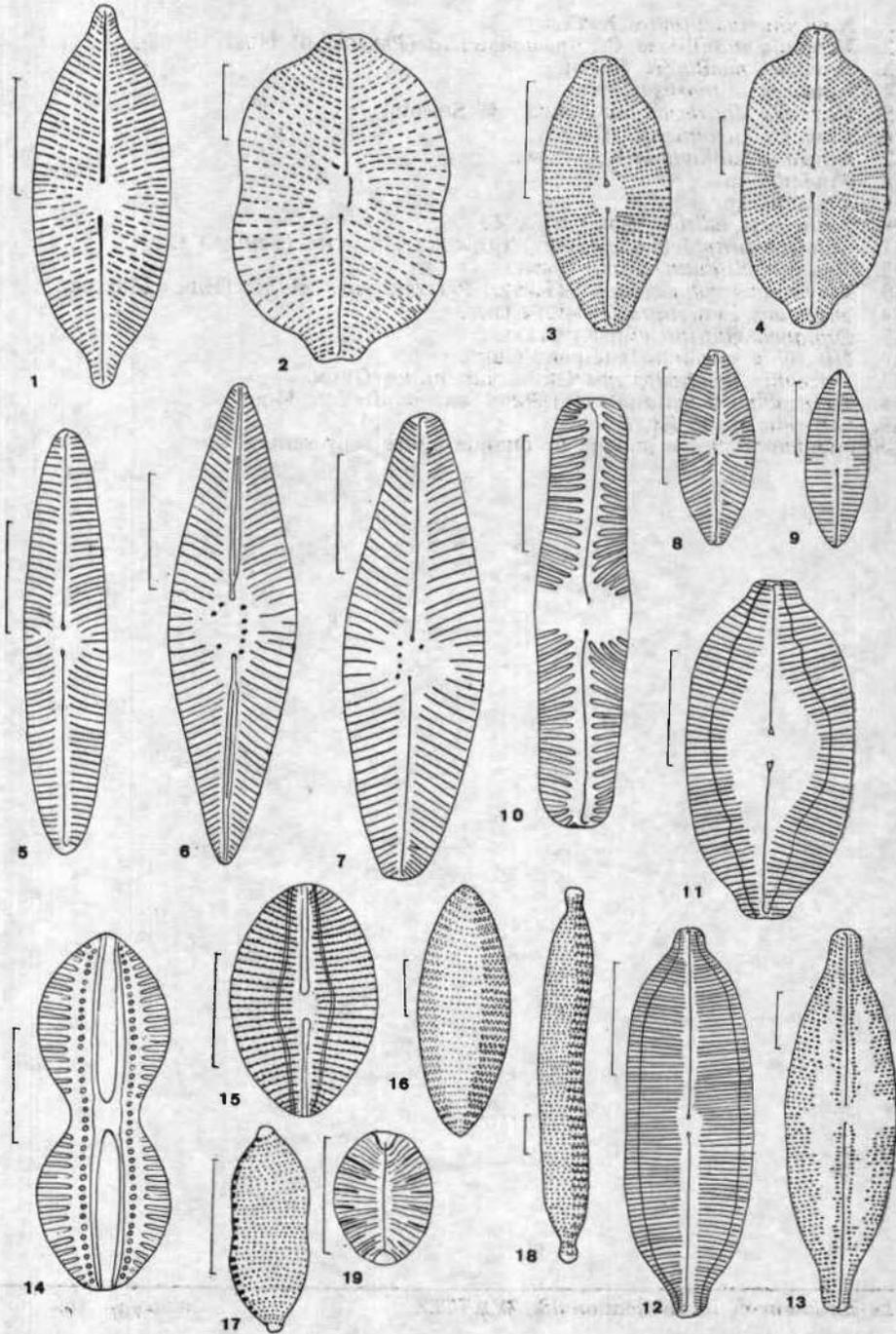


PLANCHE II

1. *Navicula tusculoides* A. CLEVE.
 2. *Navicula monilifera* CL. fo. *constricta* (PERAGALLO) HUST.
 3. *Navicula pusilla* W. SMITH.
 4. *Navicula humerosa* BREB.
 5. *Navicula digito-radiata* (GREG.) A. SCHMIDT.
 6. *Navicula inclementis* HENDEY.
 7. *Navicula ludloviana* A.S. CLEVE.
 8. *Navicula* sp.
 9. *Navicula* sp.
 10. *Pinnularia baltica* (SCHUTZ.) A. CL.
 11. *Caloneis amphisbaena* (BORY) CLEVE var. *fuscata* (SCHUM.) CL.
 12. *Neidium dubium* (EHR.) CLEVE.
 13. *Anomoneis sphaerophora* (KÜTZ.) PFITZER. var. *sculpta* (EHR.) MÜLLER.
 14. *Diploneis interrupta* (KÜTZ.) CLEVE.
 15. *Diploneis Smithii* (BREB.) CLEVE.
 16. *Nitzschia navicularis* (BREB.) GRUN.
 17. *Nitzschia panduriformis* GRUN. var. *minor* GRUN.
 18. *Hantzschia virgata* (ROPER) GRUN. var. *capitellata* HUST.
 19. *Surirella ovata* Kütz.
- La longueur portée à gauche de chaque figure représente 10 μ .

BULLETIN
de la
SOCIÉTÉ de BOTANIQUE
du
NORD de la FRANCE

FONDÉE LE 27 NOVEMBRE 1947

TOME XXI

1968

N° 4

No 27.409 du Certificat d'Inscription à la Commission Paritaire
des Papiers de Presse

LILLE, 14, bis, Rue Malus

BULLETIN
DE LA SOCIÉTÉ DE BOTANIQUE
DU NORD DE LA FRANCE

Tome XXI, (1968) n° 4

ETUDE CARYOLOGIQUE DU GLAUCIUM FLAVUM CRANTZ

par D. COUSTAUT et J. DELAY (*)

INTRODUCTION

L'étude du *Glaucium flavum* s'inscrit dans le cadre d'un inventaire caryologique des plantes du littoral de la Manche et de l'Atlantique.

En outre, nous avons essayé d'observer si des différences stationnelles se répercutaient au sein du caryotype soit par un degré de ploïdie différent, soit par des anomalies telles que la Cytomixie déjà étudiée chez plusieurs plantes littorales.

Les deux stations où nous avons prélevé du matériel d'étude ont été choisies très différentes l'une de l'autre.

— A Cayeux-sur-Mer, *Glaucium flavum* colonise une très importante levée de galets proche du rivage. Les plantes souvent isolées poussent dans le sable et les galets. La grande perméabilité, l'absence d'humus, l'action des embruns salés et des vents rendent les conditions de vie difficiles et déterminent une végétation presque monospécifique.

— La station dite du Radar à La Rochelle est établie sur la falaise de calcaire jurassique haute de 3 à 5 mètres. La décalcification superficielle du calcaire favorise le développement et l'extension de la couverture végétale.

Pour cette étude, les tissus méristématiques des jeunes feuilles (fixation d'hiver à Cayeux) et les jeunes boutons floraux (fixations de printemps à Cayeux et fixations d'été à La Rochelle) ont été employés.

Le fixateur est le mélange 3/1 (3 parties d'alcool absolu - 1 partie d'acide acétique pur cristallisable). La fixation a toujours été réalisée sur le terrain.

(*) Séance du 14 décembre 1966.

Deux méthodes de coloration ont donné des résultats satisfaisants : le carmin acétique ferrique pour les tissus foliaires et la méthode de Feulgen pour les boutons floraux.

Les diverses cinèses : mitose, méiose et endomitose ont retenu notre attention par leurs aspects normaux et pathologiques (cytomixie en particulier).

LA MITOSE

La mitose est étudiée dans les tissus somatiques des jeunes feuilles et des jeunes anthères prélevées à Cayeux.

— Quel que soit l'organe, les cellules sont caractérisées par le stock chromosomique diploïde de 12 dont 2 grands (5 microns) à centromère médian et 10 moyens (3 microns) : 8 à centromère médian ou submédian et 2 à centromère subterminal.

— La charge chromatique des chromosomes varie beaucoup : elle est faible et irrégulière dans les tissus foliaires en hiver. De ce fait l'enroulement du chromonéma et les bandes transversales claires entre les tours de spires apparaissent nettement. Elle est au contraire forte dans les tissus somatiques des jeunes anthères prélevées au printemps, car les chromosomes se colorent intensément. Cette différence traduirait donc une synthèse d'acides nucléiques lente et faible en hiver, rapide et forte au printemps.

LA MEIOSE

L'étude de la méiose permet tout d'abord de confirmer le nombre haploïde de chromosomes $n = 6$. (Diacinèses : photos 4 à 5 ; M I : photo 6 ; Ana I : photo 16).

— La chromatinisation est également différente entre bivalents diacinétiqnes : 4 sont intensément colorés tandis que 2 le sont plus faiblement, notamment celui en forme d'anneau. En métaphase I la spiralisation maximale et le dépôt chromatique sont tels, qu'il est impossible de discerner des différences entre les 6 bivalents. Ils se rangent au niveau de la plaque équatoriale ; leurs centromères sont très effilés et nettement visibles de part et d'autre de ce plan.

— La disjonction se réalise précocement pour l'un des six bivalents : les unités disjointes demeurent encore réunies par deux fins tractus chromatiques.

ENDOMITOSE

Lors de la recherche des figures de méiose, nous avons été amenés à observer les cellules du tapis mélangées aux cellules-mère par suite de l'étalement.

— Leur grande taille et leur degré de ploïdie très élevé permettent de les reconnaître aisément (photos 7 à 12).

— La cinétique des chromosomes de ces grandes cellules si particulières, est comparable à celle des chromosomes des cellules diploïdes d'autres tissus. Toutefois leur nombre très élevé (plus de 100) perturbe fortement la disposition dans le plan équatorial (photo 7) ainsi que la migration anaphasique (photo 8). A la faveur de plusieurs dédoublements du stock chromosomique jamais suivis de cloisonnement cellulaire, on obtient des cellules plurinucléées (jusqu'à 8 noyaux : photo 10).

LES ANOMALIES

Plusieurs anomalies ont été observées : celles liées à la structure des chromosomes et celles qui relèvent de la cytotoxicité.

— En métaphase de mitose (photos 2 et 3) un chromosome long comporte à l'extrémité un filament qui correspond à une partie de chromonéma non enroulée. Comme cette observation est réalisée à la fois dans les tissus foliaires et dans les tissus de l'anthere, on peut penser à une altération du caryotype. Cela expliquerait la terminalisation imparfaite du grand bivalent en anneau (photo 5) et les anaphases à chromosomes retardataires (photos 16 à 18).

La cytotoxicité fréquente au pachytène l'est beaucoup moins aux stades de la diacynèse et de la métaphase I. Au stade pachytène, l'altération se traduit par de nombreuses gouttes fortement chromatiques situées le plus souvent au niveau des parois cellulaires. Ce phénomène pathologique affecte fréquemment des massifs de cellules (photo 13), ce qui laisserait supposer qu'une contamination se produit entre cellules lésées et cellules saines. A la diacynèse et en métaphase I les bivalents s'agglutinent (photos 20 et 21), se désorganisent et dans le cas extrême se condensent sous forme de masses chromatiques qui peuvent émettre des extrusions dans les cellules contiguës (photos 15 et 22). Au cours de ces stades, seules quelques cellules sont atteintes dans un massif de cellules-mère. On observe fréquemment des cellules tout à fait normales à côté de cellules très perturbées (photos 19 et 20).

Quelques observations d'extrusions nucléaires ont été réalisées dans les cellules du tapis : la chromatine s'épanche dans les cellules contiguës à travers la paroi cellulaire en empruntant sans doute des plasmodesmes élargis. Dans ces cellules endopolyploïdes, la cytotoxicité ne serait peut-être qu'une étape normale de la dégradation de la chromatine. Pour les autres tissus, en particulier le tissu sporogène, on peut s'interroger sur l'avenir des cellules lésées. Si l'altération est faible au stade pachytène, des phénomènes de restauration peuvent intervenir ; alors la méiose redeviendra normale. Au contraire, si l'altération est forte à un stade plus avancé (diacynèse et métaphase I) les cellules-mères dégèneront et donneront le pollen vide. L'examen de l'image pollinique de plusieurs plantes révèle la présence de grains de pollen plus petits ou vides parmi les grains pleins et de taille homogène. Les pourcentages de grains anormaux restent

toujours très faibles (1 à 2 %) à l'exception de quelques plantes de La Rochelle où nous avons dénombré 20 % de grains vides. Il faut remarquer que cela n'affecte en rien la fertilité des plantes des deux stations : les capsules sont remplies de graines.

CONCLUSION

Cette étude confirme le nombre chromosomique $2n = 12$ et le nombre de base $x = 6$ pour *Glaucium flavum*. Dans les deux stations de prélèvement, Cayeux-sur-Mer et La Rochelle, seule la forme diploïde a été trouvée. Les plantes montrent un phénotype uniforme et stable. Le Caryotype présente une particularité, le non-enroulement d'une extrémité de chromonéma. Par ailleurs des chromosomes retardataires sont fréquemment observés, ainsi que le phénomène de Cytomixie qui demeure l'anomalie la plus grave pour la vie de la cellule ; mais comme son extension est faible, ce phénomène n'a pas de profonde répercussion sur la plante.

BIBLIOGRAPHIE

- ERNST, W.R. - 1959. — Chromosome numbers of some Papaveraceae. Contr. Dudley Herb. 5, 137-139.
- LARSEN, K. - 1954 a. — Chromosome numbers of some European flowering plants. Bot. Tidsskr. 50, 163-174.
- SUGIURA, T. - 1931. — A list of chromosome numbers in angiospermous plants. Bot. Mag. Tokyo 45, 353-355.
- 1936 b. — Studies on the chromosome numbers in higher plants, with special reference to cytokinesis. I. Cytologia 7, 544-595.
- 1940 c. — Chromosome studies on Papaveraceae with special reference to the phylogeny. Cytologia 10, 558-576.

