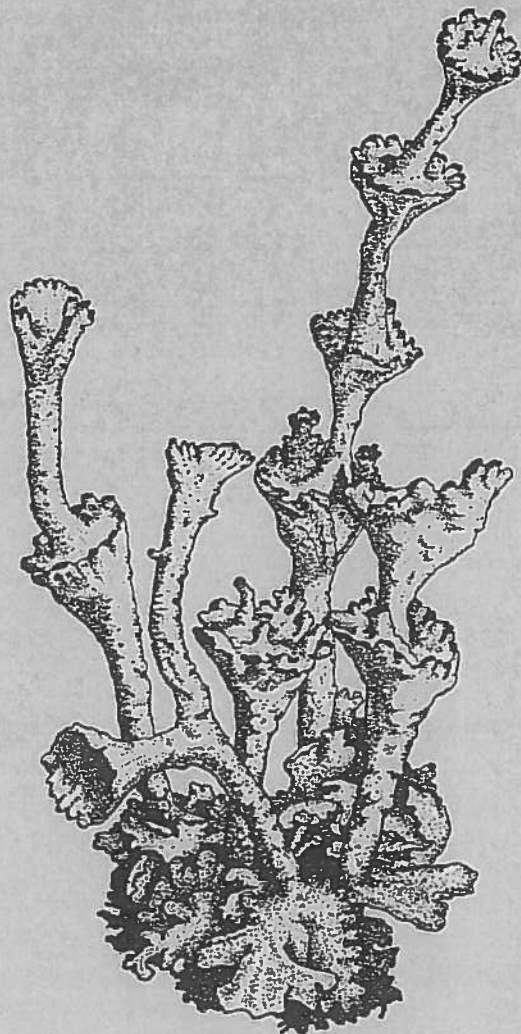


bulletin d'informations
de
l'association française de lichénologie



ASSOCIATION FRANÇAISE DE LICHENOLOGIE

Président d'honneur: GEORGES CLAUZADE

Président

André BELLEMERE
53, Jardins Boieldieu
92800 PUTEAUX
(1) 47 71 91 11 p.360
(1) 47 75 05 31

Vice Président

Serge DERUELLE
Laboratoire de Cryptogamie
Université P. et M. Curie
7, quai Saint Bernard
75252 PARIS CEDEX 05
(1) 44 27 59 70

Secrétaire

Jean-Claude BOISSIERE
Laboratoire de Biologie Végétale
Rte de la Tour Denécourt
77300 FONTAINEBLEAU
(1) 64 22 37 40
Fax (1) 60 72 68 16

Trésorier

Jean-Pierre GAVERIAUX
14, Les Hirsons
62800 LIEVIN

Autres membres du Conseil d'Administration:

Pierre COLLIN, Clothier COSTE

Imprimé par les soins de l'Association - Directeur de la Publication: A. BELLEMERE.

Dépot légal: juin 1992

SOMMAIRE

ARTICLES

LICHENS DE FRANCE

Atlas des Lichens de France, 2è état d'avancement par Michel LEROND p. 03

A propos d'*Epigloea bactrospora* Zukal dans les Vosges, par Jean-Paul MONTAVONT p. 15

LICHENOLOGIE GENERALE

Dynamique actuelle et évolution holocène des versants du Spitsberg (Kongsfjord, 79° Nord) par Marie-Françoise ANDRE p. 21

Influence de l'ozone sur l'aspect morphologique de quelques espèces lichéniques; expériences en laboratoire, par Isabelle LEGRAND p. 29

Physiologie des Lichens et pollution diffuse: synthèse bibliographique, par Isabelle LEGRAND p. 33

Eléments de bibliographie lichénologique récente, par André BELLEMERE p. 39

INFORMATIONS LICHENOLOGIQUES GENERALES

p. 51

VIE DE L'ASSOCIATION

p. 53

ACTIVITES SCIENTIFIQUES p. 53

NOUVELLES DES MEMBRES p. 55

GESTION DE L'ASSOCIATION p. 58

NOTES DIVERSES p. 59

LISTE DES ADHERENTS

p. 61

ASSOCIATION FRANÇAISE DE LICHENOLOGIE

Siège Social

Laboratoire de Cryptogamie
Université Paris VI, BP 33
7 quai Saint Bernard
75252 PARIS CEDEX 05

Prix de l'abonnement 1992 au Bulletin de l'Association Française de Lichénologie
(deux fascicules par an)

110 FF

ADHESION (donne droit à l'abonnement)

100 FF

Vente au numéro

60 FF

Tirés à part de tout article sur demande et contre participation aux frais (de photocopie et d'expédition)

1FF/page

Possibilité d'effectuer tous les paiements par CCP: Association Française de Lichénologie n° 11 220 87 R
PARIS

ATLAS DES LICHENS DE FRANCE 2è ETAT D'AVANCEMENT

par

Michel LEROND

Le point du Jour
76780 SIGY-EN-BRAY

Voilà maintenant un peu plus de cinq ans que nous avons commencé au sein de l'A.F.L. la réalisation d'un atlas avec le concours du Secrétariat Faune Flore et de l'Observatoire Régional de l'Environnement de Haute-Normandie. En mars 1990 était publié un premier état d'avancement après le traitement informatique de 500 bordereaux. Nous en sommes actuellement à un peu plus de 1000 bordereaux traités, et il paraissait opportun de publier à nouveau un bilan cartographique de cet atlas.