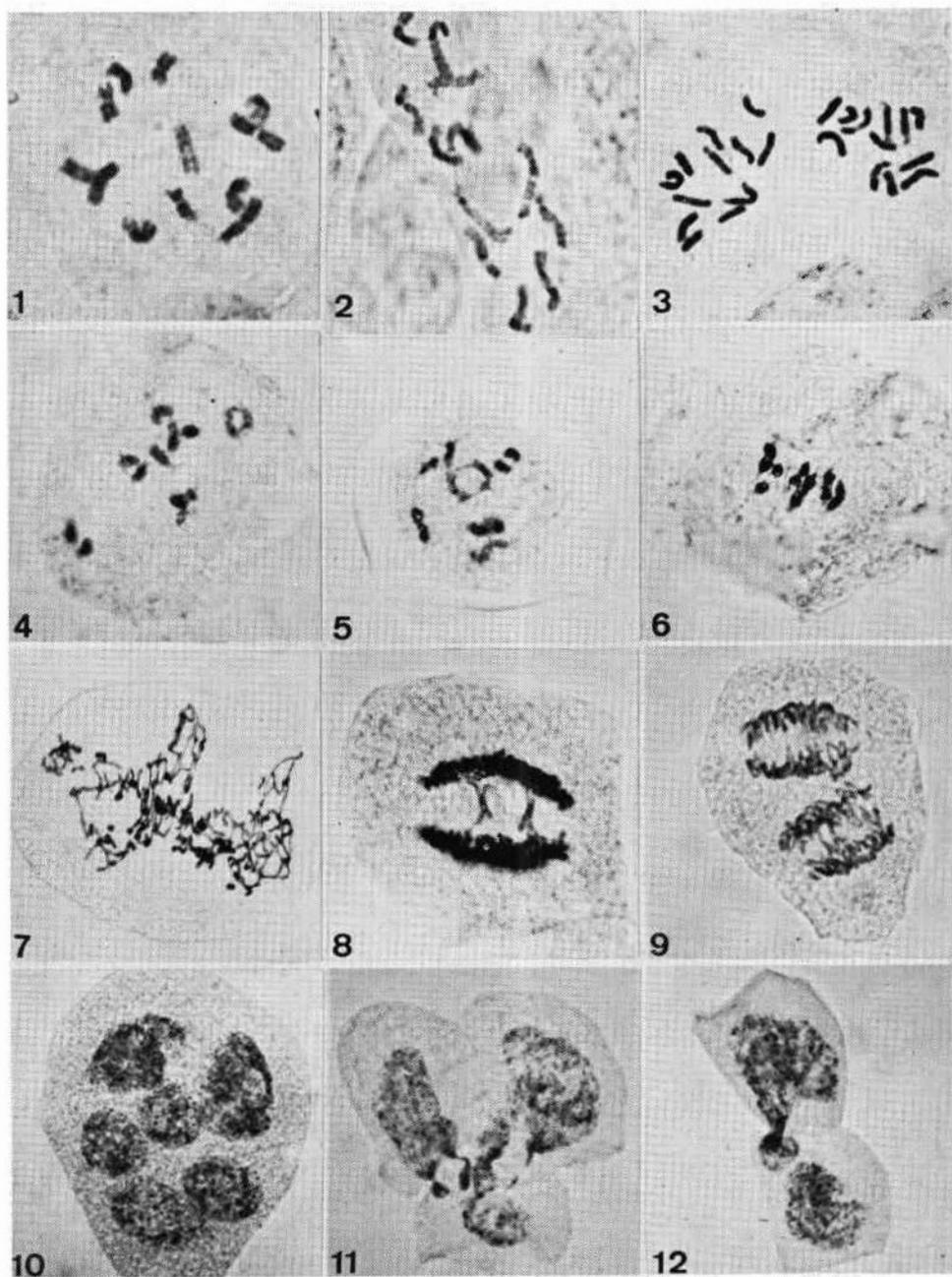


PLANCHE I

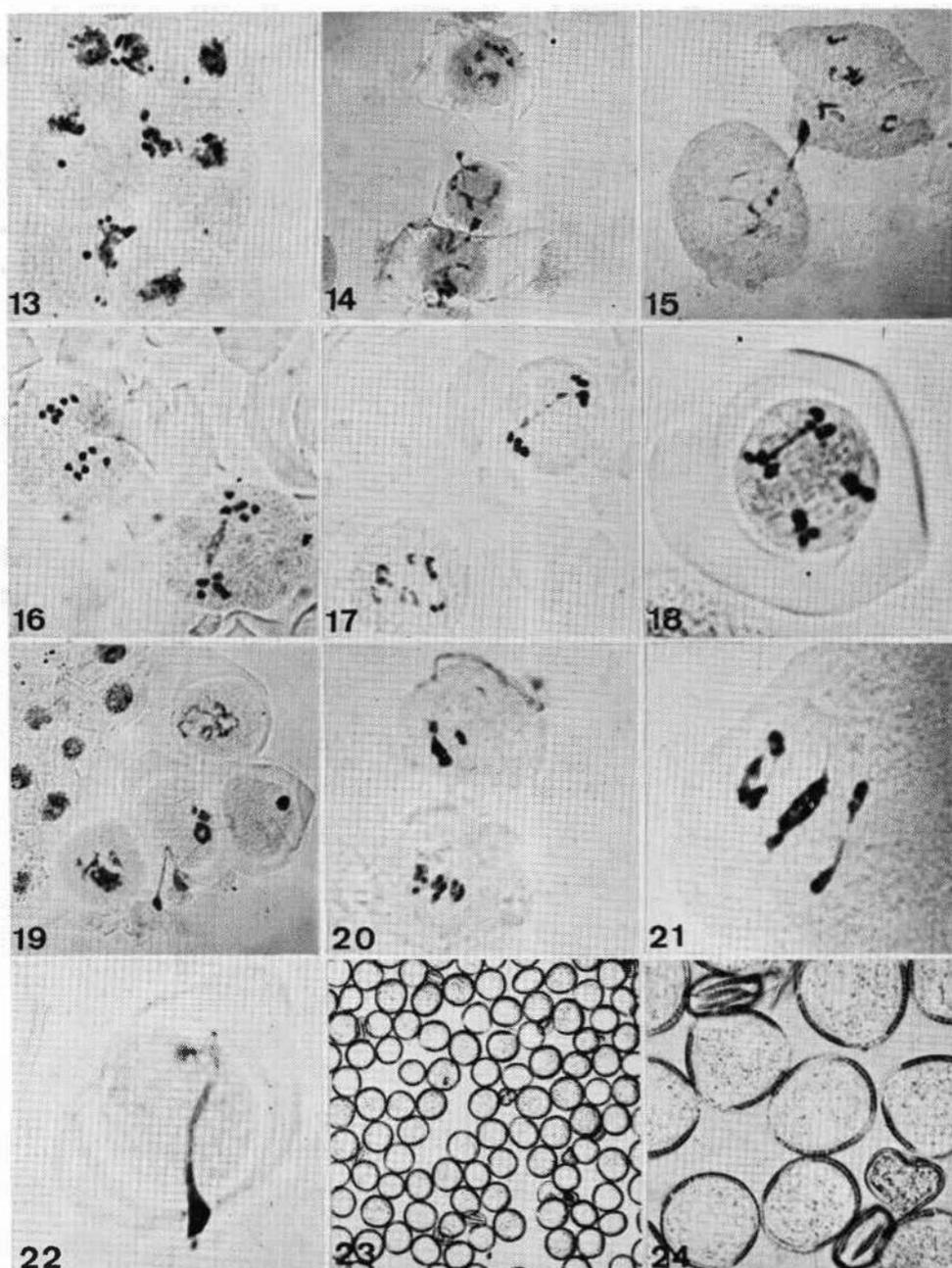


PLANCHE II

EXPLICATION DES PLANCHES

PLANCHE I. — *Mitose, Méiose et Endomitose.*

- 1-2 - Métaphases de mitose dans le tissu foliaire. $2n = 12$ chromosomes à centromères très visibles. Clivage longitudinal net ($\times 1.650$ et $\times 1.500$).
- 3 - Métaphases dans les tissus somatiques de l'anthere. Charge chromatique plus forte qu'en 1 et 2. Chromosomes dont l'extrémité du chromonéma n'est pas enroulée ($\times 1.100$).
- 4 - Diacynèse à $n = 6$ bivalents ($\times 1.200$).
- 5 - Diacynèse dont un bivalent est en forme d'anneau ($\times 1.100$).
- 6 - Métaphase I : 6 bivalents dont un en cours de disjonction. Deux fins tractus chromatiques réunissent encore les deux unités ($\times 960$).
- 7-12 - Cellules nourricières du tapis de l'anthere.
 - 7 - Pseudo-métaphase à disposition imparfaite des chromosomes dans le plan équatorial ($\times 550$).
 - 8 - Anaphase à chromosomes retardataires sur le fuseau ($\times 550$).
 - 9 - Anaphase de cellule binucléée ($\times 700$).
 - 10 - Cellule octonucléée ($\times 620$).
- 11-12 - Cytomixie : extrusions nucléaires dans les cellules contiguës ($\times 500$ et $\times 430$).

PLANCHE II. — *Cytomixie et retards anaphasiques dans les cellules-mère ; pollen.*

- 13 - Cytomixie dans un massif de cellules-mère au stade pachytène ($\times 540$).
- 14 - Cellules altérées en bas ; cellule saine en haut ($\times 400$).
- 15 - Passage de chromatine entre cellules-mère contiguës ($\times 800$).
- 16 - Anaphase I normale à $n = 6$ chromosomes à chaque pôle et anaphase I perturbée par le grand bivalent non disjoint ($\times 600$).
- 17 - Anaphase I avec deux chromosomes retardataires sur le fuseau ($\times 540$).
- 18 - Anaphase II : pôles reliés par un pont chromatique ($\times 1.100$).
- 19 - Cellules-mère inégalement altérées ($\times 420$).
- 20 - Cellule-mère normale (6 bivalents individualisés) en bas ; cellule-mère à bivalents agglutinés en haut ($\times 600$).
- 21 - Métaphase I à trois bivalents agglutinés ($\times 1.280$).
- 22 - Cellule-mère dont la chromatine s'épanche à l'extérieur à travers la coque ($\times 1.000$).
- 23 - Pollen à grains pleins hétérogènes et à grains vides en faible pourcentage ($\times 120$).
- 24 - Détail des grains pleins et des grains vides ($\times 380$).

NOTULE BRYOLOGIQUE POUR LE PAYS DE MONTREUIL

par J.-R. WATTEZ (*)

Cette courte publication se présente comme un complément au travail plus important, présenté il y a quelques mois dans le Bulletin de la Société de Botanique du Nord de la France, (p. 29 à 48, t. XXI, n° 1, 1968), et intitulé : « Aperçu sur la végétation bryophytique du Montreuillois ». Ayant eu l'occasion durant l'été 1968 de découvrir dans cette région plusieurs Muscinées intéressantes, il m'a paru opportun de les ajouter à la liste antérieurement publiée et, par la même occasion, d'indiquer en quels biotopes, j'ai pu les observer.

HEPATIQUES

ANTHOCEROS PUNCTATUS L. et *RICCIA GLAUCA* L.

Sont abondants dans un champ humide établi sur des sédiments sablonneux-siliceux à la Caloterie.

L'une comme l'autre de ces deux espèces n'ont été que rarement signalées dans le Nord de la France.

Notons que *Pottia truncata* est probablement la mousse la plus commune que l'on observe en compagnie de ces deux Hépatiques.

Anthoceros punctatus existe également sur le pourtour des pannes humides de dunes à Merlimont où il s'observe sur un substrat sablonneux humifère, en compagnie de *Riccardia pinguis* et surtout de peuplements assez denses et homogènes d'une minuscule Primulacée : *Centunculus minimus* (dont le développement a été facilité par l'humidité de l'été 1968).

Anthoceros et *Centunculus* contribuent à définir une association végétale décrite par W. KOCH en 1926 : le *Centunculeto-Anthoceretum* que l'on range dans l'alliance du *Nano-Cyperion* et l'ordre des *Isoetalia*.

(*) Séance du 13 novembre 1968.

CEPHALOZIA MEDIA LINDB.

Se développe parmi les Sphaignes des landes à bruyères humides du bois Saint-Josse ; il semble bien que cette espèce soit la seule Hépatique croissant en ce milieu au pH nettement acide (de 4 à 5). *Odontoschisma sphagni*, *Mylia anomala*, etc., espèces pourtant caractéristiques de tels biotopes n'y ont en effet jamais été observées. *Cephalozia media* n'est pas signalée dans le Catalogue de GENEAU DE LA MARLIÈRE et F. ROSE ne la cite pas davantage dans son Catalogue des Bryophytes du Nord de la France.

TRICHOCOLEA TOMENTELLA (EHRH.) DUM.

Cette élégante Hépatique a été trouvée sur le pourtour d'une souche ombragée, baignant dans l'eau d'un petit ruisseau (d'eau oligotrophe) serpentant dans le bois de Saint-Josse. Cette espèce, commune en montagne, n'avait été signalée que deux fois jusqu'à ce jour dans la partie Ouest du Nord de la France : par le Dr F. ROSE en forêt de Desvres (1963) et par M. L. DURIN en forêt de Vaux-Andigny (1965).

SPHAIGNES

SPHAGNUM SQUARROSUM CROME.

Espèce sciaphile, *Sphagnum squarrosum* forme des peuplements assez denses et homogènes sous le couvert épais d'un faciès acidocline de l'Aulnaie que l'on observe, bien développée, dans les petits talwegs du bois de Saint-Josse : elle s'y développe sur un substrat fangeux où la grande Prêle (*Equisetum maximum*) prend bien souvent un développement considérable.

SPHAGNUM RECURVUM P. BEAUV.

N'est pas rare dans les sources, les zones de suintement ainsi qu'en certains petits bassins longuement inondés existant sur le parcours des quelques ruisseaux du bois de Saint-Josse. Plante sciaphile également, on ne l'observe qu'en des sites très ombragés.

MOUSSES

DICRANUM SPURIUM HEDW.

Cette rare espèce forme de petites plages, à la superficie bien minime, dans les landes à bruyères relativement humides de cette partie du bois de Saint-Josse que l'on nomme « le Bois du Roi » ; elle se développe sous les rameaux enchevêtrés de la Bruyère (qui la cachent d'ailleurs) au niveau du faciès asséché de l'*Ericetum tetralicis*. Il semble que cette mousse n'ait jamais été signalée (que ce soit par GENEAU DE LA MARLIÈRE ou par F. ROSE), dans la partie ouest du Nord de la France, ses stations les plus proches étant situées dans le Laonnois.

CINCLIDOTUS FONTINALOIDES (HEDW.) P. BEAUV.

Il est curieux de constater que cette espèce qui n'a pourtant rien d'exceptionnel n'a été que très rarement observée dans le Nord de la France : quelques stations en Picardie dans la vallée de la Somme (de VICQ et GONSE au XIX^e siècle). Il me paraît intéressant, de ce fait, de signaler une belle station de cette plante à Neuville-sous-Montreuil, sur le bord de la Canche. *Cinclidotus* s'y développe sur la maçonnerie d'une petite écluse, en un lieu périodiquement inondé.

SPLACHNUM AMPULLACEUM HEDW.

N'avait jamais été signalée jusqu'à ce jour semble-t-il dans le Pas-de-Calais et la Somme. Or, récemment, M. BON et moi-même en avons découvert une petite touffe (fort bien fructifiée) dans les pâturages très humides aménagés dans les tourbières de Sailly-Bray près de Noyelles. C'est là un biotope idéal pour cette espèce le plus souvent saprophyte d'excréments animaux anciens et que l'on trouve principalement, indique WATSON, dans les « tourbières au peuplement végétal ouvert » des régions collinéennes ou montagneuses ; sa présence dans notre région valait donc d'être notée.

Insistons brièvement sur l'intérêt présenté par le marais de Sailly-Bray où s'observe un remarquable faciès du *Cladietum Marisci* « *Sphagnetosum* », défini par la présence de volumineux bombements de Sphaignes mêlées d'*Aulacomnium palustre* ; cet ensemble phytosociologique qu'il n'est pas courant de rencontrer semble devoir mériter une étude attentive, en particulier quant à son écologie.

MNIUM LONGIROSTRUM BRID.

Existe sur le sol d'un sentier tracé dans les ruines de l'abbaye de Dommartin à Tortefontaine (P.-de-C.), tandis que sur les murailles humides s'étaient diverses mousses habituellement rencontrées sur les vieux murs telles *Homalothecium sericeum*, *Hypnum cupressiforme*, *Brachythecium rutabulum*, *Barbula* div. sp., *Mnium longirostrum* paraît méconnue et devrait pouvoir être revue çà et là dans les bois humides (elle existe d'ailleurs en forêt de Desvres).

BIBLIOGRAPHIE

- AUGIER J. - 1966. — Flore des Bryophytes. *Encyclopédie biologique*, P. Lechevalier, éditeur.
- Abbé BOULAY - 1904. — Muscinées de la France. *Hépatiques*. Deuxième partie, P. Klincksieck éd. Paris.
- DISMIER G. - 1927. — Flore des Sphaignes de France. *Archives de Botanique*, t. I, mémoire 1.
- DOUIN M. — Nouvelle flore des Mousses et des Hépatiques. Librairie gén. de l'enseignement.
- EVARD J.C. - 1967. — Ecologie des Bryophytes de la région de Bourg-Fidèle (plateau de Rocroi, Ardennes, France). *Bull. Soc. Bot. Nord France*, t. XX, n° 2, p. 73.
- DURIN L., R. LERICQ et C. MARCHANT-GRANSARD - 1965. — La forêt domaniale de Vaux-Andigny, Aisne. *Bull. Soc. Bot. Nord France*, t. XVIII, n° 3, p. 165.
- GENEAU DE LA MARLIÈRE L. vers 1895. — Catalogue des Cryptogames vasculaires et des Muscinées du Nord de la France. P. MERSCH, Paris.
- HUSNOT T. - 1884-1890. — *Muscologia gallica* ; description et figures des Mousses de la France, Paris.
- OBERDORFER E. - 1962. — Pflanzensoziologische Exkursionsflora für Süd-deutschland G.E. Ulmer Verlag.
- ROSE F. - 1968. — Contribution pour une Flore des Bryophytes du Nord de la France. *Soc. Bot. de France*. Compte rendu de la 90^e Session Extraordinaire dans le Nord de la France.
- WATSON E.V. - 1955. — *British Mosses and Liverworts*. Cambridge University Press.
- WATTEZ J.-R. - 1968. — Aperçu sur la végétation bryophytique du Montreuillois. *Bull. Soc. Bot. Nord France*, p. 29 à 48, t. XXI, n° 1.

*Travail du Laboratoire de Botanique
de la Faculté mixte de Médecine et
de Pharmacie de Lille.*

LES GROUPEMENTS VEGETAUX ET L'ENDEMISME EN CORSE

par Th. DUBOIS et P. TOMBAL (*)

Au cours de la 95^e Session Extraordinaire de la Société Botanique de France en Corse, dirigée par M. DELEUIL, nous avons pu observer un certain nombre de paysages végétaux dont nous présentons les aspects les plus caractéristiques, en commentant un ensemble de diapositives.

Après avoir rappelé les données géographiques, géologiques, climatiques et humaines relatives à l'île, nous donnons un aperçu de la végétation de la côte occidentale : plages sableuses de l'Ostriconi et du Baracci, presqu'île de la Parata, calanques de Porto. Ensuite, nous montrons successivement la ceinture méditerranéenne du chêne vert (*Quercus Ilex*) et ses différents stades de dégradation (maquis), puis la végétation de l'étage montagnard constituée par de magnifiques futaies de *Fagus silvatica* et de *Pinus laricio* ssp. *corsica*, enfin une vue très partielle de l'étage sub-alpin avec son aulnaie à *Alnus viridis* ssp. *suaveolens*.

Puis, nous abordons le problème de l'endémisme insulaire animal et végétal. Les données paléontologiques et géologiques permettent de penser que la Corse s'est isolée progressivement au cours du Pliocène entre moins 10 et moins 1 millions d'années. Ce temps a suffi pour provoquer la dérive génique de quelques centaines d'espèces dont les affinités sont européennes ou africaines. On peut distinguer les micro-endémiques, très proches encore d'espèces continentales (Ex. : *Pinus laricio* ssp. *corsica*, *Saxifraga pedemontana* ssp. *cervicornis*, etc...), et les macro-endémiques, « bonnes espèces », à distinction morphologique plus ou moins accusée, propres à la Corse seule, ou à la Corse et à d'autres îles, vestiges du continent tyrrhénien antépliocène. (Ex. : *Linaria hepaticæfolia*, *Nathecium reverchoni*, *Pinguicula corsica*, etc..). Cependant, la minceur des différences morphologiques entre endémiques linnéennes et espèces continentales proches fait apparaître fortement l'intérêt d'un contrôle du critère génétique d'interstérilité impliqué dans la notion d'espèce.

(*) Séance du 11 décembre 1968.

LA VEGETATION D'UN SECTEUR DE L'ARTOIS :

LE HAUT-PAYS

(La région d'Embry ; Pas-de-Calais)

par A. GHESTEM et J.-R. WATTEZ (*)

La région dont nous avons entrepris l'étude est située au Sud-Ouest des collines d'Artois et correspond à la partie méridionale de ce qu'il est courant d'appeler dans cette région : « *Le Haut-Pays* ». Les limites approximatives de ce quadrilatère sont, d'une part, la vallée de la Canche entre Hesdin et Montreuil et, d'autre part, les villes d'Hucqueliers au Nord-Ouest et de Fruges au Nord-Est ; niché dans un vallon pittoresque et verdoyant, le village d'Embry en est le centre géographique.

PREMIERE PARTIE : GENERALITES

A) Etude géographique et situation du Haut-Pays

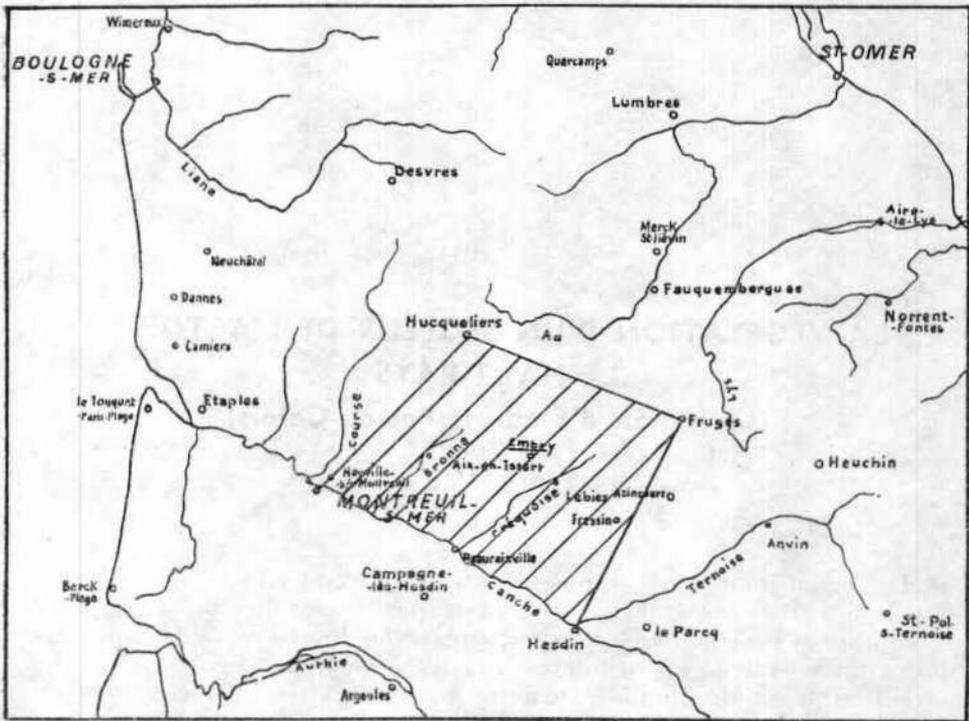
Les bombements de l'Artois appartiennent à un faisceau parallèle d'anticlinaux S.E.-N.W. séparés par des synclinaux qui sont ceux de la Somme, de l'Authie et de la Canche.

Ces plis sont recoupés par un système transversal moins accentué mais qui a provoqué en quelque sorte un quadrillage du relief, relief assez accusé d'ailleurs (les fortes côtes ne manquent pas !).

Dans les vallées d'orientation N.E.-S.W. coulent parallèlement les affluents de la Canche tels la Ternoise, la Planquette, la Créquoise, la Bronne et la Course.

L'anticlinal de l'Artois constitue ce qu'il est convenu d'appeler les « Hautes-Terres ». Celles-ci sont entourées, sur le versant Sud, par la Picardie, à l'Ouest, par le Boulonnais et, sur les versants Nord et Est, par le Ternois.

(*) Séance du 11 décembre 1968.



Localisation géographique de la dite - (Partie Sud du Haut-Pays)

La crête de l'Artois orientée N.W.-S.E. s'allonge sur près de 100 km entre Guines et Bapaume.

Son altitude varie de 130 m à 212 m, près de Desvres, point culminant du département du Pas-de-Calais.

A l'Ouest, la chaîne des collines d'Artois se scinde en deux branches qui encadrent le Boulonnais et l'isolent des autres régions du Nord de la France. La branche méridionale (ou crête de Tingry) atteint 181 m au mont Violette près de Nesles, tandis que vers le Nord, la crête de Landrethun ne dépasse pas 163 m au signal de Fiennes ; elle s'achèvera peu après au cap Blanc-Nez.

La partie centrale de ces Hautes-Terres est celle qui nous intéresse plus particulièrement ; elle est séparée approximativement en deux parties par le cours moyen de la Ternoise, un affluent de la Canche :

- sur la rive gauche, le Ternois (région de St-Pol-sur-Ternoise) et,
- sur la rive droite, le Haut-Pays (région d'Hucqueliers).

B) Géomorphologie et géologie

Les plateaux sont généralement recouverts par une fine couche de limon pléistocène recouvrant un sol d'un brun-rouge, très argileux, ren-

fermant en outre des silex (*) assez volumineux remaniés et patinés. Mais, il peut arriver que n'existe pas la couche superficielle de limon ; de tels terrains portent le nom de « terres à bief » ; lourds, compacts, et par trop chargés de silex ils sont très difficiles à cultiver et ne portent que des cultures de qualité moyenne. L'argile à silex recouvre des surfaces assez importantes ; son épaisseur moyenne est d'environ 40 cm.

La craie demeure cependant partout présente ; on lui connaît deux aspects :

— La craie sénonienne blanche forme la base des plateaux recouverts d'argile à silex et de limon ; de tout temps elle fut exploitée et utilisée comme marne d'amendement. Elle porte parfois de belles pelouses calcaires où s'installent volontiers les genévriers.

— La craie marneuse à *Micraster breviporus* est souvent recouverte par le limon de lavage issu des plateaux ; s'y installent les pelouses humides de pente pâturées par les ovins et les bovins.

Les fonds de vallées sont occupés par les alluvions des rivières et des ruisseaux. Il s'agit de limons argileux jaunes, gris ou noirs et souvent tourbeux.

L'existence dans les vallées de prairies et de vergers installés sur ces limons riches donne au pays un aspect bocager. Les prairies sont plantées de pommiers à cidre dont la culture est très ancienne dans l'arrondissement de Montreuil. La présence dans les celliers de pressoirs monumentaux à grosses vis en bois indique d'ailleurs qu'il y a bien longtemps que l'on boit du cidre dans cette région du Pas-de-Calais !

Enfin sur les crêtes existent des bois qui sont les restes d'un grand ensemble forestier assurant jadis la liaison entre les forêts actuelles d'Hesdin et de Desvres : ce sont les bois de Créquy, de Fressin, de Lebiez et de Bimont, etc...

C) Climatologie

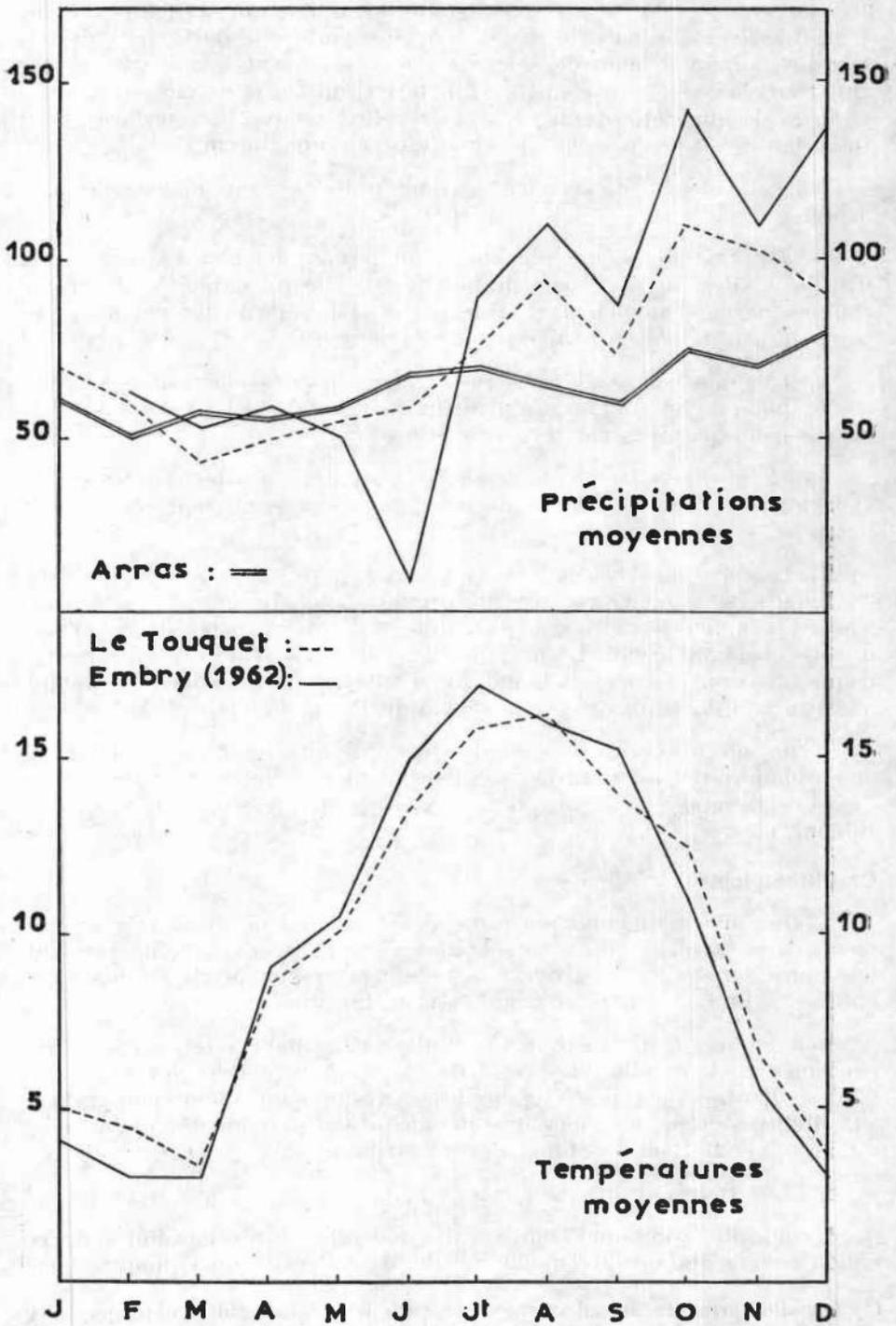
Les archives climatologiques n'existant pas (ou de façon très incomplète) dans la région précisément étudiée, nous avons procédé pendant une année (année 1962) au relevé des températures et précipitations journalières à Embry, centre géographique de la dition.

Ces données n'ont assurément qu'une valeur toute relative car on ne peut mettre en parallèle les résultats d'une année et les moyennes établies en d'autres stations sur de nombreuses années mais leur comparaison aux archives climatologiques de référence du département nous a aidés à déterminer le type du climat de cette région.

1°) LES TEMPERATURES

L'étude du graphique comparatif des températures moyennes de la région côtière (station du Touquet) et du Haut-Pays (Embry) montre bien

(*) Les silex arrachés au sol et ramassés dans les champs ont longtemps servi de matériaux d'empierrement ou de construction de murs.



les caractéristiques climatiques de ces deux régions, distantes seulement de 25 à 30 km.

— climat maritime classique pour le Touquet,

— climat plus continental pour le Haut-Pays (dont le relief est aussi plus accusé).

En effet d'octobre à mars, les températures moyennes sont plus élevées sur la côte qu'à Embry. En mars et avril, elles sont pratiquement identiques. Enfin, d'avril à septembre, les températures moyennes sont plus élevées à l'intérieur qu'au bord de la mer.

2) LES GELEES

Le nombre de jours de gelée dans le Haut-Pays est d'environ 50 à 60 répartis d'octobre à mai. Quant au nombre de jours de fortes gelées (à -5°), il est seulement d'une dizaine.

La période dangereuse pour la végétation s'étend de mars à mai. Pendant cette période, le nombre de nuits à gelées blanches ou « rimées » est de 10 à 15.

Il survient aussi parfois, de très fortes gelées hivernales qui peuvent même détruire les blés. Le dégel est dans cette région très lent, et très progressif.

3°) LES PRECIPITATIONS

C'est avec le relief et la géologie l'un des facteurs essentiels déterminant la nature de la végétation. Les précipitations ont lieu surtout sous forme de pluies et d'orages (au printemps et en été), mais aussi sous forme de neige (l'hiver).

L'altitude relativement importante entraîne des pluies abondantes et le relief joue un rôle essentiel dans la répartition de pluies.

Le Haut-Pays correspond en effet à la *zone de plus grande pluviosité* du département et même de l'extrême Nord de la France.

(plus de 1.000 mm par an)

— Desvres (alt. 212 m)	1.129 mm
— Hucqueliers (alt. 150 m)	1.096 mm
— Embry (alt. 85 m)	1.050 mm

Autour de celle-ci s'observe une *zone de 900 mm*

— Fruges (alt. 122 m)	977 mm
— Hesdin-Marconnelle	946 mm

Puis une *zone de 800 mm*

— Montreuil-Sorrus	874 mm
— Le Touquet (la côte)	854 mm

Et enfin, la *zone de l'intérieur*

— Arras	752 mm
---------------	--------

Nous avons consigné sur un graphique les précipitations relevées à Embry au cours de l'année 1962 et pouvons ainsi noter que la période la plus sèche dans la région s'observe au printemps : de février à juin. A l'opposé, les mois les plus humides seront durant l'été, l'automne et l'hiver ceux d'août, d'octobre, de décembre et de janvier.

Si l'on compare maintenant sur le graphique des précipitations les tracés correspondant à trois stations : la côte (Le Touquet), l'intérieur (Arras) et le Haut-Pays (Embry) nous pouvons remarquer :

1° Que l'amplitude entre le mois de plus humide et le mois le plus sec est maximum sur la côte (Le Touquet) alors que dans l'intérieur des terres (Arras) les écarts sont notablement atténués, la répartition des pluies au cours de l'année étant quasi uniforme.

2° — Les courbes du Touquet et d'Embry se superposent à peu de choses près dans l'ensemble (mis à part le cas de juin 1962, très sec à Embry) et indiquent des variations nettes correspondant aux saisons ; les différences résident dans la hauteur d'eau tombée, toujours supérieure dans le Haut-Pays du fait de l'altitude et du relief plus tourmenté.

3° — En dépit de son éloignement relatif de la zone côtière, la région du Haut-Pays possède cependant le même climat maritime atlantique.

De ces abondantes précipitations résulte une assez forte érosion qui a fait disparaître le limon recouvrant les plateaux et laissant subsister en surface l'argile à silex et la craie marneuse sur les versants.

4° LES ORAGES

On compte chaque année un grand nombre d'orages qu'attirent les crêtes boisées. La plupart éclatent entre mai et août (les plus nombreux en juin et en août).

La grêle est rare dans la région.

5° LA NEIGE

On note 10 à 20 jours d'enneigement par an ; ils se situent le plus souvent en décembre, en janvier et aussi en février. La neige tombe alors en abondance et bien souvent perturbe la circulation sur les routes car le vent aide à la formation de véritables bancs de neige : les congères ; ceux-ci sont très fréquents sur les plateaux comme celui de Maninghem-au-Mont (altitude 196 m). Seules les routes des vallées sont déblayées périodiquement par les chasse-neige qu'improvisent les habitants, mais les chemins plus accidentés ne seront rendus à la circulation qu'après des semaines d'attente, lorsque le dégel, qui est très lent sur le Haut-Pays, s'amorce vraiment

6° LES BROUILLARDS

Le nombre de jours de brouillard est approximativement de 50 par an. Ils sont le plus souvent matinaux et répartis presque uniformément dans l'année.

Le maximum se situe de novembre à février, le minimum en septembre et en octobre. Il semble donc que le Haut-Pays (et plus particulièrement la région d'Embry) connaisse d'assez nombreuses journées brumeuses et aussi fraîches ainsi qu'en témoigne un dicton local assez connu :

« c'est un brouillard d'Embry
qui mouille et qui fraîquit ! »

7°) LES VENTS

Les vents de secteur Ouest-Sud-Ouest l'emportent à toute époque de l'année ; ensuite viennent ceux d'Est-Nord-Est, mais avec une fréquence moitié moindre. Les premiers vont amener les nuages de la mer et la pluie, tandis que le vent d'Est dégagera le ciel et fera s'abaisser nettement la température en hiver (froid sec).

En conclusion, la région du Haut-Pays par son relief assez accusé, possède un climat relativement rude et très pluvieux. Les grandes différences floristiques avec les régions voisines (Boulonnais, Montreuillois et Ternois) seront influencées par le relief et du fait de l'existence d'assises géologiques très diverses.

La nature du substrat (argiles, craies marneuses) et la grande pluviosité qui entraîne un important lessivage des sols expliqueront donc la relative pauvreté des différents milieux végétaux que nous nous proposons d'étudier dans la seconde partie.

D) **Physionomie du Paysage végétal dans le Haut-Pays**

La physionomie du paysage végétal dans le Haut-Pays est suffisamment bien définie pour être décrite brièvement, en préambule à l'étude des groupements végétaux. De prime abord, le contraste est frappant entre les vallées verdoyantes, assez profondes dont les versants ont une pente relativement forte et le plateau, à peine ondulé, dans le socle duquel elles ont été creusées.

Sur ce plateau, se voient, çà et là, quelques massifs forestiers isolés parmi les champs de céréales et de betteraves. Le fond des vallées, par contre, est occupé par de verts pâturages au milieu desquels serpente un assez modeste ruisseau.

Tout particulièrement intéressants sont les coteaux calcaires qui bordent ces vallées. S'y remarque une certaine interpénétration des groupements végétaux : cultures à la base, pelouses herbeuses à mi-pente ; broussailles et fourrés, formant un véritable pré-bois, annoncent d'autre part vers le sommet le passage à la végétation forestière, le plus souvent dominée par le hêtre.

Retenons par conséquent combien le paysage végétal du Haut-Pays est différent de ceux de la plaine picarde ou des régions bocagères, telles que, l'Avesnois et le Bas-Boulonnais.

DEUXIEME PARTIE : ETUDE DE LA VEGETATION

Une fois précisés, les traits essentiels du relief, de la géologie et de la climatologie du Haut-Pays, puis décrite la physionomie du paysage végétal de cette région, venons-en à l'étude des principaux groupements végétaux : forestiers et de pelouses calcaires essentiellement que l'on peut observer dans la région. Précisons qu'il ne s'agit pour l'instant que d'une esquisse et que chaque groupement sera décrit non pas à l'aide d'un tableau phytosociologique mais plus simplement avec un relevé de végétation bien choisi.

A) La végétation forestière

Le choix de la région d'Embry pour étudier la nature du couvert forestier dans cette partie des collines d'Artois que l'on appelle le Haut-Pays s'est révélé judicieux car, subsistent à peu de distance de ce village des superficies boisées assez conséquentes, tels les bois de Fressin, Créquy, Lebiez ainsi que, çà et là, quelques boqueteaux à la surface plus limitée. Juchés le plus souvent sur le faite des collines ou encore accrochés à flanc de coteau, ces bois donnent un certain charme au paysage vallonné de cette région.

1°) DEUX ASPECTS D'AGE DIFFERENT DU FACIES NEUTROPHILE DE LA HETRAIE MESOTROPHE

A) Faciès âgé installé vers le sommet d'un vallon à Bimont

200 m² - pente : 10 % vers le nord-ouest - le sol est un mull calcaïque

a) peuplement ligneux

A : 25 m - 75 %

Fagus silvatica 3-2

Hedera Helix x

a : 2 m - 15 %

Fraxinus excelsior x

Crataegus oxyacantha 1-2

Mespilus germanica x

Lonicera Periclymenum x

b) tapis herbacé 100 %

Mercurialis perennis 5-5

Vinca minor 2-3

Arum maculatum 1-1

Hedera Helix x-2

Anemone nemorosa x

Rubus sp. x-2

Cette belle futaie de Hêtres à la strate arbustive assez pauvre voit se développer en sous-bois un tapis d'une remarquable homogénéité de Mercuriales, mêlées de petites Pervenches ; notons que celles-ci forment, çà et là, au sein de ce groupement de petites plages au peuplement très pur (ex. *Vinca minor* 4-4). La grande vigueur de ces deux plantes neutrophiles s'explique par la nature du substrat formé de craie blanche, caractéris-

tique des collines d'Artois ; ce tapis de mercuriale empêche d'autre part le développement de la jacinthe des bois qui peut être localement abondante, à peu de distance.

Une telle futaie que DURIN, GEHU et collaborateurs ont fréquemment observée « sur les collines côtières très arrosées » (ce qui est bien le cas à Bimont) correspond à la sous-association à Mercuriale de l'*Endymio-Fagetum*.

B) *Faciès plus jeune observé dans le bois Remipré à Bimont au sommet d'une pente*

250 m² - pente : 15 % vers l'ouest - le sol est également un mull calcaïque

a) peuplement ligneux

A : 90 % - 20 m

Fagus silvatica 4-2

Fraxinus excelsior 1-1

Carpinus Betulus x

a : 10 % - 6 m

Fagus silvatica 1-1

Fraxinus excelsior 1-2

Acer campestre 1-1

Hedera Helix 1-1

Ilex aquifolium x

Crataegus oxyacantha x

b) tapis herbacé 100 %

Mercurialis perennis 4-4

Asperula odorata 1-3

Endymion non scriptus x-2

Hedera Helix 2-3

Lamium Galeobdolon 2-3

Primula elatior 1-2

Arum maculatum 1-2

Euphorbia amygdaloides 1-1

Carex silvatica 1-1

Vinca minor x-2

Paris quadrifolia x-2

Listera ovata x

Milium effusum x

c) muscinées

Eurhynchium striatum, praelongnum, etc...

Cette futaie de Hêtres mêlée de Frênes se rapporte au même faciès à Mercuriale de l'*Endymio-Fagetum* dont elle représente un faciès plus jeune ; le Frêne est en effet une essence pionnière qui se réinstalle volontiers dans les clairières résultant d'une exploitation assez brutale de la Hêtraie.

Des analyses de sols effectuées en juillet 1968 en un site comparable : le bois de la Brayeuse à Embry (en deux endroits distincts) nous ont donné les résultats suivants :

humidité	30,4 % et 29,3 %
calcaire total	46 % et 56,4 %
humus	0,3 % et néant
carbone	5,7 % et 2,5 %
(M.O.)	9,85 % et 4,23 %

On notera surtout le taux élevé du calcaire total et la faible proportion de l'humus et dans une moindre mesure du carbone. Ces chiffres indiquent que nous sommes en présence d'une rendzine, profil caractéristique des groupements forestiers installés sur les pentes calcaires.

2°) LES FORMES DE DEGRADATION DE LA HETRAIE

A) *Taillis de charme*

Existant sur une pente dans le bois de Créquy. Espèce plus continentale, le charme apparaît cependant çà et là (parfois avec une certaine abondance) « dans les futaies issues d'une conversion des taillis sous futaie » ainsi que l'ont signalé DURIN, GEHU et collaborateurs.