1. OBJECTIF ET METHODE

Rappelons qu'à terme, notre objectif est de réaliser un **atlas informatisé des lichens de France** permettant de multiples exploitations: chorologie, flore, selon des critères de lieu, de date, d'altitude, etc...

Dans un premier temps, il ne s'agit pas d'opérer une prospection de terrain laborieuse, mais de saisir les **données que chacun possède**. Il faut seulement s'assurer de la fiabilité de ses informations et s'engager à effectuer le travail de report sur des bordereaux de saisie, ce qui est un travail simple mais assez fastidieux c'est vrai.

L'atlas des lichens de France est réalisé par deux organismes associés:

- L'Association Française de Lichénologie, promoteur du projet
- Le Secrétariat Faune Flore du Museum National qui assure le traitement informatique des données

L'Observatoire Régional de l'Environnement de Haute-Normandie en a assuré la coordination de 1986 à 1991.

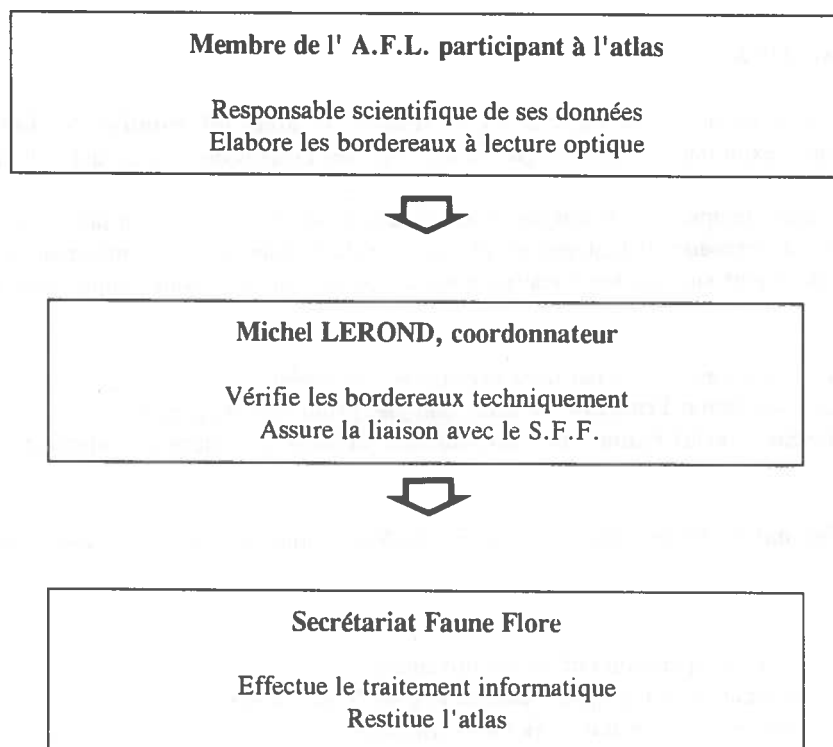
Les principales étapes de cette opération ont été les suivantes:

- 1973 : premières cartographies dans la Région Nord-Pas-de-Calais
- 1983 : programme expérimental en Haute-Normandie
- 1986 : choix d'une liste de 30 espèces (référence à la nomenclature de CLAUZADE et ROUX)
- 1987 : élaboration des premiers bordereaux
- 1989 : traitement informatique de 500 bordereaux
- 1990 : publication d'un premier état d'avancement
- 1991 : traitement informatique de 1000 bordereaux
- 1992 : publication d'un 2e état d'avancement

Les 30 espèces retenues pour le moment sont les suivantes:

- | | |
|--------------------------------|--|
| 1 <i>Anaptychia ciliaris</i> | 16 <i>Parmelia revoluta</i> |
| 2 <i>Bryoria fuscescens</i> | 17 <i>Parmelia soledians</i> |
| 3 <i>Buellia punctata</i> | 18 <i>Parmelia tiliacea</i> |
| 4 <i>Cetraria chlorophylla</i> | 19 <i>Parmeliopsis ambigua</i> |
| 5 <i>Cladonia rangiferina</i> | 20 <i>Pertusaria amara</i> |
| 6 <i>Diploicia canescens</i> | 21 <i>Physcia aipolia</i> |
| 7 <i>Hypogymnia bitteriana</i> | 22 <i>Physcia clementei</i> |
| 8 <i>Lecanora conizaeoides</i> | 23 <i>Physconia grisea</i> |
| 9 <i>Lecanora expallens</i> | 24 <i>Platismatia glauca</i> |
| 10 <i>Lobaria pulmonaria</i> | 25 <i>Pseudevernia furfuracea</i> |
| 11 <i>Normandina pulchella</i> | 26 <i>Psora scalaris</i> |
| 12 <i>Parmelia acetabulum</i> | 27 <i>Pyrenula nitida</i> |
| 13 <i>Parmelia caperata</i> | 28 <i>Teloschistes chrysophthalmus</i> |
| 14 <i>Parmelia perlata</i> | 29 <i>Xanthoria parietina</i> |
| 15 <i>Parmelia reticulata</i> | 30 <i>Xanthoria polycarpa</i> |

Le détail de la méthodologie est fourni aux participants, le circuit général de l'information étant celui-ci :