200 m² - pente : 25 % vers le nord-est - le sol est un mull forestier

a) peuplement ligneux

A : 10 % - 15 m

<i>Carpinus Betulus</i>	1-2
<i>Fraxinus excelsior</i>	1-2

a : 90 % - 10 m

<i>Carpinus Betulus</i>	3-3
<i>Acer campestre</i>	2-3
<i>Corylus avellana</i>	2-3
<i>Crataegus oxyacantha</i>	2-2
<i>Fagus silvatica</i>	x
<i>Malus communis</i>	x

b) tapis herbacé 95 %

<i>Mercurialis perennis</i>	4-4
<i>Asperula odorata</i>	2-3
<i>Laminum galeobdolon</i>	3-3
<i>Primula elatior</i>	2-3
<i>Oxalis acetosella</i>	2-3
<i>Circaea lutetiana</i>	2-2
<i>Deschampsia caespitosa</i>	2-2
<i>Luzula pilosa</i>	2-2
<i>Viola silvatica</i>	2-2
<i>Arum maculatum</i>	2-1
<i>Paris quadrifolia</i>	2-1
<i>Geum urbanum</i>	2-1
<i>Carex silvatica</i>	1-2
<i>Sanicula europaea</i>	1-1
<i>Polystichum Filix mas</i>	x-2

c) muscinées

abondantes : *Eurhynchium striatum*, *praelongnum*,
Thamnium alopecurum, *Thuidium tamariscinum*

Cette liste des plantes observées appelle les commentaires suivants :

1°) L'abondance d'espèces telles que *Asperula odorata* indique que nous sommes en présence d'un groupement forestier (en l'occurrence un taillis âgé de charme sous réserve) dérivant d'une hêtraie.

2°) Il est cependant difficile de dire à quelle variante précise de l'*Endymio-Fagetum* il appartient. Ne voit-on pas cohabiter sur le sol :

D'une part :

<i>Primula elatior</i>	2-3
<i>Arum maculatum</i>	2-1
<i>Circaea lutetiana</i>	2-2

laissant supposer que nous sommes en présence de la variante neutrophile de la sous-association à circée de l'*Endymio-Fagetum*.

D'autre part :

Oxalis Acetosella, espèce indicatrice d'un faciès déjà plus acidocline, tandis que la mercuriale demeure abondante ainsi d'ailleurs que les plantes des *Fagitalia*.

Un tel relevé montre bien les difficultés pouvant se présenter quand il s'agit de définir la nature exacte de groupements de substitution issus de l'exploitation (pas toujours très heureuse peut-être !), des futaies de hêtre.

B) Peuplement de chênes et de charmes

Existant dans un bois situé vers le sommet d'un coteau dominant le village de Saint-Michel-sous-bois.

200 m² - pente : 15 % vers le sud-est - le sol est un humus doux établi sur un sol limoneux surmontant la craie.

a) peuplement ligneux

A : 15 m - 50 %

<i>Carpinus Betulus</i>	2-1
<i>Quercus pedunculata</i>	x
<i>Betula verrucosa</i>	x
<i>Hedera Helix</i>	x-2

a : 4 m - 70 %

<i>Carpinus Betulus</i>	x-2
<i>Corylus avellana</i>	3-3
<i>Betula verrucosa</i>	1-1
<i>Crataegus oxyacantha</i>	x-2
<i>Fraxinus excelsior</i>	x-2

<i>Fagus sylvatica</i>	x
<i>Prunus spinosa</i>	x
<i>Ilex aquifolium</i>	x-2
<i>Rosa arvensis</i>	x-2
<i>Lonicera Peryclimenum</i>	1-2

b) tapis herbacé 70 %

<i>Anemone nemorosa</i>	3-3
<i>Endymion nutans</i>	2-3
<i>Ficaria verna</i>	2-3
<i>Primula elatior</i>	1-1
<i>Lamium galeobdolon</i>	1-2
<i>Polygonatum multiflorum</i>	x-2
<i>Mercurialis perennis</i>	x-2
<i>Hedera Helix</i>	2-2

Le substrat argilo-limoneux observé en cet endroit a vraisemblablement joué un rôle important dans l'apparition de ce peuplement de Charme mêlés de Chênes (qui n'est pas pour autant une Chênaie-Charmaie !) où la jacinthe des bois, espèce indicatrice de l'atlantacité du climat, a pris un certain développement. Comme le précédent, ce groupement forestier dérive par dégradation d'un faciès (moins neutrophile que ceux précédemment décrits toutefois) de l'*Endymio-Fagetum*.

C) *Hêtraie « acidophile » à bouleaux*

Observée dans le bois de Créquy ; la plus grande partie de ce bois occupe une crête séparant les petites vallées de l'Embrienne et de la Créquoise. Cette butte relativement élevée (180 m), à l'échelle de cette région tout au moins !... est recouverte d'argile à silex que surmonte une fine couche de sédiments limono-sableux ; sur ce substrat appauvri en sels minéraux s'observe une végétation forestière plus acidocline.

250 m² - terrain plat

a) peuplement ligneux

A : 15 m - 40 %

<i>Quercus pedunculata</i>	2-2
----------------------------	-----

a : 7 m - 80 %

<i>Corylus avellana</i>	3-3
<i>Betula verrucosa</i>	1-2
<i>Carpinus Betulus</i>	1-2
<i>Alnus incana</i>	x-2
<i>Hedera Helix</i>	x
<i>Lonicera Periclymenum</i>	x-2

b) tapis herbacé 70 %

<i>Stellaria Holostea</i>	3-3
<i>Polystichum Filix mas</i>	2-2
<i>Lysimachia nemorum</i>	1-3
<i>Ajuga reptans</i>	x-2

<i>Lamium galeobdolon</i>	1-2
<i>Pteridium aquilinum</i>	2-2
<i>Polystichum dilatatum</i>	1-1
<i>Oxalis acetosella</i>	2-3
<i>Luzula pilosa</i>	1-1
<i>Holcus mollis</i>	2-3
<i>Rubus sp.</i>	1-2

c) Muscinées 30 %

Mnium hornum, *Dicranum scoparium*, *Thuidium tamariscinum*, *Hypnum cupressiforme* ; sur une souche : *Campylopus flexuosus*, espèce rare dans le Nord de la France.

Un tel groupement ne saurait être rattaché à l'alliance du *Quercion* ; il s'agit plutôt d'un *Carpinion* secondaire issu de l'exploitation en taillis d'une Hêtraie.

En effet le Hêtre est un arbre qui « ne rejette pas de souche » et qui disparaît de ce fait lorsque l'exploitation de la végétation forestière se fait à un rythme trop rapide ; le Charme, le Noisetier et aussi le Chêne l'y remplaceront.

Il est très vraisemblable même que ce taillis de substitution dérive d'un faciès sub-acidocline de l'*Ilici-Fagetum* comme l'indique la présence du Houx à peu de distance du relevé effectué et d'autre part l'abondance de la Fougère aigle et de la Houlque molle en sous-bois.

3°) LA FRENAIE-ORMAIE A SCOLOPENDRE

A été notée à Lebiez sur les pentes abruptes situées de part et d'autre d'un chemin profondément encaissé. Le sol y est argilo-calcaire ; les silex y abondent ; l'humus est un mull calcique.

30 m² - pente : 70 % vers le nord-est

a) peuplement ligneux

A : 20 m - 40 %

<i>Fagus silvatica</i>	1-2
<i>Fraxinus excelsior</i>	1-1
<i>Hedera Helix</i>	1-1
<i>Ulmus campestris</i>	1-2

a : 4 m - 20 %

<i>Corylus avellana</i>	1-2
<i>Ilex aquifolium</i>	x-2
<i>Fagus silvatica</i>	x
<i>Crataegus oxyacantha</i>	x
<i>Acer pseudoplatanus</i>	x

b) tapis herbacé 90 %

<i>Scolopendrium officinale</i>	2-3
<i>Ficaria verna</i>	3-4
<i>Lamium galeobdolon</i>	2-2

<i>Adoxa Moschatellina</i>	1-2
<i>Viola silvestris</i>	1-1
<i>Arum maculatum</i>	x-2
<i>Ranunculus auricomus</i>	x-2
<i>Milium effusum</i>	x-2
<i>Hedera Helix</i>	1-2
<i>Anthriscus silvestris</i>	x-2
<i>Galium aparine</i>	2-3

c) Muscinées

Abondantes : *Thamnium alopecurum*, *Eurhynchium striatum*, *Hypnum cupressiforme*, *Plagiothecium denticulatum*.

Un tel groupement se rattache indéniablement au *Scolopendrieto-Fraxinetum* décrit par SCHWICKERATH en 1944, encore appelé *Acero-Fraxinetum* par W. KOCH en 1926.

On notera que les fougères *Aspidium aculeatum* et *Aspidium setiferum* qui font partie de ce groupement, si elles ne sont pas indiquées en ce site, existent cependant, çà et là, en des biotopes assez voisins : dans un fossé encaissé du bois Hubert par exemple.

Remarquons la persistance du Hêtre en ce site ce qui montre bien la parenté de ce groupement avec la Hêtraie.

4°) REMARQUE : LES RIDEAUX, LES FOURRES

Il est toujours intéressant de noter quels sont les arbres que l'on peut observer dans les taillis, les fourrés, les buissons, les haies touffues et mal entretenues. Ces biotopes sont en effet des îlots de recolonisation forestière primitive qu'il ne faut pas négliger de décrire. Parmi les arbustes s'y développant, citons :

Fraxinus excelsior
Crataegus oxyacantha
Cornus sanguinea
Prunus avium et *P. spinosa* (ce dernier, fréquent)
Acer campestre et *A. pseudo-platanus*
Carpinus Betulus
Ligustrum vulgare
ainsi que les lianes :
Clematis Vitalba
Solanum Dulcamara
Lonicera Peryclimenum
Tamus communis

De semblables taillis doivent être rangés dans l'ordre des *Prunetalia*.

Notons que nous n'avons pas observé sur les lisières bien exposées des bois le Cornouillier mâle (*Cornus mas*) qui est pourtant assez commun en de tels sites dans les vallées de la Canche (forêt d'Hesdin) et de l'Authie (forêt de Labroye).

Une place à part doit d'autre part être réservée aux fourrés de Genévrier (les Junipéraies) qui ont pris une assez grande extension sur certains coteaux calcaires : à Aix-en-Issart et près de Saint-Dencœux par exemple. A Aix les arbustes suivants colonisent peu à peu une pelouse calcaire abritée recouverte par le Brachypode.

Juniperus communis 1,5 m de haut
Ilex aquifolium
Ligustrum vulgare

et dans une moindre mesure

Rosa canina
Cornus sanguinea
Prunus spinosa
Viburnum Lantana
Lonicera Periclymenum

Ces taillis de Genévrier représentent la pré-lisière de la Hêtraie sur calcaire.

B) La végétation des pelouses calcaires

Parlant des pelouses calcaires de la région d'Hesdin (et cette opinion peut s'appliquer à une notable partie de la Picardie) L. DURIN et R. LERICQ écrivent : « Il est certain que l'assèchement du fond des vallées et l'amendement de ses prairies..., l'amélioration par les engrais azotés des prairies artificielles des versants ont fait négliger les parcelles situées près de la forêt et souvent loin du village, établies sur de fortes pentes et des sols arides ». La région d'Embry, dans l'ensemble n'échappe pas à cette évolution quoique les cultivateurs de la région n'hésitent pas à labourer et à cultiver des pentes assez impressionnantes ! Probablement faut-il voir là d'ailleurs la raison du maintien de l'espèce chevaline dans cette région très accidentée où l'emploi des tracteurs demeure aléatoire et parfois même dangereux... Notons toutefois que dans la partie Nord du Haut-Pays (vers Preures, Hucqueliers, Fruges), tous les talus, toutes les pentes sont labourées ou pâturées... ce qui diminue d'autant l'intérêt présenté par les coteaux calcaires de ce secteur. Il faut voir là la seconde raison qui nous a amené à limiter cette étude des groupements végétaux semi-naturels du Haut-Pays aux seuls alentours d'Embry où la végétation demeure plus naturelle, moins « remaniée » que partout ailleurs dans cette zone de culture intensive (les petites et moyennes exploitations y dominant largement).

1°) LA PELOUSES CALCAIRE A BRACHYPODE

Aix-en-Issart

150 m² - pente de 25 % vers le sud

tapis herbacé 80 %

a) <i>Brachypodium pinnatum</i>	4-3
<i>Briza media</i>	2-2
<i>Primula officinalis</i>	1-3

<i>Carex glauca</i>	1-2
<i>Asperula cynanchica</i>	1-2
<i>Linum catharticum</i>	1-1
<i>Pimpinella Saxifraga</i>	x-2
<i>Trisetum flavescens</i>	1-1
<i>Thymus drucei</i>	1-2
<i>Sanguisorba minor</i>	1-1
<i>Ophrys apifera</i>	1-2
<i>Gymnadenia conopsea</i>	1-1
<i>Cirsium acaule</i>	x-2
<i>Carlina vulgaris</i>	x-2
b) <i>Leontodon hispidus</i>	1-3
<i>Arrhenatherum elatius</i>	1-2
<i>Lotus corniculatus</i>	1-2
<i>Festuca ovina</i>	1-2
<i>Leucanthemum vulgare</i>	1-2
<i>Agrostis vulgaris</i>	1-1
<i>Polygala vulgaris</i>	1-1
<i>Origanum vulgare</i>	x-2
<i>Hypericum perforatum</i>	x-2
<i>Knautia arvensis</i>	x-2
c) muscinées des pelouses calcaires	

Thuidium abietinum, *Ctenidium molluscum*, etc...

Ce groupement prairial se range dans l'alliance du *meso-Bromion* et correspond à une forme mésophile du *Festuceto-Brachypodietum*, association de pelouse calcaire commune dans la partie Ouest du Nord de la France (particulièrement dans le Boulonnais où elle a été décrite par de LITARDIERE en 1928 et J.M. GEHU en 1959) et physionomiquement dominée par les chaumes abondants, étouffants même, d'un jaune-vert, du Brachypode penné. Quelques fleurs cependant parviennent à égayer ce tapis assez monotone d'herbes trop rapidement desséchées : la Pimprenelle, le Lin purgatif, la Carlina, quelques Orchis et, au printemps, la Primevère.

On remarquera par ailleurs la recolonisation forestière qui s'opère en de tels sites ; le Genévrier y est abondant et cette espèce pionnière entraîne le développement d'autres essences forestières : Cornouillier, Aubépine, etc...

Le Genévrier contribue grandement d'autre part à la nature du paysage végétal des pentes et des talus du Haut-Pays ; ses buissons élancés d'un vert-bleuté sont le plus souvent disséminés du haut en bas de certains coteaux délaissés depuis longtemps et ils donnent à l'ensemble un certain cachet ; c'est le cas en particulier à Saint-Denœux et à Aix-en-Issart.

En un site comparable à celui dont la flore vient d'être étudiée (situé près de la chapelle dominant le village d'Embry) l'analyse pédologique réalisée a donné les résultats suivants :

— humidité			
horizon supérieur	.....	32,3 %	
horizon inférieur	.....	27,9 %	
— calcaire total			
horizon supérieur	.....	89,5 %	
horizon inférieur	.....	85,5 %	
— humus			
horizon supérieur	.....	0,3 %	
horizon inférieur	.....	néant	
— carbone			
horizon supérieur	.....	2,05 %	M.O. : 3,52 %
horizon inférieur	.....	0,71 %	M.O. : 1,22 %

Ces chiffres sont caractéristiques d'une rendzine blanche. On remarquera la faible rétention en eau du sol de cette pelouse, la proportion considérable de calcaire total (presque la totalité du substrat) et à l'opposé l'absence d'humus et le faible taux de carbone et de matière organique.

2°) FACIES A FETUQUES DE LA PELOUSE A BRACHYPODE

Un tel faciès s'observe par exemple non loin de Saint-Denceux au lieu dit « les Echarts » ; en ce lieu, le coteau est formé d'une suite de petites pentes assez raides (entièrement recouvertes de Brachypode) que séparent plusieurs terrasses au peuplement végétal assez ouvert : la craie blanche y est partout visible. C'est là que se développe le faciès à Fétuques du *Brachypodietum* dont il représente un stade de jeunesse ; comme sur la plupart des coteaux calcaires du Haut-Pays, le Genévrier est assez abondant : il forme çà et là des fourrés assez épais de 1,5 m à 2 m de hauteur.

20 m² - terrasse assez plate, ménagée dans une pente de 40 % orientée au Nord-Ouest
tapis herbacé 85 %

a) <i>Festuca ovina</i>	3-3
<i>Brachypodium pinnatum</i>	3-4
<i>Sanguisorba minor</i>	3-3
<i>Carex glauca</i>	3-2
<i>Briza media</i>	1-1
<i>Linum catharticum</i>	1-2
<i>Primula officinalis</i>	1-2
<i>Pimpinella saxifraga</i>	2-2
<i>Thymus drucei</i>	2-2
<i>Cirsium acaule</i>	1-1
<i>Carlina vulgaris</i>	1-1
<i>Ranunculus bulbosus</i>	2-1
<i>Polygala amara</i>	x-2
<i>Gentiana germanica</i>	x-2

b) <i>Lotus corniculatus</i>	3-3
<i>Leontodon hispidus</i>	1-1
<i>Arrhenatherum elatius</i>	1-2
<i>Leucanthemum vulgare</i>	1-1
<i>Agrostis vulgaris</i>	1-1
<i>Polygala vulgaris</i>	1-1
<i>Hieracium Pilosella</i>	2-2
<i>Ononis repens</i>	x-2
<i>Achillea millefolium</i>	x-2
<i>Knautia arvensis</i>	x-2
<i>Galium Mollugo</i>	x-2
<i>Centaurea nigra</i>	x-2

c) Mousses et lichens des pelouses calcaires

Cladonia rangiformis et *sub-rangiformis* : 15 %, *Thuidium abietinum*, *Camptothecium lutescens* et *Ctenidium molluscum* : 40 %.

Ce groupement prairial à la végétation assez rase paraît caractéristique de certaines pelouses calcaires à la pente relativement faible ou bien (comme c'est le cas ici) de petites terrasses existant à mi-pente. Il est très comparable à celui qu'a décrit M^{me} R. LERICQ dans le Ternois (1964).

3°) LA PELOUSE FAUCHEE A *Arrhenatherum elatius*

Ce groupement de hautes herbes s'observe assez fréquemment sur les talus, les coteaux dont la pente n'est pas trop forte. Bien souvent, il se situe en lisière des bois, là où une sorte de terrasse en pente légère sépare les taillis épineux du pré-bois des cultures.

a) à Clenleu

en exposition sud-ouest - pente de 25 % - 100 m² - tapis herbacé : 100 % - absence des muscinées

a) <i>Arrhenatherum elatius</i>	4-4
<i>Briza media</i>	1-2
<i>Primula officinalis</i>	x-2
<i>Agrimonia Eupatoria</i>	x-2
<i>Trisetum flavescens</i>	x-2
<i>Knautia arvensis</i>	1-1
<i>Ononis spinosa</i>	x-2
b) <i>Lotus corniculatus</i>	2-2
<i>Carex glauca</i>	2-2
<i>Lathyrus pratensis</i>	2-2
<i>Leontodon hispidus</i>	1-2
<i>Gymnadenia conopsea</i>	1-2
<i>Polygala vulgaris</i>	1-2
<i>Trifolium pratense</i>	1-2
<i>Dactylis glomerata</i>	1-1
<i>Brunella vulgaris</i>	1-1
<i>Linum Catharticum</i>	1-1
<i>Brachypodium pinnatum</i>	1-1
<i>Galium Mollugo</i>	1-1
<i>Cirsium acaule</i>	1-1

<i>Chlora perfoliata</i>	x
<i>Listera ovata</i>	x
<i>Achillea millefolium</i>	x-2

Cette Arrhenathéraie calcicole correspond à l'*Arrhenatheretum elatioris - Agrimonietosum* décrit par LEBRUN dans le district picardo-brabançon et dont J.-M. GEHU, M. BOURNERIAS, etc... ont maintes fois signalé l'existence dans le nord du Bassin-Parisien.

b) A Pottier près de Saint-Denœux

A la base d'un coteau calcaire aménagé en prairie, se situe une bande de terrain (large de 20 m tout au plus) où se remarque un groupement prairial tout à fait comparable au précédent (quant à sa position systématique). Ce qui en fait tout l'intérêt par contre, c'est la présence en ce lieu de touffes abondantes d'Ancolie (*Aquilegia vulgaris*) et de Sainfoin (*Onobrychis sativa*) dont ce sont les seules stations (semble-t-il !) dans la région. La présence des fleurs bleues de l'ancolie et rouges du Sainfoin, mêlées aux capitules blancs de la Marguerite donne à l'ensemble infiniment de cachet et ce bouquet tricolore attire de loin le regard.