Bien que le nombre de participants soit encore réduit (une vingtaine de personnes ont déjà apporté leur concours) les résultats sont très encourageants si on en juge par le travail déjà accompli, que tous en soient remerciés :

- Juliette ASTA et Gladys BELANDRIA: 231 bordereaux
- Jean BEGUINOT : en cours

- Michel BOTINEAU : en cours
- Michel LEROND : 1730 bordereaux
- Chantal VAN HALUWYN : 359 bordereaux
- Jean-Roger WATTEZ : informations traitées par C. VAN HALUWYN
- Marie-Agnès LETROUIT, Serge DERUELLE et Claude FOURNIGAULT : 310 bordereaux
- Jean SAPALY : 32 bordereaux
- Jean-Claude BOISSIERE : 75 bordereaux avec MM. BELLEMERE, VIVANT et DIEDERICH
- Claude REMY : 106 bordereaux
- Barbara BENFIELD : en cours
- André BELLEMERE : informations traitées par J.C. BOISSIERE
- M. DEVERRIERE : en cours
- Jean DORGELO : en cours
- Richard LALLEMANT : 40 bordereaux

C'est donc un total de **1163 bordereaux** qui ont été remplis à ce jour. A cette occasion quelques détails de procédure doivent être rappelés :

- Il est nécessaire de cocher toutes les cases d'un champ renseigné, y compris les zéros précédant un code, faute de quoi les fiches sont rejetées par le lecteur optique.

- Toutes les fiches sont à m'adresser d'abord et jamais directement au S.F.F.

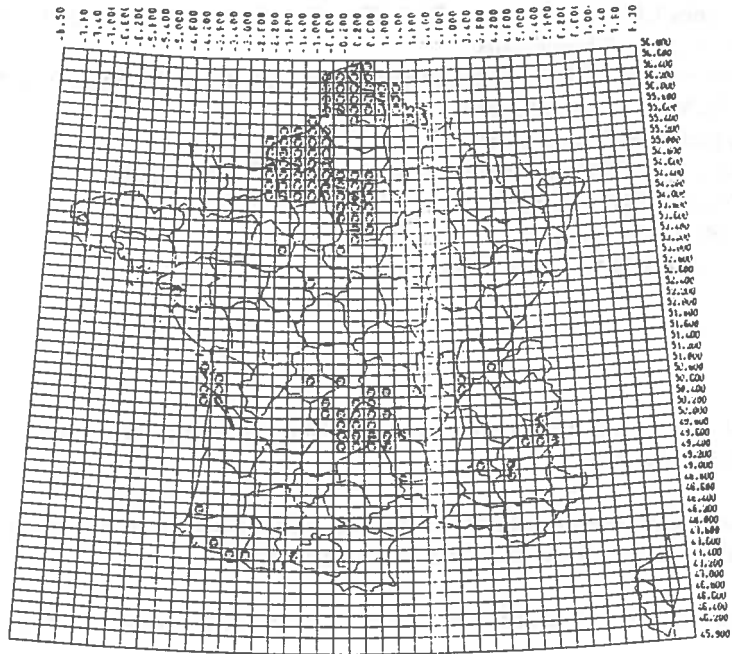
- Il appartient à chaque participant de se prémunir contre les pertes de courrier qui pourraient survenir; il n'est pas fait de photocopies des fiches. Les informations ne sont donc sauvegardées qu'après qu'elles aient été saisies au S.F.F.

Par ailleurs se met en place une **cartographie européenne des lichens** dont Chantal VAN HALUWYN assure la coordination pour la France. (Bulletin A.F.L. 16-2 p. 92).

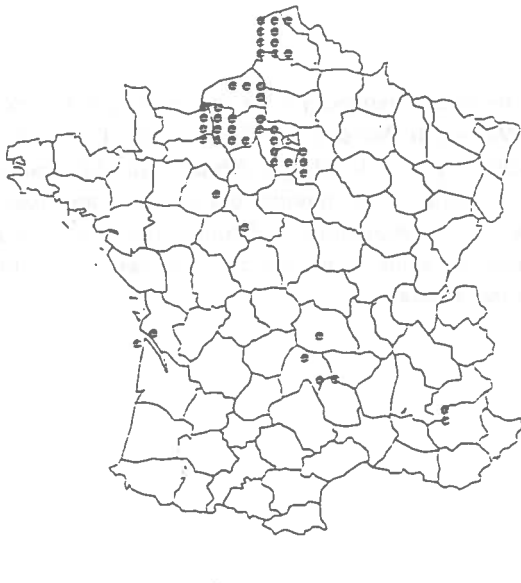
2. RESULTATS

Les résultats sont donnés sous forme cartographique réduite, ci-après. En ce qui concerne les mailles renseignées, on remarquera une forte progression depuis 1990 **sur le Nord et sur l'Auvergne**. Par contre des lacunes importantes subsistent sur le pourtour méditerranéen, l'Est et le Massif Armoricain. Les cartes de répartition d'espèces doivent donc être interprétées avec précaution. Néanmoins ces cartes, dans leur état actuel, apportent des éléments sur la chorologie des espèces. Cette géographie lichénique que l'on voit ainsi apparaître sous nos yeux est un encouragement pour chacun de nous à poursuivre cette oeuvre de longue haleine et à convaincre de nouveaux participants de l'intérêt de cet atlas.