Si l'évolution de tels groupements végétaux se fait généralement vers les broussailles à Cornouiller, Prunellier, Viorne Lantane et Frêne, etc..., un aménagement de ces talus calcaires en prairies pâturées est possible ainsi qu'en témoigne le relevé suivant.

4°) PATURAGE AMENAGE SUR UN COTEAU CALCAIRE

A Pottier près de Saint-Denœux.

J'ai précédemment indiqué que les cultivateurs du Haut-Pays n'hésitent pas le plus souvent à exploiter les pentes les moins raides de la région ; si les champs de céréales et de betteraves sont localisés à la base de ces collines, par contre les pâturages grimpent jusqu'au sommet.

250 m² - exposition ouest - pente 30 %

tapis herbacé 100 %

<i>Holcus lanatus</i>	3-4
<i>Trifolium repens</i>	2-3
<i>Cynosurus cristatus</i>	2-2
<i>Ranunculus acer</i>	2-2
<i>Plantago media</i>	1-2
<i>Lolium perenne</i>	1-1
<i>Rumex Acetosa</i>	1-2
<i>Plantago lanceolata</i>	1-2
<i>Leontodon hispidus</i>	1-2
<i>Trifolium pratense</i>	1-2
<i>Achillea millefolium</i>	1-2
<i>Trisetum flavescens</i>	1-1
<i>Dactylis glomerata</i>	1-1
<i>Cerastium caespitosum</i>	x-2
<i>Lathyrus pratensis</i>	x-2
<i>Leucanthemum vulgare</i>	x-2

<i>Cirsium acaule</i>	x
<i>Veronica chamaedrys</i>	x

Un tel groupement prairial dérive du *Brachypodietum* et se rattache au *Lolieto-Cynosuretum cristati* (décrit par R. TÜXEN en 1937) dont il constitue un faciès intéressant, défini en particulier par l'abondance de la Houlique molle.

On notera que, là encore, la recolonisation forestière est en cours et que, si elle n'est contrariée par l'homme, l'évolution se fera vers l'installation d'un pré-bois touffu comparable à ceux précédemment décrits.

5°) REMARQUE CONCERNANT LA FLORE DES PELOUSES CALCAIRES DU HAUT-PAYS

Ces pelouses sont essentiellement caractérisées par leur pauvreté floristique. Il est frappant de constater qu'aucune des espèces « continentales » signalées par F. ROSE sur les coteaux calcaires des vallées de la Seine et de la Somme, en amont d'Amiens et qui pour certaines subsistent encore dans les vallées de la Canche et de l'Authie, n'ont été revues dans le Haut-Pays.

La fraîcheur de la température, l'atlantisme assez marquée du climat de la région, jointes aux pratiques culturales anciennes expliquent cette pauvreté. On ne verra en effet dans le Haut-Pays ni *Pulsatille*, ni *Digitalis lutea*, et encore moins de Globulaires, de *Stachys germanica*, de *Teucrium montanum*, de *Dompte-venin*, etc..., toutes plantes pourtant presque communes à 80 km au plus des coteaux de l'Artois ! Le Cornouillier mâle marque lui aussi. Plus même, les seules Orchidées présentes sont *Gymnadenia conopsea*, *Orchis mascula*, *O. maculata* et parmi les *Ophrys* : *O. muscifera* et surtout *O. apifera* qui est abondant sur un coteau abrité à Aix-en-Issart. Les seules plantes « relativement continentales » qu'il nous ait été donné d'observer étant *Aquilegia vulgaris* et *Onobrychis sativa* à Saint-Denceux (*).

C) Biotopes divers

1°) VEGETATION PRAIRIALE HYGROPHILE A EMBRY

Au fond de chacune des vallées qui entaillent profondément le plateau crayeux du Haut-Pays coule un ruisseau, parfois même une petite rivière telle l'Embrienne, un affluent de la Créquoise.

(*) A la suite d'une question posée par M^{lle} LERICQ, nous signalons l'absence totale de *Bromus erectus* sur les coteaux calcaires de la partie Sud du Haut-Pays. Ce fait est à rapprocher de ce que signalait M^{lle} LERICQ précisément dans le Ternois où une seule station en a été observée (à Bergueneuse près d'Heuchin) ; *Bromus erectus* ne représente là qu'un faciès du *Festuceto-Brachypodietum* qui est l'association caractéristique des pelouses calcaires de l'Artois et du Boulonnais. Par contre le *Brometum erecti* est fort bien développé dans la Thiérache, le Laonnois et l'Est du Bassin-Parisien. Cette observation est une autre preuve de l'influence du climat maritime sur la végétation de la partie Sud-Ouest des collines d'Artois. *Bromus erectus* est en effet une espèce continentale commune dans la Champagne, l'Est et le Sud du Bassin Parisien mais qui se raréfie vers l'Ouest et peut même disparaître.

Sur les bords humides, fangeux, parfois inondés de ce ruisseau au cours rapide se développe une végétation prairiale humide qui se rattache aux groupements végétaux rassemblés dans l'alliance du *Calthion*. Le relevé suivant donne une idée assez précise de la nature du tapis végétal en ces lieux.

Embry 80 m² - recouvrement : 95 %

<i>Caltha palustris</i>	3-3
<i>Trifolium repens</i>	4-4
<i>Cardamine pratensis</i>	2-2
<i>Carex panicea</i>	1-1
<i>Glyceria fluitans</i>	2-2
<i>Alopecurus fulvus</i>	2-3
<i>Ranunculus repens</i>	1-2
<i>Rumex Acetosa</i>	1-1
<i>Cerastium caespitosum</i>	1-2
<i>Bellis perennis</i>	2-2
<i>Holcus lanatus</i>	1-1
<i>Primula elatior</i>	1-1
<i>Arrhenatherum elatius</i>	x

Au printemps, cette végétation prairiale humide attire de loin le regard ; en avril, les corolles d'un jaune-vif du Populage sont largement épanouies et constituent la première parure des prairies une fois l'hiver passé.

La terre prélevée en cet endroit est très rétentive en eau (50,2 % du poids total) ; les sels calcaires manquent dans le limon argileux qui constitue le substrat. Comme dans tout groupement prairial, l'humus est peu abondant (2,6 %) ; le taux de carbone par contre n'est pas négligeable (10 % ; M.O. : 17,27 %).

2°) LISTE DE MESSICOLES

Dans le Haut-Pays d'Artois, comme partout, les récentes modifications des conditions culturales ont amené une régression assez nette de la flore messicole. Cependant les champs de céréales, de lin et de betteraves recèlent encore quelques espèces intéressantes, telles les suivantes :

- Papaver Rhoeas* et *P. hybridum*
- Viola tricolor*
- Polygonum convolvulus*
- Mercurialis annua*
- Euphorbia helioscopia* et *E. exigua*
- Potentilla Anserina*
- Aethusa Cynapium*
- Daucus Carota*
- Myosotis hispida*
- Anagallis arvensis*
- Stachys arvensis*
- Linaria vulgaris*, *L. Elatine* et *L. spuria*
- Veronica agrestis*, *persica*, *serpyllifolia*, etc...

Sherardia arvensis
Centauria Cyanus
Tussilago Farfara
Matricaria chamomilla et *M. discoïdea*
etc...

3°) ESPECES INTRODUITES ET ACCLIMATEES

Dans les terrains vagues, sur les places villageoises, le long des chemins et des sentiers, se voient, çà et là, quelques plantes introduites qui prennent parfois une grande extension. Citons entre autres : *Petasites fragrans* et *Petasites albus*, dans la vallée de la Planquette à Fressin, Wambercourt, *Polygonum Sachalinense* et *Polygonum polystachyum* à Offin, *Impatiens Roylei*, etc...

De même, doit être signalée l'existence dans la vallée de la Créquoise d'un très beau groupement défini par la dominance quasi exclusive de *Petasites officinalis*. Cette plante est caractéristique des berges inondables de torrents montagnards et de ruisseaux au cours assez rapide déposant lors de leurs débordements des alluvions assez grossières, mêlées de limons. Espèce sociale, le *Petasites* peut prendre en ces sites un grand développement comme c'est le cas précisément entre Lebiez et Hesmond.

4°) MOUSSES ET LICHENS EPIPHYTES

Il est également intéressant de signaler l'abondance des Bryophytes et des lichens épiphytes en particulier sur le tronc rugueux et crevassé des ormes plantés sur le bord des routes. Citons par exemple :

a) parmi les Bryophytes

Frullania tamarisci
Lophocolea cuspidata
Radula complanata
Tortula intermedia, ruralis, laevipila...
Hypnum cupressiforme s/sp. *filiforme*
Homalothecium sericeum
Pylaisia polyantha (espèce plutôt rare)
Bryum capillare
Orthotrichum affine

b) parmi les Lichens

divers *Physcia* : *P. aipolia, pulverulenta, adscendens*
divers *Parmelia* : *P. tilliacea, physodes, caperata* et surtout
Parmelia acetabulum, ainsi que *Xanthoria parietina*, enfin
Anaptychia ciliaris qui n'est pas si commun.

Cette richesse de la flore des épiphytes est due pour une part à l'humidité du climat dans cette région et d'autre part à la non pollution de l'atmosphère dans ce secteur verdoyant du Pas-de-Calais où ne se voient ni industries ni agglomérations populeuses.

D) Conclusion

Cette description des principaux groupements végétaux naturels ou semi-naturels observés dans la partie sud du Haut-Pays nous amène à

indiquer schématiquement dans la conclusion quels sont les grands traits de l'évolution de la végétation en cette région.

Les pelouses calcaires herbeuses qui subsistent sur les plus fortes pentes seront :

— soit des Arrhenatheraies à calcicoles,

— soit des groupements de hautes herbes dominées par le *Brachypode* penné ; on notera toutefois que cette association présente un faciès à Fétuques.

Leur flore en est assez pauvre et se définit par l'absence d'espèces thermophiles continentales. Mais, très vite les *Genévriers* s'y installent et un pré-bois touffu et broussailleux ne tarde pas à coloniser les pentes délaissées.

Si, de prime abord, la végétation forestière présente une certaine diversité, il est essentiel de faire remarquer que tous les groupements forestiers du Haut-Pays se rattachent (plus ou moins étroitement) à la Hêtraie qui représente le climax de la végétation dans cette région. Il est remarquable de constater qu'un tel climax est déjà presque sub-montagnard ; or, les collines les plus élevées de la région atteignent à peine 200 m. Ceci s'explique parfaitement toutefois quand on se souvient qu'en climat maritime et nord-européen de faibles dénivellations ont un retentissement important sur la nature de la végétation ; ainsi peut se comprendre la présence d'une Hêtraie dans une région collinéenne.

On notera toutefois que si le climax de la dition est sub-montagnard la flore est celle des pays de plaines ou, tout au plus celle des régions faiblement collinéennes.

L'influence du climat maritime et nord-européen (dont je viens de parler) s'exerce donc au niveau des formations végétales et non pas de la flore. Cette observation est probablement l'une des plus intéressantes qu'il nous ait été donné de faire en étudiant la végétation du Haut-Pays.

*Travail du Laboratoire de Botanique
de la Faculté mixte de Médecine et
de Pharmacie de Lille.*

BIBLIOGRAPHIE

- BONNIER, G. — Flore complète illustrée, en couleurs de France, Suisse et Belgique.
BONNIER, G. et G. DE LAYENS. — Nouvelle Flore du Nord de la France et de la Belgique, Dupont Ed. Paris.
CHASSAGNE, M. - 1957. — Inventaire analytique de la Flore d'Auvergne, t. I et II.
CLAPHAM, A., T. TUTIN, et E., WARBURG - 1958. — Flora of the British Isles ; Cambridge, University Press.
COSTE, (Chanoine H.) - 1906. — Flore descriptive et illustrée de France et de la Corse.
COURSET (DU MONT DE) - 1805. — Le Botaniste Cultivateur. Paris.

- DEMANGEON, A. - 1905. — La Picardie et les régions voisines. Libr. A. Colin. Paris.
- DUCHAUFOUR, Ph. - 1965. — Précis de Pédologie. Masson et Cie, Ed. Paris.
- DUPUIS, M. - 1957. — Les sols du Haut-Boulonnais. *Bull. Ass. Franç. Etude Sol*, n° 87.
- DURIN, L. et LERICO, R. - 1959. — Contribution à l'étude du *Brometum erecti* dans la région d'Hesdin. *Bull. Soc. Bot. du Nord de la France*, t. XII, n° 3, pp. 65-77.
- DURIN, L., GEHU, J.-M., NOIRFALISE, A., et SOUGNEZ, N. - 1967. — Les Hêtraies atlantiques et leur essaim climacique dans le Nord-Ouest et l'Ouest de la France. *Bull. Soc. Bot. du Nord de la France*, Numéro spécial du XX^e anniversaire, pp. 59-89.
- FOURNIER, P. - 1961. — Les quatre Flores de France. Lechevalier Ed. Paris.
- GEHU, J.-M. - 1958. — Note pour la Flore du Boulonnais et observations écologiques. *Bull. Soc. Bot. du Nord de la France*, t. XI, pp. 32-37.
- GEHU, J.-M. - 1959. — Les groupements végétaux du Bassin de la Sambre française. Thèse de Doctorat d'Etat en Pharmacie, Lille.
- GEHU, J.-M. - 1959. — Les pelouses calcaires de la Cuesta Boulonnaise. *Bull. Soc. Etudes Scientifiques d'Angers, Nouvelle Série*, t. 2, pp. 205-221.
- GEHU, J.-M. et AMIET, J.-L. - 1956. — Répartition et écologie de quelques plantes du Boulonnais. *Bull. Soc. Bot. du Nord de la France*, t. IX, pp. 98-109 et 122-131.
- GEHU, J.-M. et WATTEZ, J.-R. - 1960. — La végétation des environs de Montreuil-sur-Mer. *Bull. Soc. Bot. du Nord de la France*, t. XIII, n° 4, pp. 77-85.
- GUFFROY, Ch. - 1930. — Note sur la Flore Artésienne. *Bull. de la Soc. Bot. de France*.
- LEBRUN, J., NOIRFALISE, A., HEINEMANN, P. et VAN DEN BERGHEN, C. - 1949. — Les Associations Végétales de Belgique. *Bull. Soc. Roy. Bot. de Belgique*, t. 82, pp. 105-197.
- LERICO, R. - 1964. — Les pelouses du Ternois. *Bull. Soc. Bot. du Nord de la France*, t. XVII, n° 4, pp. 269-275.
- LITARDIERE R. de - 1928. — Etudes sociologiques sur les pelouses xérophiles calcaires du domaine atlantique français. *Archives de Botanique*, t. II, mémoire n° 2.
- MASCLEF, A. - 1886. — Catalogue raisonné des plantes vasculaires du département du Pas-de-Calais. Savy Ed. Paris.
- OBERDORFER, E. - 1962. — Pflanzensoziologische Exkursionsflora für Süd-deutschland. Verlag Eugen Ulmer.
- OBERDORFER, E. - 1957. — Süddeutsche Pflanzengesellschaften. Pflanzensoziologie, Jena.
- PINCHEMEL, P. - 19 . — Les plaines de craie du Nord-Ouest du Bassin Parisien et du Sud-Est du Bassin de Londres et leurs bordures. Librairie Armand Colin. Paris.
- ROSE, F. - 1965. — Comparaison phytogéographique entre les pelouses crayeuses du *Meso-xerobromion* des vallées de la Basse-Seine, de la Somme, de l'Authie, de la Canche, de la Cuesta Boulonnaise, du Pas-de-Calais, et du Sud-Est de l'Angleterre. *Revue des Sociétés Savantes de Haute-Normandie, Sciences*, n° 37, p. 104-109.
- ROSE, F. et GEHU, J.-M. - 1960. — Comparaison floristique entre les Comtés anglais du Kent et du Sussex et le Pas-de-Calais. *Bull. Soc. Bot. du Nord de la France*, t. XIII, n° 4, pp. 125-139.
- SANSON, J. - 1945. — Recueil de données statistiques relatives à la climatologie de la France. Min. Tr. Publ. Paris.
- TRIBOUDEAU, M. - 1904. — Monographie agricole du Pas-de-Calais. Société d'Encouragement pour l'industrie Nationale. Paris.
- VANDAMME, P. - 1951. — L'Agriculture du Pas-de-Calais. Imprimerie Centrale de l'Artois, Arras.
- VICO, E. de - 1883. — Flore du département de la Somme. Abbeville.
- WATTEZ, J.-R. - 1962-1967. — Les associations végétales du Pays de Montreuil. *Bull. Soc. Bot. Nord France*, t. XX, f. 3, p. 1 à 128.



Dessiné d'ap. nat. & lith. par Deroy

152

LILLE
Vue du Jardin Botanique

Paris, E. Morier 52, rue S^t André des Arts.

Imp. Lemercier, Paris.

PETITE CHRONIQUE TOPOGRAPHIQUE, BOTANIQUE ET LILLOISE

par Maurice HOCQUETTE (*)

J'ai trouvé — un libraire ami a aidé à la découverte du document — une lithographie coloriée dont la lettre, *Lille. Vue du Jardin Botanique*, m'a fait tout de suite attentif.

Au-dessus de l'image, on lit, *France en miniature*, au-dessous et à gauche *Paris, E. Morier, rue St-André-des-Arts*, au milieu *Dessiné d'ap. nat. et lith. par Deroy*, à droite le numéro 157 et *Imp. Lemercier. Paris*. La surface couverte est 22,1 × 12,7 cm.

Cette lithographie représente, à gauche une avenue avec des promeneurs et des débardeurs, un chemin de halage, au milieu la Deule et quelques bélandres, au fond le pont Napoléon, plus en avant une passerelle et sur le même plan, à droite, le long de la rivière, un bâtiment dont l'arrière-corps possède un large escalier. A partir de la passerelle jusqu'à la marge, la rive droite est occupée par un jardin avec, à l'arrière-plan, une grande usine.

Les diverses figures de monuments, d'ouvrages d'art, de bâtiments, le nom du dessinateur et lithographe, le titre général *France en miniature* permettent de dater l'épreuve.

Bâti à la gloire de Napoléon 1^{er}, le pont Napoléon a été édifié en 1812 sous la direction de l'architecte DEWARLEY. Il ne reste actuellement de ce monument, un pont couvert, sur chaque berge que deux pylônes, surmontés d'un grand vase décoratif, l'escalier en pierres qui se termine à l'aplomb de leur face interne et le socle des sphinx bordant l'escalier latéralement. Les sphinx en bronze ont été enlevés, le tablier, les garde-fous et le toit ont été détruits par les Allemands qui ont aussi martelé les écussons, soutenus par une lance, où était inscrit le nom des victoires de Napoléon.

(*) Séance du 11 décembre 1968.

En 1744, la passerelle, qui paraît être une « passerelle tournante », n'existait pas. Elle est dessinée sur les plans à partir de 1791. Ceux qui auraient pu donner des indications pour la période comprise entre 1744 et 1791 ont été brûlés dans l'incendie de l'Hôtel de Ville en 1916. Et, c'est dans le prolongement de l'axe de la rue des Fossés-Neufs, actuellement rue Léonard-Danel, que la passerelle, maintenant un pont-levis, se retrouve à partir de 1791 sur tous les documents cartographiques jusqu'à nos jours.

Situés à côté de ce pont, au bord de la Deule, sur la rive droite et dans le prolongement sud de l'Esplanade, les bâtiments y sont marqués aussi. C'est le café du Ramponneau, une importante guinguette dont une partie surplombait la rivière. Le plan cadastral l'indique très bien (section A dite de la Citadelle, parcelles 2.044 et 2.045) en 1881. Les bâtiments ont disparu à la fin du XIX^e siècle, remplacés alors par une grande baraque qui n'existe plus.

Un débit de boisson en vogue, créé à Paris en 1745 par Jean Ramponneaux, fit rapidement connaître le nom de son propriétaire. Une chanson porta sa renommée en province et *Au Ramponneau* (*) devint l'enseigne de nombreux cabarets. A Lille, elle remplaça celle de *A la Redoute* qui existait en 1761, tout proche des fortifications et le pont est désigné *pont du Ramponneau* à partir de 1791. Le café a donc pris, entre 1761 et 1791, le nom *Au Ramponneau* donné ensuite au pont. Un philologue pourra, peut-être, argumenter de cette particularité historique pour expliquer la vie, la carrière du mot *Ramponneau*. Il pourrait trouver aussi dans l'existence du large escalier, de la rampe, que la lithographie montre bien, une explication nouvelle du toponyme lillois.

La grande usine est une brasserie qui appartenait à la famille *Masse-Meurisse*. Elle datait, comme les vieilles maisons qui se trouvaient à l'angle sud de la rue de la Barre, de la fin du XVIII^e siècle. Elles furent démolies en 1959 et au début de l'année 1960 pour permettre la construction, sur leur emplacement, d'un grand immeuble moderne.

C'est la lithographie elle-même qui apporte cependant les renseignements les plus précis.

Isidore-Laurent DEROY, lithographe et aquarelliste, né en 1797 à Paris y est mort en 1886. Au cours de ses promenades et de ses voyages, il exécutait de nombreux croquis qui servirent à l'illustration de diverses œuvres : *Les rives de la Seine*, *Les rives de la Loire*, *La Suisse pittoresque et monumentale*, *Le voyage au Brésil* et *La France en miniature*. Sous ce dernier titre a été publiée, distribuée à la planche, généralement en livraison, entre 1861 et 1876 une série de trois cents lithographies environ.

Tout conduit donc à conclure que ce serait entre 1861 et 1876 que le jardin botanique, représenté sur la lithographie par des arbres et des arbustes, devait exister là. Pour la première fois, à notre connaissance, il est fait mention d'un jardin botanique à cet endroit.

(*) On écrit aussi Ramponeaux, Ramponneaux, Ramponneau, Ramponeau, Ramponaux.

Au début de la seconde moitié du XIX^e siècle le quartier du Nouveau Siècle fut bouleversé. En même temps que le percement et l'ouverture à la circulation en 1862 de la rue Impériale — qui devint la rue Nationale en 1870 — un square fut établi sur les fossés du corps de Place, et appelé, pour honorer la mère de Napoléon III, *de la reine Hortense*. Il fut ensuite dénommé *de Jussieu* le 10 septembre 1870 au moment où on le réunit à la *place de Jussieu* (actuellement square Dutilleul) qui le prolongeait depuis la fin de 1865 vers le nord-ouest. Or cette place avait été transformée en jardin. Et, entre 1876 et 1878 y furent transportées les collections de pleine terre du jardin botanique de la rue Saint-Jacques, supprimé en raison du remaniement du couvent des Récollets (1876) en vue de l'agrandissement du Lycée de garçons et de la construction, sur le terrain du jardin, de son annexe, le Collège des Minimes ou Petit Lycée.

Le jardin botanique *de la reine Hortense* ou *de Jussieu* fit l'objet d'un rapport détaillé du professeur de botanique de la Faculté des Sciences, Ch. Eug. BERTRAND, nommé dans la chaire qui venait d'être créée par décret du 16 mars 1878. « J'avais pensé, en arrivant ici, sachant que Lille avait un jardin botanique, des serres dont les plantes sont célèbres, j'avais pensé, dis-je trouver une collection de plantes vivantes. Or le jardin botanique est très petit, mal situé et ne contient que quelques plantes sans intérêt ; tout au plus 10 à 15 espèces typiques, encore ces dernières sont-elles en mauvais état, toujours réduites à un seul exemplaire, on n'ose pas y toucher... la classification qui a présidé à la distribution des quelques plantes... est toute de sentiment et n'a jamais eu d'auteur ou de règle connus... Si le nombre des espèces n'était si petit, ce serait un fouillis inextricable... » (15 mai 1878).

On songea à établir un nouveau jardin botanique. Le 1^{er} octobre 1880 fut commencé le transfert des plantes du jardin de *de Jussieu* sur le terrain de la rue du Ballon. Le plan cadastral de 1881 mentionne encore pourtant à la Section I dite de l'Hôtel de Ville le jardin botanique entre la rue de Tenremonde et le bassin Saint-Martin.

Limité par le quai Saint-Martin (auparavant quai de la Haute-Deule) à l'ouest et à l'est (actuellement quai du Wault) ce bassin séparait d'une façon très nette le jardin botanique de *de Jussieu* du square qui se trouve à l'extrême droite de la lithographie, celui du Ramponneau aujourd'hui. Aucune pièce d'archives ne permet de considérer qu'il a été un jardin botanique.

DEROY, le dessinateur, malgré toute la fantaisie d'un artiste, n'aurait pas, il me semble, complètement inventé la topographie des bords de la Deule en 1876 puisque, finalement, c'est cette année là qu'il a dû faire son croquis.

Un dessin assez précis du jardin botanique de *de Jussieu* est donné par le plan cadastral de 1881 : une entrée rue de Tenremonde, une autre près du bassin Saint-Martin, une allée périphérique laissant tout le tour une plate-bande, et deux allées en croix avec un certain gauchissement, près de la rue de Tenremonde, de la voie orientée du nord-ouest au sud-est.

Sur le même plan cadastral un bassin occupe une grande partie du square du Ramponneau.

On peut penser alors que ce square était, comme aucune nappe d'eau ne paraît avoir existé dans le jardin botanique de *de Jussieu*, une annexe de celui-là pour les plantes aquatiques.

Faut-il chercher un autre argument en faveur de cette hypothèse ? Les noms de rue ont des affinités locales. Si on a donné (plan cadastral de 1881) à l'avenue qui longe la rive gauche de la Deule le nom de *Cuvier* sans doute était-ce pour, dans un ensemble de même destination, rapprocher le nom de deux célèbres naturalistes : CUVIER et DE JUSSIEU.

Cette chronique sans prétention où des suppositions soutiennent le raisonnement ne donne pas la pleine sonorité du réel. Il fallait trouver la justification de la lettre de la lithographie de DEROY. Seul un ton anecdotique pouvait allier la vérité et les hypothèses.

INFLUENCE DES ACIDES DICARBOXYLIQUES EN C₄ SUR LA CROISSANCE ET LA COMPOSITION GLUCIDIQUE DES TISSUS DE CAROTTE CULTIVES « IN VITRO »

par MM. BOURIQUET Robert et GORIS André (*)

Les acides du cycle de Krebs ne peuvent servir de source unique de carbone pour la nutrition des tissus végétaux cultivés *in vitro* (4) ; mais, par contre, quand le milieu de culture contient déjà un sucre assimilable ils peuvent être acceptés (5) et même leur présence peut favoriser la prolifération cellulaire (1). C'est ainsi que la croissance des tissus de Carotte de la souche de GAUTHERET (2) est dans l'ensemble stimulée par les acides dicarboxyliques en C₄ (acides succinique, fumarique, maléique, malique et tartriques).

Certains de ces acides jouant un rôle important dans le catabolisme glucidique générateur d'énergie, il nous a semblé intéressant d'étudier leur influence sur les réserves glucidiques des tissus de cette souche.

A partir d'un même milieu de base (**), auquel nous avons ajouté des quantités d'un acide dicarboxylique en C₄ variant de 0,01 mg à 100 mg par litre (10⁻⁸ à 10⁻⁴), nous avons préparé trente-trois lots de douze cultures chacun, répartis entre les sept séries correspondant respectivement aux acides succinique, fumarique, maléique, malique et tartriques : droit, gauche et racémique. Deux lots supplémentaires furent également constitués pour servir de témoins, l'un avec simplement le milieu de base, l'autre avec ce même milieu additionné de 0,1 mg par litre (10⁻⁷) d'acide indolylacétique. Chaque tube, contenant 20 ml de milieu, fut ensemencé par un fragment de tissu calibré en cube de 5 mm d'arête. Après deux mois de culture à la température moyenne de 20° C et à

(*) Séance du 11 décembre 1968.

(**) Solution minérale de KNOP diluée de moitié, additionnée par litre de 0,40 g de KCl, de X gouttes de la solution saline oligodynamique de BERTHELOT, de 10 mg (10⁻²) de chlorhydrate de cystéine, de 1 mg (10⁻⁴) de chlorhydrate de thiamine, de 30 g de glucose et solidifiée par 13 g par litre de gélose.

l'éclaircissement du nyctémère, chaque colonie a été prélevée séparément, pesée puis traitée selon une technique (3) qui permet de déterminer pour chaque lot la teneur en eau des tissus exprimée en pourcentage du poids frais et du poids sec, et d'établir pour chaque type de colonies une valeur moyenne des poids frais sec et de la pulpe insoluble dans l'alcool, ainsi que la teneur en glucose, fructose et saccharose, sucres habituels du tissu de Carotte.

L'analyse des données ainsi obtenues et rassemblées dans le tableau ci-joint, permet de formuler un certain nombre de conclusions.

Il est bien connu que la présence d'acide indolylacétique dans les milieux de culture favorise l'hydratation et la croissance des tissus, aussi n'est-il pas étonnant de voir ces actions confirmées une fois de plus par les deux lots témoins. Mais il faut remarquer que l'addition des acides au milieu de base entraîne aussi une augmentation de la teneur en eau des tissus, moins forte certes que celle due à l'auxine mais indéniable cependant ; dans l'ensemble elle ne paraît pas fonction de la nature de l'acide ni de la concentration de ce dernier.

On observe également que sous l'action des acides étudiés, quel que soit d'ailleurs le critère auquel on se réfère pour l'exprimer : poids frais, poids sec ou poids de la pulpe, la croissance est nettement favorisée, ce qui confirme les résultats précédemment obtenus (1).

L'étude détaillée de l'influence sur la croissance de chacun des acides permet cependant de remarquer quelques petites différences avec les données déjà publiées. Mais ces divergences sont dues très vraisemblablement aux variations individuelles inhérentes à tout matériel biologique aussi nous ne les citerons que brièvement sans y attacher plus d'importance qu'il ne faut et nous ne retiendrons comme conclusion que la stimulation générale.

L'acide succinique montre un effet stimulant qui est perceptible dès les doses faibles et pas seulement à 10^{-5} . Toutefois, son action reste légèrement inférieure à celles des autres acides dicarboxyliques (exception faite de l'acide fumarique) et de la dose référence d'auxine, quoique l'on obtienne pour le taux de 10^{-7} un maximum qui apparaît très élevé, surtout si l'on se réfère au poids de la pulpe (*). Nous aurions pour notre part, tendance à considérer en fonction des résultats antérieurs, cette valeur maximale comme la conséquence d'une heureuse variation individuelle.

L'acide fumarique s'apparente à l'acide succinique par son effet stimulant plus faible, dans l'ensemble, que celui provoqué par 10^{-7} d'acide indolylacétique. La stimulation, qui n'est pas régulièrement proportionnelle à la dose, semble s'accroître à partir de la concentration de 10^{-5} .

(*) Des trois critères de croissance : poids frais, poids sec et poids de la pulpe insoluble dans l'alcool, c'est ce dernier qui nous apparaît comme le plus valable, car indépendant des variations de la teneur en eau des tissus et de l'accumulation des réserves solubles.

Nature du milieu	Poids sec pour 100 mg de tissu frais mg	Eau pour 100 mg de tissu sec mg	Par colonie			Pour 100 mg de tissu sec		
			Poids frais mg	Poids sec mg	Poids de pulpe mg	Glucose mg	Fructose mg	Saccharose mg
Témoin 0	7,45	1.242	667	49,7	23,7	4,70	2	8,70
Témoin A.I.A. 10 ⁻⁷	5,85	1.609	1.422	83,2	38,4	10,70	1,70	15,40
Ac. succinique								
10 ⁻⁸	6,30	1.487	1.030	64,9	31,4	7,95	2,40	11,90
10 ⁻⁷	7,15	1.298	1.241	88,7	39,7	9,10	4,90	13,30
10 ⁻⁶	6,50	1.438	976	63,4	31,2	9,25	2,30	13,85
10 ⁻⁵	6,10	1.539	1.148	70	32,1	8,20	2,45	13,10
Ac. fumarique								
10 ⁻⁸	7,20	1.289	992	71,4	31,2	7,65	2,80	11,10
10 ⁻⁷	6,65	1.403	1.037	68,9	31,6	6,75	3,75	12,80
10 ⁻⁶	6,20	1.513	970	60,1	29,6	8,05	1,60	12,10
10 ⁻⁵	6,65	1.403	1.277	84,9	*	*	*	*
Ac. maléique								
10 ⁻⁸	7,05	1.318	1.156	81,5	37	8,50	2,85	15,60
10 ⁻⁷	6,35	1.474	1.177	74,7	34,7	7,10	4,70	11,80
10 ⁻⁶	6,40	1.462	1.288	82,4	39,3	9,35	3,15	11,70
10 ⁻⁵	6,55	1.426	1.036	67,8	32,1	6,10	5,35	12,20
10 ⁻⁴	6,05	1.553	1.044	63,1	31,3	8,25	4,15	12,40
Ac. malique								
10 ⁻⁸	6,90	1.349	1.105	76,2	35,9	8,70	2,90	16,65
10 ⁻⁷	6,45	1.450	1.495	96,4	45,6	9,30	4,65	14,70
10 ⁻⁶	6,60	1.415	1.321	87,2	40,3	8,35	3,05	15,15
10 ⁻⁵	6,80	1.370	1.386	94,2	43,6	8,10	3,70	14,70
10 ⁻⁴	6,50	1.438	1.195	77,6	37	8,45	2,30	14,60
Ac. tartrique D								
10 ⁻⁸	6,30	1.487	1.207	76	37,4	9,50	2,40	14,30
10 ⁻⁷	6,65	1.403	1.148	76,3	36,1	8,25	3	13,55
10 ⁻⁶	6,80	1.370	1.190	80,9	37,5	8,10	4,40	15,45
10 ⁻⁵	6,55	1.426	1.261	82,6	37,2	8,40	3,05	12,95
10 ⁻⁴	5,85	1.609	1.179	68,9	24,7	8,55	3,40	9,40
Ac. tartrique R								
10 ⁻⁸	6,35	1.474	1.189	75,5	34,5	7,85	3,15	12,60
10 ⁻⁷	6,30	1.487	1.194	75,2	35,8	7,95	3,15	14,30
10 ⁻⁶	6,55	1.426	1.386	90,8	40,2	8,40	3,80	14,50
10 ⁻⁵	6,50	1.438	1.223	79,5	36,7	7,70	3,45	13,05
10 ⁻⁴	7,40	1.251	778	57,5	28	7,45	4,05	10,80
Ac. tartrique L								
10 ⁻⁸	6,40	1.462	1.318	84,3	39,5	7,80	3,90	12,50
10 ⁻⁷	6,70	1.392	1.048	70,2	33	7,45	3,75	11,20
10 ⁻⁶	6,70	1.392	996	66,7	30,4	8,95	3	11,95
10 ⁻⁵	6	1.566	1.149	68,9	32,2	8,35	3,35	12,50
10 ⁻⁴	6,40	1.462	806	51,6	24,6	6,25	3,90	10,15

* Le bris d'un flacon n'a pas permis la détermination de ces données.

TABLEAU indiquant les poids frais, les poids secs et les poids de la pulpe, ainsi que l'état d'hydratation et la teneur en sucres de colonies de tissu de Carotte, cultivées pendant deux mois sur des milieux renfermant des doses variables d'acides dicarboxyliques en C₄.

L'acide maléique stimule mieux la croissance que son isomère puisque l'on obtient avec lui, pour le poids de la pulpe, des valeurs du même ordre de grandeur que celle fournie par la dose d'auxine employée.

Il apparaît dans le présent essai, que les doses élevées : 10^{-5} - 10^{-4} , auraient un effet stimulant inférieur à celui des concentrations plus faibles, ce qui n'était pas perceptible dans l'expérience précédemment publiée qui ne tenait compte que du poids frais.

L'acide malique est incontestablement, de tous les acides du groupe, celui qui entraîne le plus fort développement tissulaire, dépassant ce qui est obtenu avec l'acide indolylacétique si l'on se réfère aussi bien au poids sec qu'au poids de pulpe (**).

Les acides tartriques stimulent bien la croissance, sauf pour la dose élevée de 10^{-4} , qui n'a pratiquement pas d'action. L'acide racémique se comporte peu différemment de l'acide droit et compte tenu des variations d'une expérience à l'autre, l'action des trois formes, (dextrogyre, levogyre et racémique) doit être considérée comme identique.

La comparaison des valeurs obtenues dans le dosage des sucres, permet de constater que, dans les conditions de l'expérience, l'addition d'acide indolylacétique au milieu de base a entraîné chez les tissus soumis à son influence une augmentation importante de la teneur en glucose et en saccharose, tandis que le taux du fructose y est demeuré très voisin de celui des cultures du milieu sans auxine. Il faut peut-être lier cette accumulation plus importante du glucose au fait que, sous l'action de l'acide indolylacétique, les cellules contiennent plus d'eau ce que faciliterait probablement la perméation du sucre. Quant à la mise en réserve accrue du saccharose, elle résulte sans aucun doute d'une influence largement favorisée de l'auxine sur sa synthèse à partir du glucose.

Comparativement à la culture témoin sur le milieu de base, il est évident que les acides dicarboxyliques provoquent dans les tissus développés à leur contact une augmentation générale du taux des sucres ; mais elle est un peu inférieure et aussi légèrement différente de celle due à l'acide indolylacétique. On peut observer en effet, non seulement un accroissement notable des taux de glucose et de saccharose comme dans le cas de l'auxine, mais en plus une légère majoration de la teneur en fructose. D'autre part, si l'on exclut les variations biologiques inévitables, il n'apparaît pas de différence sensible dans l'action de ces divers acides, et pour chacun d'eux entre les doses utilisées ; à peine peut-on relever, une concentration de saccharose un peu plus forte dans l'ensemble sous l'effet de l'acide malique, un taux de fructose peut-être très légèrement supérieur en présence d'acide maléique. Il faut noter aussi que dans le cas des acides tartriques, l'accumulation de saccharose est un peu plus faible pour la concentration de 10^{-4} (dose qui rappelons-le ne stimule pas la croissance) que pour les taux inférieurs.

Par quels mécanismes ces acides assurent-ils cet enrichissement en sucres des tissus ? Il faut bien avouer que nous n'en sommes réduits qu'à des hypothèses. Il est certain que l'on peut invoquer pour l'accumulation

(**) Les poids frais sont plus faibles, mais nous avons souligné que la teneur en eau des tissus était plus élevée sous l'action de l'auxine que sous celle des acides dicarboxyliques en C_4 .

du glucose un effet comparable à celui que nous avons admis pour l'acide indolylacétique : à savoir que l'hydratation plus grande des tissus facilite la perméation de cet ose ; cependant les plus fortes teneurs en glucose ne correspondent pas toujours exactement aux degrés d'hydratation les plus élevés, il n'y a donc pas une corrélation étroite entre les deux faits ce qui laisse supposer qu'un autre phénomène pourrait également intervenir. On peut se contenter de dire que les acides dicarboxyliques en C₄ stimulent les mécanismes d'isomérisation du glucose en fructose et de synthèse du saccharose à partir des sucres réducteurs, mais ce n'est là que traduire par un mot un fait d'observation sans apporter d'explication.