ATLAS DES LICHENS DE FRANCE
 ASSOCIATION FRANÇAISE DE LICHENOLOGIE
 SECRETARIAT DE LA FAUNE ET DE LA FLORE - PARIS, OCTOBRE 1991
 CARTE DE PROSPECTION 1 (CARTES 1/50 000)



ATLAS DES LICHENS DE FRANCE
 ASSOCIATION FRANÇAISE DE LICHENOLOGIE
 SECRETARIAT DE LA FAUNE ET DE LA FLORE - PARIS, OCTOBRE 1991
 ANAPTYCHIA CILIARIS

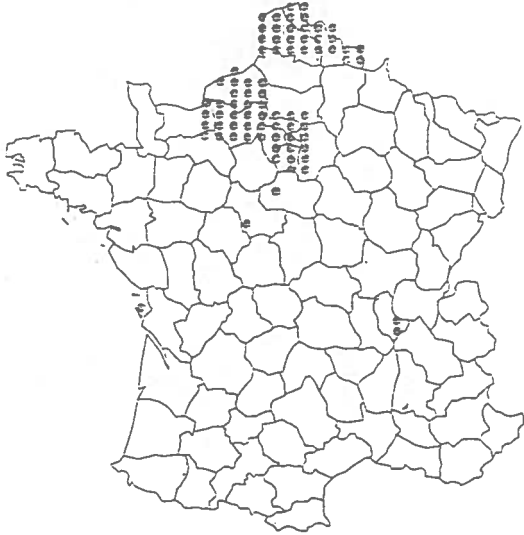


ATLAS DES LICHENS DE FRANCE
 ASSOCIATION FRANÇAISE DE LICHENOLOGIE
 SECRETARIAT DE LA FAUNE ET DE LA FLORE - PARIS, OCTOBRE 1991
 BRYODIA FUSCESCENS



0 200.00 400.00 km

ATLAS DES LICHENS DE FRANCE
 ASSOCIATION FRANCAISE DE LICHENOLOGIE
 SECRETARIAT DE LA FAUNE ET DE LA FLORE - PARIS , OCTOBRE 1991
 BUJELLIA PUNCTATA



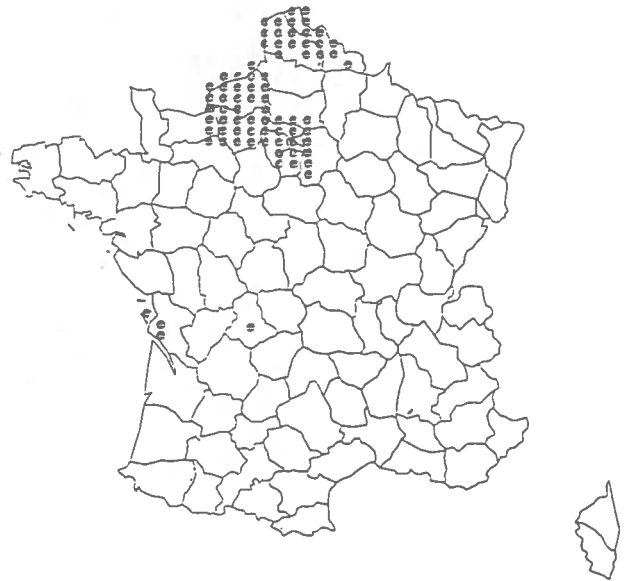
ATLAS DES LICHENS DE FRANCE
 ASSOCIATION FRANCAISE DE LICHENOLOGIE
 SECRETARIAT DE LA FAUNE ET DE LA FLORE - PARIS , OCTOBRE 1991
 CETRARIA CHLOROPHYLLA



ATLAS DES LICHENS DE FRANCE
 ASSOCIATION FRANCAISE DE LICHENOLOGIE
 SECRETARIAT DE LA FAUNE ET DE LA FLORE - PARIS , OCTOBRE 1991
 CLADONIA RANGIFERINA



ATLAS DES LICHENS DE FRANCE
 ASSOCIATION FRANCAISE DE LICHENOLOGIE
 SECRETARIAT DE LA FAUNE ET DE LA FLORE - PARIS , OCTOBRE 1991
 DIPLOICIA CANESCENS