On peut imaginer que ces acides servent préférentiellement de substrat dans le fonctionnement du cycle de KREBS pour la production de l'énergie nécessaire tant à la croissance qu'aux transformations glucidiques et qu'ils économisent ainsi les sucres, permettant une accumulation plus importante de ceux-ci par le double mécanisme d'une production accrue et d'une consommation réduite. Mais cette théorie séduisante ne peut être vraie que pour des concentrations d'acides importantes, 10⁻⁴ à l'extrême rigueur, pour lesquelles il y a dans le milieu suffisamment de ces acides pour se substituer de façon utile au substrat glucidique ; elle n'explique pas l'action des faibles concentrations, telles 10⁻⁸, qui n'apportent aux tissus que d'infimes quantités de ces acides.

Il ne faut pas perdre de vue non plus que l'effet est identique quelle que soit la dose présente dans le milieu, ce qui donne à penser qu'il s'agit d'une action dynamique de type oligo-élément, les excès d'acides étant inutiles mais non toxiques pour les cellules. Faut-il admettre une intervention, que l'on peut penser assez voisine de celle de l'auxine, portant sur l'ensemble du métabolisme qui serait stimulé par activation générale des mécanismes enzymatiques, de sorte que l'accumulation des sucres serait un phénomène directement lié à l'intensité de la croissance des tissus ?

En définitive, le problème reste entier et de nouvelles recherches sont nécessaires pour découvrir les rouages intimes responsables du phénomène observé.

BIBLIOGRAPHIE

1. BOURIQUET, R. - 1960. — Recherches sur l'activité de quelques facteurs de croissance à l'égard des tissus végétaux cultivés *in vitro*. *Rev. Cyt. Biol. Végét.* 21, 93-326.
2. GAUTHERET, R.-J. - 1945. — Une voie nouvelle en biologie végétale : la culture des tissus. Gallimard édit., Paris.
3. GORIS, A. - 1964. — Action comparée de la vanilline et du vanilloside sur le développement du tissu de Carotte cultivé *in vitro*. *Ann. pharm. Franç.*, 22 217-222.
4. HILDEBRANDT, A.C. et RIKER, A.J. - 1949. — The influence of various carbon compounds on the growth of Marigold, Paris-Daisy, Perwinkle, Sunflower and Tobacco tissue *in vitro*. *Amer. Jour. Bot.*, 36, 74-85.
5. HILDEBRANDT, A.C., RIKER, A.J. et WATERTOR, J.D. - 1954. — Growth and inhibition of tissue cultures on media with different concentrations of organic acid. *Phytopathology*, 44, 422-428.

(Laboratoire de Physiologie végétale -
Faculté des Sciences 59-LILLE
et Laboratoire de Matière médicale et
Botanique de la Faculté de Médecine
80-AMIENS)

LA LETALITE POLLINIQUE CHEZ LES EU-ŒNOTHERA

par R. LINDER et R. JEAN

INTRODUCTION

L'analyse de la létalité pollinique est une première étape vers la compréhension de la létalité compensée, caractéristique qui reste encore un processus mystérieux dans le système génétique des Œnothères.

Pour cette étude, le Généticien doit considérer le pollen comme un tissu aux éléments dissociables qui sont autant d'individus haploïdes : c'est une population composée des produits de la réduction chromatique, donc des cellules au génome haploïde recombinaison, avec matériel chromatique neuf. Initialement, les microspores ont un territoire cytoplasmique issu du partage de la cellule-mère dans la formation de la tétrade, puis elles se transforment en grains de pollen sous la commande de leur génome haploïde, tout en étant tributaires du message reçu du génome diploïde. La vie du pollen appartient, en fait, au gamétophyte, mais pour une part au sporophyte, notamment pour l'élaboration de certains de ses constituants, en particulier l'enveloppe de chaque grain.

Le présent travail est consacré à la recherche du déterminisme de la létalité du pollen des espèces d'Eu-Œnothera.

Lorsqu'on examine l'image pollinique d'une d'espèce d'*Eu-Œnothera*, de l'espèce *biennis* par exemple, on distingue trois classes de pollen : près de la moitié de la population de l'anthère est constituée de grains vides, réduits à leur enveloppe ; l'autre moitié est constituée de deux catégories de pleins, dont l'une comporte des grains bien développés et capables de germer, l'autre des grains quelque peu ratatinés et incapables de germer normalement. Ces deux dernières classes de grains ont été analysées de manière approfondie par RENNER : les grains pleins-normaux, appelés actifs, transmettent le complexe mâle (= actif) ; les grains rétrécis, appelés inactifs, portent le complexe femelle qui est inactif dans le pollen. RENNER a montré que ces deux classes apparaissent en ségrégation gamétophytique, dans la proportion de 50 % chacune. Par contre, on n'a jamais pu donner une explication satisfaisante à l'origine des grains vides.

Chez *Œnothera lamarckiana*, on ne dénombre que deux classes de grains : des pleins et des vides. Dans cette espèce, les deux complexes, *gaudens* et *velans*, sont effectivement pollen-actifs ; on peut à la rigueur identifier morphologiquement les deux types de grains pleins, mais on ne peut les distinguer avec certitude lors d'un dénombrement.

I. L'image pollinique dans les diverses espèces d'*Eu-Œnothera*

Depuis plusieurs années, l'analyse est effectuée chez les espèces d'*Œnothera* subspontanées en France et chez les types de la collection standard par l'examen de la population de grains de pollen contenus dans l'anthère. Les résultats figurent sous forme de vue d'ensemble dans le tableau I.

ŒNOTHERA		Plein	Vide	
Homozygote	<i>hookeri</i>	96 - 100 %	0 - 4 %	
	<i>blandina</i>	93 - 97 %	3 - 7 %	
	<i>franciscana</i>	94 - 97 %	3 - 6 %	
	<i>purpurata</i>	96 - 100 %	0 - 4 %	
	ou	50 %	50 %	
	<i>lamarckiana</i>	42 - 58 %	42 - 58 %	
	<i>atrovirens</i>	33 - 58 %	42 - 67 %	
	<i>cockerelli</i>	46 - 56 %	44 - 54 %	
	<i>chicaginesis</i>	46 - 50 %	50 - 54 %	
	Hétérozygote		Plein	
		Actif	Inactif	Vide
<i>biennis</i>		22 - 29 %	17 - 23 %	48 - 59 %
<i>suaveolens</i>		25 - 29 %	22 - 24 %	46 - 52 %
<i>nuda</i>		21 - 40 %	8 - 21 %	34 - 62 %
<i>syrticola</i>		22 - 27 %	24 - 25 %	49 - 52 %
<i>ammophila</i>		20 - 26 %	12 - 23 %	50 - 65 %
<i>issleri</i>		26 - 38 %	13 - 21 %	49 - 52 %
<i>parviflora</i>		24 - 25 %	25 - 33 %	42 - 51 %
<i>silesiaca</i>	19 - 30 %	4 - 21 %	48 - 69 %	

TABLEAU I. — Répartition des classes de pollen chez diverses espèces du genre *Eu-Œnothera*.

Ce tableau comporte un premier groupe de quatre espèces homozygotes ; elles montrent 7 bivalents en diacinèse de Méiose. Leur population pollinique homogène n'est formée que de grains pleins-normaux, si l'on excepte les quelques grains vides accidentels dont la proportion peut atteindre 7 %.

Toutefois une plante d'*Œnothera purpurata* montra en 1967 des grains pleins et des grains vides dans la proportion de 50 % ; elle a tous les caractères de l'espèce *purpurata*, en particulier elle montre aussi 7 bivalents en diacinèse. L'analyse numérique réalisée avec 125 dénombrements d'environ 225 grains de pollen chacun, prélevés dans des anthères diffé-

rentes, montre une distribution gaussienne des pourcentages de grains vides qui est symétrique de part et d'autre de la valeur 50 % (Fig. 2). Sa dispersion est pratiquement délimitée à $\pm 2 \sigma$ (σ prévisible = $\pm 0,033$). Pour le total des 28.360 grains dénombrés, nous trouvons 50,3 % de vides (σ prévisible = $\pm 0,003$). Ces résultats statistiques confirment que nous avons bien une ségrégation gamétophytique pour un facteur létal du pollen.

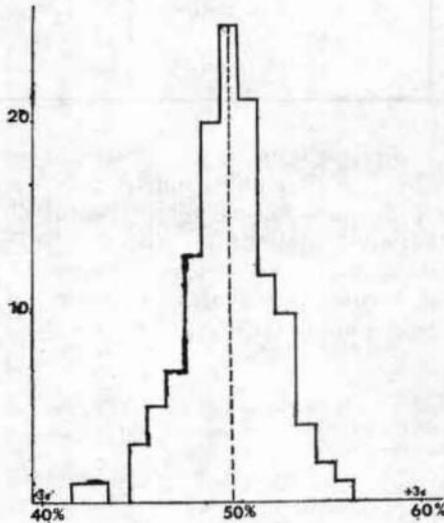


Fig. 2. — Histogramme des pourcentages de grains de pollen vides chez la plante hétérozygote + p d'*Enothera purpurata*.

Cette létalité factorielle est analogue à celle découverte chez *Enothera organensis* (EMERSON 1941) et chez *Oe. fruticosa* (LINDER 1954). La plante qui présente 50 % de grains vides dans la population pollinique, est hétérozygote pour un facteur létal p du pollen ; son génotype est $+/p$. A la méiose la tétrade est composée de deux microspores normales $[+]$ et de deux microspores létales $[p]$. La population pollinique d'une anthère est alors composée de grains pleins et de grains vides dans la proportion de 50 %.

Chez toutes les espèces hétérozygotes, la proportion de grains vides se situe près de 50 %, mais avec une fluctuation de grande amplitude. Pour certaines espèces, telles que *Oe. lamarckiana*, *Oe. atrovirens*, *Oe. suaveolens*, *Oe. syrticola*, *Oe. issleri* et *Oe. nuda*, la dispersion est symétrique par rapport à une valeur théorique de 50 %. Nous avons ainsi émis l'hypothèse de l'existence d'un facteur de létalité p (LINDER, 1959) pour expliquer l'apparition des 50 % de grains vides.

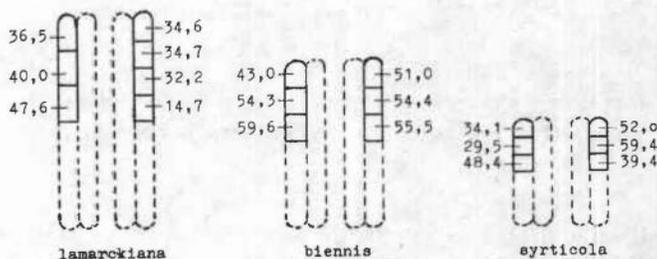
Pour les espèces hétérozygotes hétérogames, comme *Oe. biennis*, qui présentent dans la classe des pleins des grains actifs et des grains inactifs, la létalité de complexe se superpose à la létalité factorielle, de sorte que l'image pollinique exprime une double ségrégation gamétophytique dont le mécanisme peut être schématisé ainsi :

	+	p
Complexe ♂	25 % grains actifs	50 % grains vides
Complexe ♀	25 % grains inactifs	

Chaque plante comporte donc trois classes de grains de pollen, soit pollen plein actif : 25 %, pollen plein inactif : 25 %, pollen vide : 50 %.

Cependant pour plusieurs espèces hétérozygotes l'hypothèse du facteur *p* ne résiste pas à l'analyse statistique. En effet *Oe. silesiaca*, *Oe. parviflora*, *Oe. ammophila* et même *Oe. biennis* montrent une dispersion des pourcentages de grains vides plus étalée que celle qui est statistiquement attendue pour une ségrégation 1-1.

Fig.3. Illustration de la variation des pourcentages de grains vides dans des territoires voisins de loge pollinique - 3 ou 4 dénombrements par quart d'anthère-.



Afin de comprendre cette dispersion inattendue, nous avons dénombré toute la population pollinique d'un fragment d'anthère, pensant ainsi saisir le résultat direct de la ségrégation d'un petit groupe de cellules-mères. La viscine qui relie les grains de pollen entre eux, conserve assez bien sur la préparation la disposition originelle des grains dans l'anthère lorsqu'on opère avant l'anthèse. La figure 3 illustre comment dans trois ou quatre dénombrements partiels effectués par quart d'anthère, varient les pourcentages des grains vides chez les espèces *lamarckiana*, *biennis* et *syrticola*. Les valeurs sont très fluctuantes pour des territoires rapprochés et s'écartent au-delà des limites prévisibles ; elles ne reflètent pas l'image d'une ségrégation factorielle en 50 %. Les résultats numériques figurant sur le tableau II accentuent cette conclusion ; les dénombrements portent sur des territoires d'anthère de 2 mm de long pour les trois mêmes espèces et *nuda*, ainsi que pour *Oe. purpurata* à titre de comparaison. Le

	Grains dénom- brés	% de grains vides		
		T ₁	T ₂	T ₃
<i>Oe. nuda</i>				
anthère 1	517	34 %	54 %	39 %
anthère 2	374	46 %	37 %	46 %
anthère 3	532	63 %	39 %	55 %
<i>Oe. biennis</i>				
anthère 1	758	54 %	59 %	43 %
anthère 2	492	55 %	54 %	51 %
anthère 3	736	61 %	60 %	53 %
<i>Oe. lamarckiana</i>				
anthère 1	979	45 %	44 %	35 %
anthère 2	759	14 %	32 %	34 %
anthère 3	1.179	40 %	42 %	36 %
<i>Oe. syrticola</i>				
anthère 1	425	60 %	87 %	81 %
anthère 2	374	34 %	29 %	42 %
anthère 3	457	38 %	32 %	48 %
<i>Oe. purpurata</i>				
anthère 1	703	52 %	48 %	52 %
anthère 2	486	52 %	51 %	49 %
anthère 3	780	50 %	50 %	52 %

TABLEAU II. — Comparaison des pourcentages de pollen vide dans trois territoires (T₁, T₂, T₃ ; longueur 2 mm) de chaque fois trois anthères différentes chez les espèces *nuda biennis*, *lamarckiana*, *syrticola* et *purpurata*. Chez *purpurata* les valeurs sont très resserrées autour de 50 %.

bilan d'ensemble aussi bien que l'image qui se dégage de l'observation directe au microscope, nous montrent que chez les quatre espèces hétérozygotes les grains vides sont assez régulièrement dispersés parmi les grains pleins, mais leurs proportions varient sensiblement d'un territoire à l'autre. Elles s'éloignent trop des proportions théoriquement attendues d'une ségrégation gamétophytique factorielle pour les allèles + et *p*. Par contre pour *Oe. purpurata* les valeurs sont bien comprises dans les limites de dispersion de la ségrégation 1-1.

La proportion des grains vides chez les espèces hétérozygotes revêt donc une grande irrégularité qui n'est pas compatible avec une ségrégation factorielle. Pour en chercher l'explication nous avons analysé l'image pollinique chez les descendants issus de croisements.

II. L'image pollinique dans la descendance issue d'un hybride

L'analyse de la descendance issue du croisement d'une espèce à pollen normal avec une espèce à pollen léthal, sera intéressante, car elle doit nous montrer, selon le sens du croisement, une transmission (ou non) du facteur léthal.

1) Image pollinique de l'hybride *Oe. blandina* × *Oe. nuda*

Si nous envisageons l'hypothèse du facteur de létalité, celui-ci ne peut être transmis que par l'ovule. Les croisements réciproques doivent don-

ner des images polliniques différentes : si la plante à pollen homogène est la plante-mère, l'hybride ne montrera pas de pollen vide.

Or l'expérience ne confirme pas notre prévision. L'hybride ♀ *Oe. blandina* × *Oe. nuda* ♂ (= *levans* × *glabrans*, diacinese : 8, 2, 2, 2) ne montre pas l'image pollinique attendue de *Oe. blandina*, mais une image analogue à celle de *Oe. nuda*, comme l'indiquent les résultats suivants, prélevés sur quatre plantes hybrides (dénombrement d'un quart d'anthere par fleur) :

1. Grains actifs 37-51 %, inactifs 30-38 %, vides 18-27 %
2. Grains actifs 25-46 %, inactifs 21-36 %, vides 19-53 %
3. Grains actifs 40-56 %, inactifs 16-22 %, vides 28-33 %
4. Grains actifs 20-23 %, inactifs 17-19 %, vides 57-62 %

Les grains vides apparaissent chez toutes les plantes et leurs proportions fluctuent dans des limites très larges allant de 18 % à 62 %. De plus, la distinction entre grains actifs et grains inactifs est beaucoup moins nette, ce qui indiquerait que le mécanisme de létalité balancée des complexes ne joue plus efficacement ; cette observation est confirmée chez les descendants F₂.

2) Image pollinique de l'hybride F₂ : *Oe. blandina* × *Oe. nuda* autofécondé

L'autofécondation réalise les combinaisons de complexes suivantes : *levans* × *levans* (7 bivalents, phénotype *blandina*) et *levans* × *glabrans* (un anneau de 8 et 3 bivalents, phénotype *nuda*) ; la combinaison *glabrans* × *glabrans* est létale. Dans ce lot de plantes F₂ l'image pollinique a été analysée sur six individus (Tableau III) : quatre qui forment 7 bivalents (n^{os} 40, 44, 45, 46) et deux un anneau de caténation en diacinese (n^{os} 41, 42).

Aucune différence significative dans les proportions de grains de pollen vides n'apparaît entre les deux types de plante, si on considère les résultats dans leur ensemble. Ceci révèle qu'il n'existe pas de relation entre la létalité pollinique et la caténation des chromosomes en méiose. C'est même une plante sans anneau, le n^o 46, qui contient la plus forte proportion de grains vides (70,3 %) dans une de ses anthères.

Le fait remarquable est la différence qui existe sur un seul individu, entre fleurs et même entre anthères d'une fleur. C'est encore la plante n^o 46 qui présente les valeurs extrêmes, à savoir 13,6 et 70,3 % de grains vides dans deux anthères voisines, par contre seulement 2,1 et 6,9 % dans une autre fleur ; ce qui fait que la dispersion des pourcentages est bien plus étalée qu'en F₁.

La topographie de la population pollinique semble se présenter comme une marbrure issue de ségrégation histologique : certains territoires de l'anthere seraient plus favorables que d'autres à l'apparition de grains vides épars entre les pleins.

Il faut noter que la ségrégation grains actifs/grains inactifs se maintient partout, sans toutefois apparaître en proportions égales et régulières, en particulier pour les plantes n^{os} 44 et 41.

Plante N°	Morphologie	Diacinèse	Pollen			
			Total	% actif	% inactif	% vide
41	Type <i>nuda</i>	8, 2, 2, 2	788	28,8	40,5	30,7
42	Type <i>nuda</i>	8, 2, 2, 2	279	37,6	38,7	23,6
			406	26,9	49,0	24,1
40	Type <i>blandina</i>	7 bivalents	259	35,9	49,4	14,6
44	Type <i>blandina</i>	7 bivalents	196	61,7	36,2	2,0
			600	61,7	34,8	3,6
			494	37,3	34,0	28,7
			317	69,4	15,8	14,8
			499	69,7	23,9	6,4
45	Type <i>blandina</i>	7 bivalents	257	39,3	24,1	36,5
			357	27,2	28,0	44,8
			361	31,9	14,7	53,4
46	Type <i>blandina</i>	7 bivalents	505	46,5	39,8	13,6
			780	35,8	48,6	15,6
			272	21,3	34,2	44,4
			475	20,8	17,5	61,6
			364	14,3	15,4	70,3
			463	46,0	51,8	2,1
			265	43,4	54,3	2,2
			217	46,1	51,2	2,7
			255	47,8	48,6	3,5
			201	41,3	51,7	6,9

TABLEAU III. — Image pollinique de descendants F₂ de *blandina* × *nuda* autofécondé.