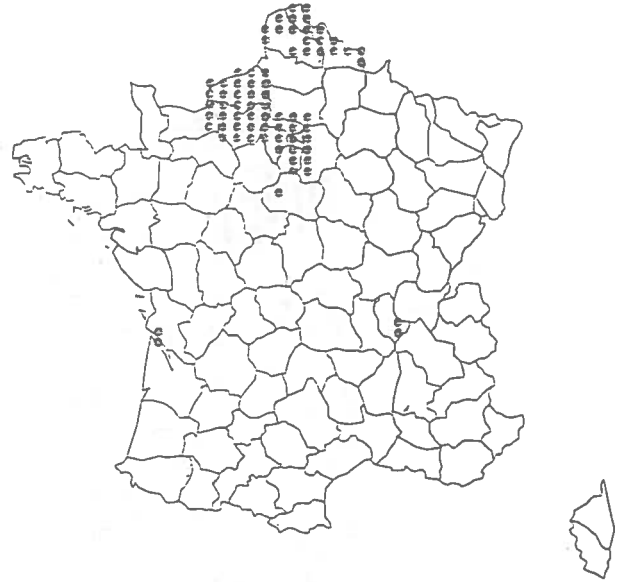


0,0 200,00 400,00 km

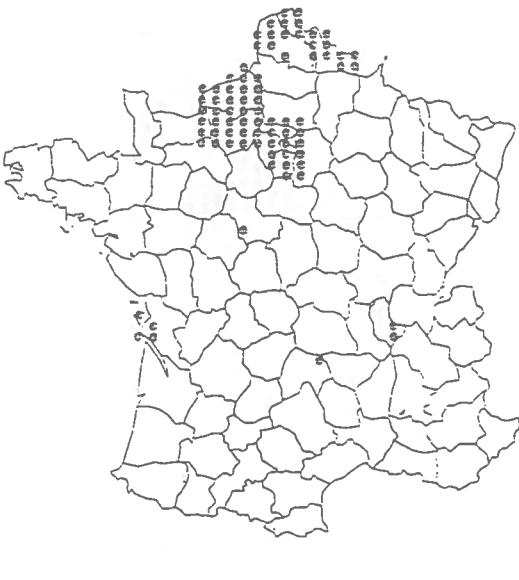
ATLAS DES LICHENS DE FRANCE
 ASSOCIATION FRANCAISE DE LICHENOLOGIE
 SECRETARIAT DE LA FAUNE ET DE LA FLORE - PARIS , OCTOBRE 1991
 HYPOGYMNIA BITTERIANA



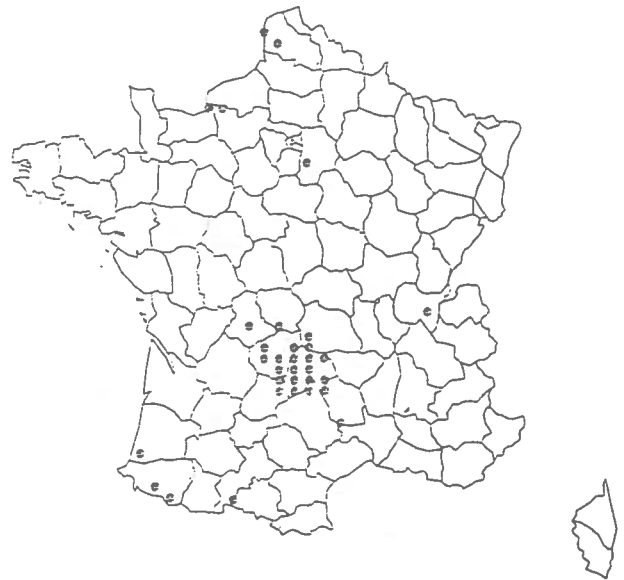
ATLAS DES LICHENS DE FRANCE
 ASSOCIATION FRANCAISE DE LICHENOLOGIE
 SECRETARIAT DE LA FAUNE ET DE LA FLORE - PARIS , OCTOBRE 1991
 LECANURIA CONVEXICEDIS



ATLAS DES LICHENS DE FRANCE
 ASSOCIATION FRANCAISE DE LICHENOLOGIE
 SECRETARIAT DE LA FAUNE ET DE LA FLORE - PARIS , OCTOBRE 1991
 LECANURIA EXFALLENS



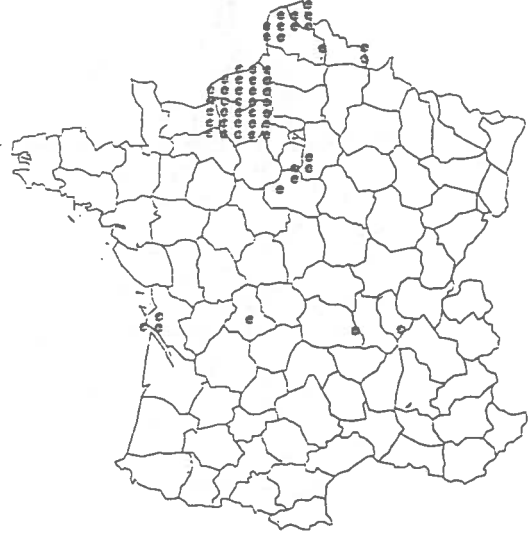
ATLAS DES LICHENS DE FRANCE
 ASSOCIATION FRANCAISE DE LICHENOLOGIE
 SECRETARIAT DE LA FAUNE ET DE LA FLORE - PARIS , OCTOBRE 1991
 LOBARIA PULMONARIA



ATLAS DES LICHENS DE FRANCE
 ASSOCIATION FRANCAISE DE LICHENOLOGIE
 SECRETARIAT DE LA FAUNE ET DE LA FLORE - PARIS , OCTOBRE 1991
 PARTELIA RETICULATA



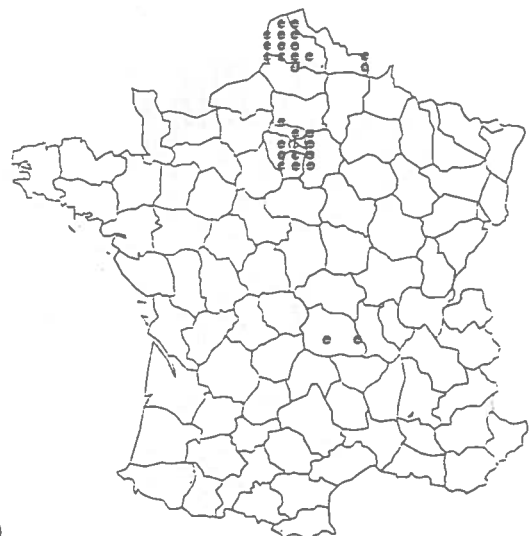
ATLAS DES LICHENS DE FRANCE
 ASSOCIATION FRANCAISE DE LICHENOLOGIE
 SECRETARIAT DE LA FAUNE ET DE LA FLORE - PARIS , OCTOBRE 1991
 PARTELIA REVOLUTA



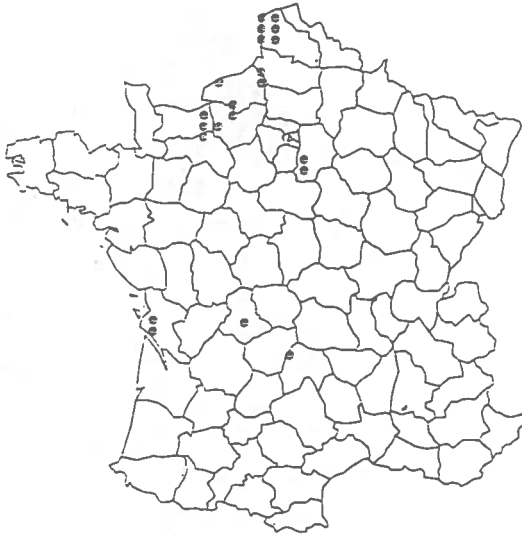
ATLAS DES LICHENS DE FRANCE
 ASSOCIATION FRANCAISE DE LICHENOLOGIE
 SECRETARIAT DE LA FAUNE ET DE LA FLORE - PARIS , OCTOBRE 1991
 PARTELIA SOREDIANS



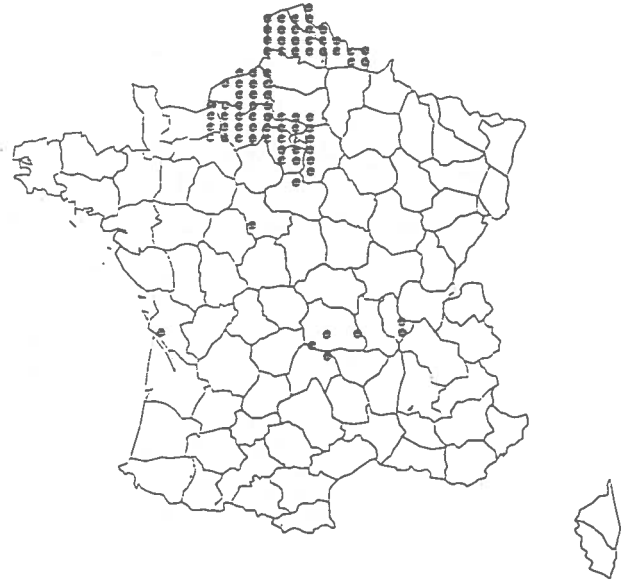
ATLAS DES LICHENS DE FRANCE
 ASSOCIATION FRANCAISE DE LICHENOLOGIE
 SECRETARIAT DE LA FAUNE ET DE LA FLORE - PARIS , OCTOBRE 1991
 PARTELIA TILIACEA



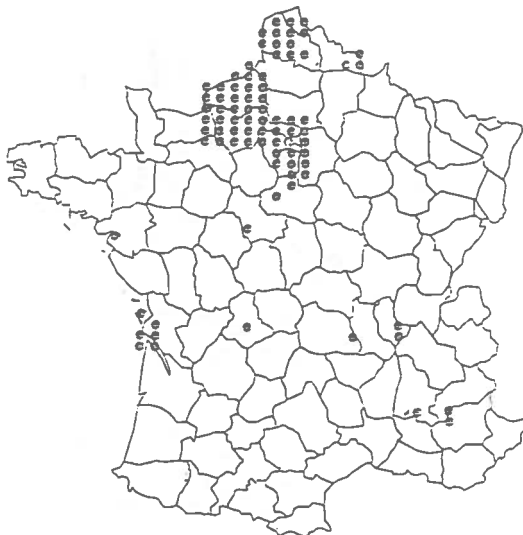
ATLAS DES LICHENS DE FRANCE
 ASSOCIATION FRANCAISE DE LICHENOLOGIE
 SECRETARIAT DE LA FAUNE ET DE LA FLORE - PARIS , OCTOBRE 1991
 NORRHADINA PULCHELLA



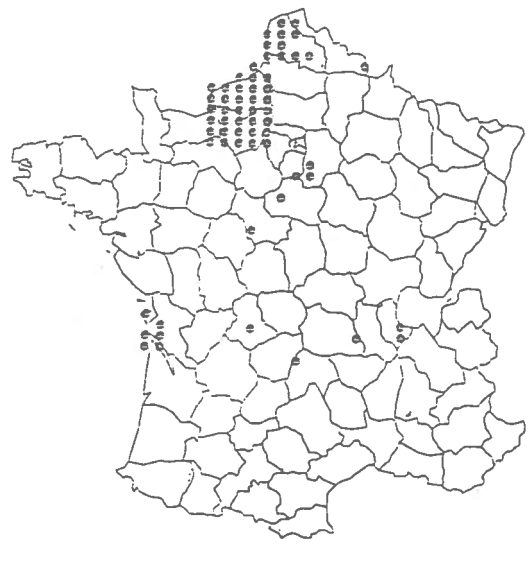
ATLAS DES LICHENS DE FRANCE
 ASSOCIATION FRANCAISE DE LICHENOLOGIE
 SECRETARIAT DE LA FAUNE ET DE LA FLORE - PARIS , OCTOBRE 1991
 PARMELIA ACETABULUM