Chaque résultat porte sur le contenu d'un quart d'anthere dénombré juste avant l'anthèse. L'accolade réunit des dénombrements d'une seule fleur.

3) *Image pollinique de plantes F₂ issues d'hybrides F₁ recroisés avec le parent à pollen normal*

Le tableau IV résume les analyses effectuées sur 9 types d'hybrides recroisés. Le phénotype de ces hybrides doubles se rapproche de la plante homozygote utilisée deux fois dans les croisements (n° 1 à 7). Dans l'ensemble et indépendamment du sens du croisement, le pourcentage de grains vides régresse considérablement. La dispersion est encore assez importante : 4,8 à 39,5 % avec toutes les valeurs intermédiaires ; mais elle est plus resserrée que pour les plantes F₁ ou les F₂ autofécondées.

Si on compare les plantes entre elles, par exemple n° 1 et 2 ou bien n° 3 et 4, on constate que les hybrides réciproques réalisent une image pollinique quasi identique. Par ailleurs le n° 1 qui a un plasme initial *blandina* ne se montre pas différent du n° 3 à plasme initial *nuda* : le plasme de la plante-mère initiale qui, malgré l'interférence possible de cytoplasme pollinique, reste le constituant cytoplasmique essentiel après les deux fécondations croisées, ne semble donc pas avoir de répercussion sur le résultat final.

Croisement	Pollen				
	Total	% actif	% inactif	% vide	
1. (<i>blandina</i> × <i>nuda</i>) × <i>blandina</i> Diacinèse : 7 bivalents	{ 331	95,2	0,0	4,8	
	{ 436	89,9	0,7	9,4	
	{ 343	86,0	2,3	11,6	
	{ 462	83,1	0,0	16,8	
2. <i>nuda</i> × (<i>blandina</i> × <i>nuda</i>)	{ 407	76,9	4,4	18,6	
	{ 331	82,2	0,6	17,2	
	{ 394	85,3	0,0	14,7	
	{ 304	86,2	1,7	12,2	
3. (<i>nuda</i> × <i>blandina</i>) × <i>blandina</i>	{ 456	87,1	0,7	12,2	
	{ 400	90,5	0,3	9,2	
	{ 403	81,1	0,5	18,3	
	{ 420	74,1	1,7	24,2	
4. <i>blandina</i> × (<i>nuda</i> × <i>blandina</i>) Plante 1	{ 369	56,1	16,0	27,9	
	{ 329	58,1	11,6	30,3	
	{ 426	87,1	2,8	10,0	
	{ 383	91,4	0,5	8,0	
5. (<i>nuda</i> × <i>hookeri</i>) × <i>hookeri</i>	{ 437	86,7	0,2	13,0	
	{ 377	89,1	0,0	10,8	
6. <i>hookeri</i> × (<i>nuda</i> × <i>hookeri</i>) Plante 1	{ 243	44,0	23,1	32,9	
	{ 531	46,0	33,5	20,5	
	{ 325	54,5	28,3	17,2	
	{ 645	52,4	29,6	17,9	
	{ 390	63,1	0,8	36,1	
	Plante 2	{ 396	60,6	0,5	38,8
		{ 468	68,0	0,0	32,0
		{ 528	60,4	0,0	39,5
	Plante 3	{ 550	62,0	2,4	35,6
	7. (<i>nuda</i> × <i>franciscana</i>) × <i>franciscana</i> Diacinèse : 7 bivalents	{ 458	62,2	24,2	13,5
{ 323		72,1	11,2	16,7	
{ 299		69,9	19,7	10,3	
{ 343		67,4	17,5	15,1	
8. <i>blandina</i> × (<i>nuda</i> × <i>franciscana</i>)	{ 340	77,4	17,7	5,0	
	{ 359	79,4	12,8	7,7	
9. <i>blandina</i> × (<i>nuda</i> × <i>purpurata</i>) Plante 1	{ 382	46,6	20,7	32,7	
	{ 504	82,9	1,4	15,6	
	{ 504	82,9	1,4	15,6	

TABLEAU IV. — Image pollinique de descendants F₂ issus d'hybrides recroisés avec les espèces homozygotes.

L'analyse d'une plante porte généralement sur deux fleurs à raison de deux anthères par fleur — réunies par l'accolade —. Le phénotype de chaque hybride F₂ ressemble au parent homozygote correspondant ; n° 8 ressemble à *blandina* et n° 9 à *purpurata*. Configuration de la diacinèse chez les parents : *nuda* = anneau de 14 ; *hookeri*, *blandina*, *franciscana*, *purpurata* = 7 bivalents ; *nuda* × *hookeri* = 10, 2, 2 ; *nuda* × *blandina* = 8, 4, 2 ; *blandina* × *nuda* = 8, 2, 2, 2 ; *nuda* × *franciscana* = 8, 2, 2, 2 ; *nuda* × *purpurata* = 8, 2, 2, 2.

A la différence des hybrides précédents on remarque ici une régression parallèle des grains inactifs et des grains vides : l'expression de la

létalité balancée s'efface, de sorte que certaines images polliniques se rapprochent de celle des espèces homozygotes à population pollinique homogène. Ceci n'est pas surprenant chez ces hybrides, étant donné que le croisement augmente la dose du génome de l'espèce homozygote. Il en résulte une sorte de guérison de la létalité.

DISCUSSION ET CONCLUSION

Cette étude approfondit la ségrégation de cellules létales au niveau du gaméophyte mâle ; elle dégage des faits qui sont liés aux particularités du partage qu'effectue la méiose et du nouvel équilibre structural réalisé dans la cellule haploïde issue de cette méiose.

— Un facteur p qui induit la létalité du grain de pollen est mis en évidence chez une espèce homozygote, *Oenothera purpurata*, qui généralement montre une image pollinique formée de grains pleins. La plante hétérozygote $+p$ comporte 50 % de grains pleins et 50 % de grains vides dans ses anthères. C'est une ségrégation schématique qui reproduit fidèlement la séparation des allèles $+$ et p en méiose, parce que le cytoplasme se comporte comme un dénominateur commun à toutes les cellules haploïdes.

— La classe de grains de pollen vides qui apparaît en proportion d'environ 50 % chez les espèces hétérozygotes, ne peut pas être attribuée à l'action d'un facteur p . En effet chez l'hybride réalisé avec une plante homozygote à pollen plein, la classe de vides apparaît, quel que soit le sens du croisement effectué. Or, dans le cas où la plante hétérozygote sert de père — p ne pouvant pas être transmis — l'hybride ne devrait pas comporter de classe de vides.

— Chez les descendants F_2 de l'hybride « homozygote à pollen plein \times hétérozygote à classe de vides » la proportion des grains vides est irrégulière et inconstante. Chez l'hybride recroisé par le type homozygote, l'accumulation du génome homozygote conduit à une régression simultanée de la classe des vides et de la classe des inactifs ; l'image pollinique de certains de ces descendants ne se distingue pas de celle d'une espèce homozygote à pollen homogène plein. On assiste à une « guérison » de la létalité. Tout se passe comme si l'harmonie entre génome et plasme était retrouvée ; c'est la condition requise pour le développement de pollen normal. La létalité serait donc la conséquence d'une disharmonie entre génome et plasme qui entrave le métabolisme vital de la microspore.

L'effet d'une disharmonie analogue a été mis en évidence dans les tissus du sporophyte où l'incompatibilité entre génome et plastome réalise des panachures foliaires par exemple (W. STRUBBE). Pour le pollen la situation se présente différemment, car c'est un produit de la méiose : une cellule initiale est départagée en quatre territoires cytoplasmiques dont chacun recevra l'information d'un noyau haploïde, qui lui-même résulte d'une recombinaison dans le cas des descendants hybrides.

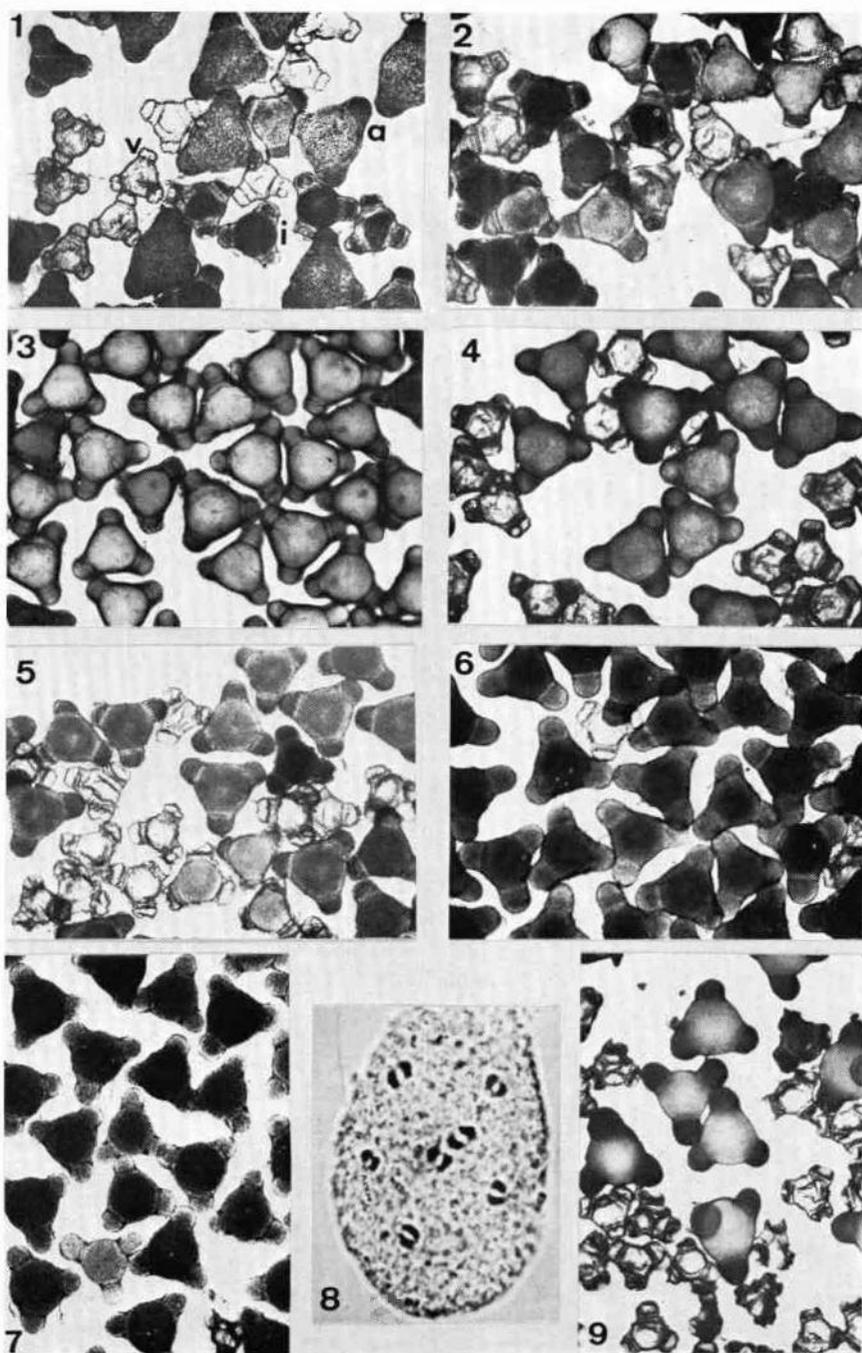
Comment interpréter les résultats observés ? Deux aspects sont à envisager pour cette disharmonie létale qui affecte la microspore issue d'une dissociation de cellules :

1) Une ségrégation histologique comparable à celle qui donne les panachures, fait juxtaposer des groupes de cellules aux propriétés cytoplasmiques différentes dans un même tissu sporogène. Les cellules haploïdes nées dans un territoire d'anthere peuvent se révéler incapables d'assurer un développement normal de la microspore, quelle que soit la composition du génome haploïde né de la méiose : le grain de pollen ne se développe pas. Cet avortement est réalisé par le cytoplasme ; c'est un déterminisme sporophytique. Mais dans cette éventualité on devrait observer des paquets de grains vides, ce qui généralement n'est pas le cas.

2) La cellule haploïde a un équipement neuf du point de vue matériel chromatique. La commande du noyau nouvellement constitué peut elle-même se trouver en disharmonie avec le territoire cytoplasmique pré-existant né du partage de la cellule-mère. Ainsi peut-on s'expliquer la topographie de grains vides largement distribués en faibles proportions. Ils semblent bien être la conséquence d'accidents (de ratés) d'un fonctionnement normal plutôt que l'expression d'un phénomène régulièrement prévisible. C'est un déterminisme gamétophytique. La disparité topographique des grains vides chez les descendants F_2 serait conforme à cette hypothèse.

BIBLIOGRAPHIE

- EMERSON, S. — Linkage relationship of 2 gametophytic characters in *Oenothera organensis*. *Genetica* 26, 469-473 (1941).
- GAGNIEU, A. — La stérilité pollinique : son déterminisme génétique. *Année biol.* 27, 5-20 (1951).
- GAGNIEU, A. — Production de pollen chez le pommier ; possibilité de létalité génique monofactorielle. *Ann. Amél. Plantes* 4, 42 (1951).
- GAGNIEU, A. — Interaction Noyau-Cytoplasme dans la réalisation d'un type de stérilité mâle chez le lin cultivé. *Comptes rendus VIII^e Congrès Int. de Botanique, Paris, 1954.*
- LINDER, R. — Zum Problem der leeren Pollenkörner bei *Oenotheren*. *Ber. Dtsch. Bot. Ges.* 80, 539-544, (1967).
- LINDER, R. — Etude génétique de mécanismes qui limitent la fertilité dans *Oenothera missouriensis* et *Oenothera fruticosa*. *Année biol.* 30, 501-518 (1954).
- LINDER, R. — Faktorielle Pollenletalität. *Z. Vererbungs.* 92, 1-7 (1961).
- LINDER, R., JEAN, R., BOUTANTIN, M. — Etude des *Oenothères* en Alsace. *Bull. Soc. Hist. Nat. Colmar* 48, 21-49 (1957).
- MICHAELIS, P. — Über Zahlenmäßigkeiten plasmatischer Erbträger, insbesondere der Plastiden. *Protoplasma* 55, 177-231 (1962).
- RENNER, O. — Über Sichtbarwerden der mendelschen Spaltung im Pollen von *Oenotherenbastarden*. *Ber. dt. bot. Ges.* 37, 129-135 (1919).
- RENNER, O. — Zur Biologie und Morphologie der männlichen Haplonten einiger *Oenotheren*. *Z. Bot.* 11, 305-380 (1919).
- RENNER, O. — Zur Kenntnis der nichtmendelnden Buntheit der Laubblätter. *Flora (Jena)* 130, 218-290 (1936).
- SCHÖTZ, F. — Über Plastidenkonkurrenz bei *Oenothera*. *Planta* 43, 182-240 (1954).
- SCHÖTZ, F., SENSER, F. — Untersuchungen über die Plastidenentwicklung und Pigmentausstattung der *Oenotheren*. *Z. Vererbungs.* 96, 250-266 (1965).
- STEINER, E. — Incompatibility studies in *Oenothera*. *Z. Vererbungs.* 92, 205-212 (1961).
- STUBBE, W. — Genetische Analyse des Zusammenwirkens von Genom und Plastom bei *Oenothera*. *Z. Vererbungs.* 90, 288-298 (1959).
- STUBBE, W. — The role of the plastome in evolution of the genus *Oenothera*. *Genetica* 35, 28-33 (1964).



Images polliniques.

1. *Enothera biennis*, 3 classes de pollen, a : grain actif, i : grain inactif, v : grain vide.
2. *E. nuda*, 3 classes de pollen.
3. *E. purpurata* à pollen homogène normal.
4. *E. purpurata*, +/p : 50 % de grains pleins, 50 % de grains vides.
5. Hybride F_2 *blandina* \times *nuda*, 3 classes de pollen.
6. Hybride F_2 (*nuda* \times *blandina*) \times *blandina* : population pollinique presque homogène.
7. Hybride F_2 *blandina* \times *nuda* autofécondé, plante n° 44 : population pollinique presque homogène.
8. Diacinèse à 7 bivalents de l'hybride F_2 *blandina* \times *nuda* autofécondé, plante n° 46.
9. Image pollinique de l'hybride F_2 précédent : forte proportion de grains vides.

TABLE DES MATIERES

— A. BERTON et T. DUBOIS-TYLSKI :	
A propos du <i>Corispermum Hyssopifolium</i> L.	1
— A. GHESTEM :	
Ecologie de quelques groupements végétaux de l'estuaire de la Canche	7
— W. MULLENDERS :	
Un naturaliste en Alaska	17
— R. LERICQ :	
Les terrils de la région de Condé-sur-Escaut : aperçus floristique, écologique et phytosociologique	19
— J.-R. WATTEZ :	
Aperçu sur la végétation bryophytique du Montreuillois	29
— M. LEVEQUE et R. GORENFLOT :	
Premières prospections caryologiques dans la flore littorale du Boulonnais	49
— J.-R. WATTEZ :	
Contribution à l'étude de la végétation des marais arrière-littoraux de la plaine alluviale Picarde	53
— M. HOCQUETTE :	
Frontispices	55
— J.-M. GEHU :	
Essai sur la position systématique des végétations vivaces halonitrophiles des côte atlantiques françaises (<i>Agropyreteea pungentis</i> Cl. Nov.)	71
— A.-M. LAMBERT :	
Différenciation des spores et élatères chez quelques Hépatiques ..	79
— B. HEITZ :	
Etude biométrique de l'hétérostylie chez <i>Linum austriacum</i> L. ..	87
— J. DUVIGNEAUD :	
La végétation des Baléares	97
— R. BLONDEAU :	
Technique de culture pour l'étude des interactions microbiennes au niveau du système racinaire des plantules	99
— A.V. MUNAUT, L. DURIN et J.-C. EVRARD :	
Recherches paléoécologiques et pédologiques en forêt d'Andigny (Aisne - France)	105

- R. LERICQ :
La végétation des terrains jurassiques compris entre Auxerre et
Brinon-sur-Beuvron 135
- J.-R. WATTEZ et G. CLAUS :
Parentucellia viscosa Caruel, espèce nouvelle pour le Nord de la
France ? 147
- T. DUBOIS-TYLSKI :
Diatomées des sables d'Hardelot (Pas-de-Calais) 155
- D. COUSTAUT et J. DELAY :
Etude caryologique du *Glaucium flavum* Crantz. 163
- J.-R. WATTEZ :
Notule bryologique pour le pays de Montreuil 169
- T. DUBOIS et P. TOMBAL :
Les groupements et l'endémisme en Corse 173
- A. GHESTEM et J.-R. WATTEZ :
La végétation d'un secteur de l'Artois : le Haut-Pays (la région
d'Embry, Pas-de-Calais) 175
- M. HOCQUETTE :
Petite chronique topographique, botanique et lilloise 199
- R. BOURIQUET et A. GORIS :
Influence des acides dicarboxyliques en C₄ sur la croissance et la
composition glucidique des tissus de carotte cultivés « in vitro » 203
- R. LINDER et R. JEAN :
La létalité pollinique chez les *Eu-Oenothera* 209