ATLAS DES LICHENS DE FRANCE
 ASSOCIATION FRANCAISE DE LICHENOLOGIE
 SECRETARIAT DE LA FAUNE ET DE LA FLORE - PARIS , OCTOBRE 1991
 PARMELIA CAPERATA



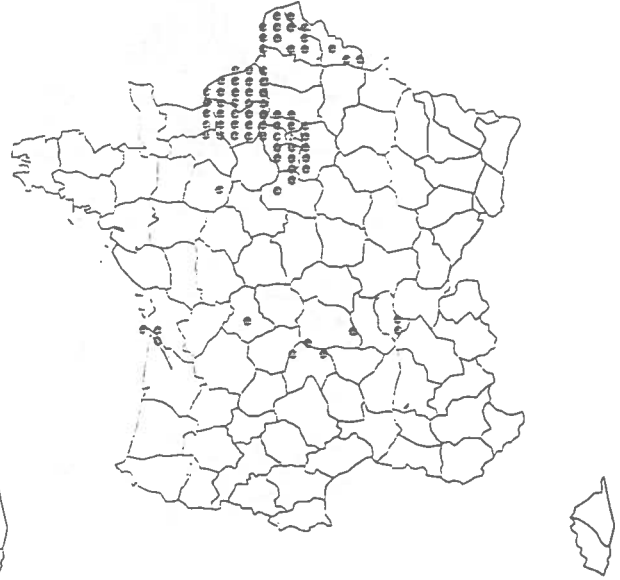
ATLAS DES LICHENS DE FRANCE
 ASSOCIATION FRANCAISE DE LICHENOLOGIE
 SECRETARIAT DE LA FAUNE ET DE LA FLORE - PARIS , OCTOBRE 1991
 PARMELIA PERLATA



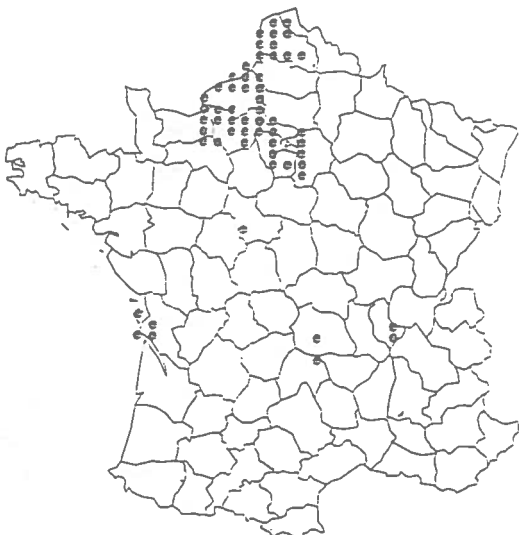
ATLAS DES LICHENS DE FRANCE
 ASSOCIATION FRANÇAISE DE LICHENOLOGIE
 SECRETARIAT DE LA FAUNE ET DE LA FLORE - PARIS , OCTOBRE 1991
 PARTELIOPSIS AMEIGUA



ATLAS DES LICHENS DE FRANCE
 ASSOCIATION FRANÇAISE DE LICHENOLOGIE
 SECRETARIAT DE LA FAUNE ET DE LA FLORE - PARIS , OCTOBRE 1991
 PERTUSARIA AMARA



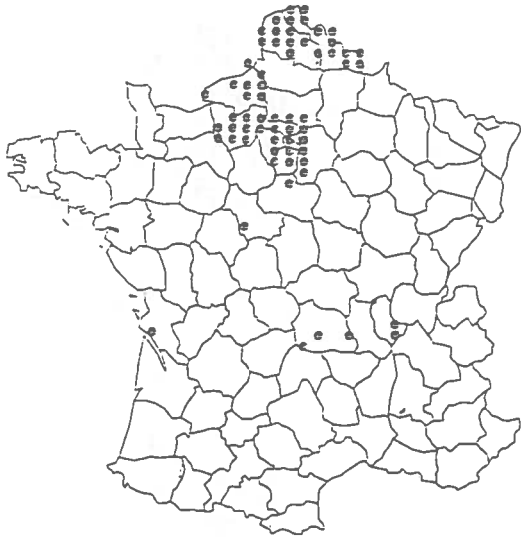
ATLAS DES LICHENS DE FRANCE
 ASSOCIATION FRANÇAISE DE LICHENOLOGIE
 SECRETARIAT DE LA FAUNE ET DE LA FLORE - PARIS , OCTOBRE 1991
 PHYSCIA AIPOLOIA



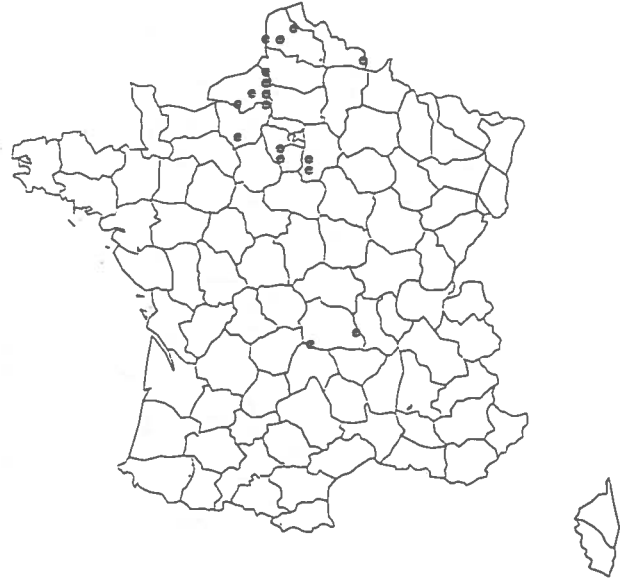
ATLAS DES LICHENS DE FRANCE
 ASSOCIATION FRANÇAISE DE LICHENOLOGIE
 SECRETARIAT DE LA FAUNE ET DE LA FLORE - PARIS , OCTOBRE 1991
 PHYSCIA CLEMENTEI



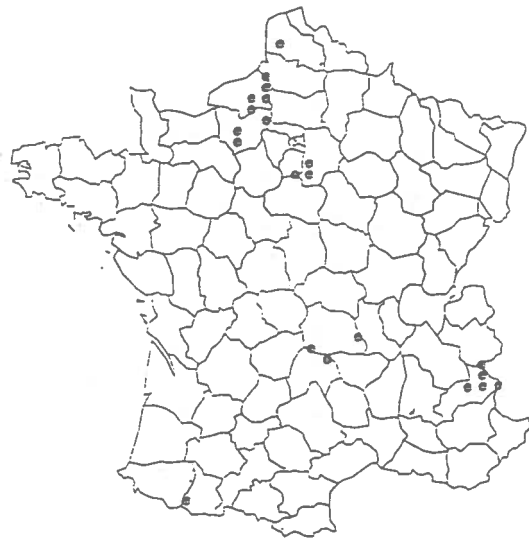
ATLAS DES LICHENS DE FRANCE
 ASSOCIATION FRANÇAISE DE LICHENOLOGIE
 SECRETARIAT DE LA FAUNE ET DE LA FLORE - PARIS , OCTOBRE 1991
 PHYSOCONIA GRISEA



ATLAS DES LICHENS DE FRANCE
 ASSOCIATION FRANÇAISE DE LICHENOLOGIE
 SECRETARIAT DE LA FAUNE ET DE LA FLORE - PARIS , OCTOBRE 1991
 PLASTISMATIA GLAUCA



ATLAS DES LICHENS DE FRANCE
 ASSOCIATION FRANÇAISE DE LICHENOLOGIE
 SECRETARIAT DE LA FAUNE ET DE LA FLORE - PARIS , OCTOBRE 1991
 PSEUDVERNIA FURFURACEA

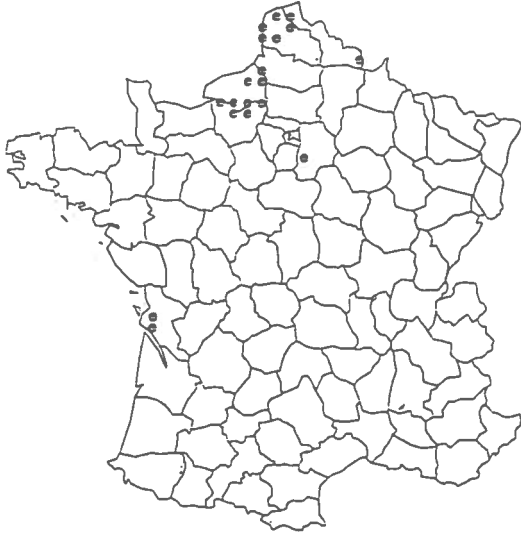


ATLAS DES LICHENS DE FRANCE
 ASSOCIATION FRANÇAISE DE LICHENOLOGIE
 SECRETARIAT DE LA FAUNE ET DE LA FLORE - PARIS , OCTOBRE 1991
 PSORA SCALARIS

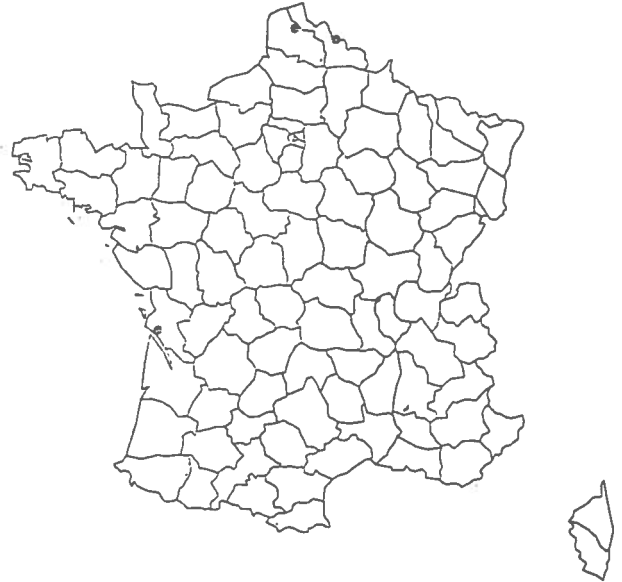


0 200.00 400.00 km

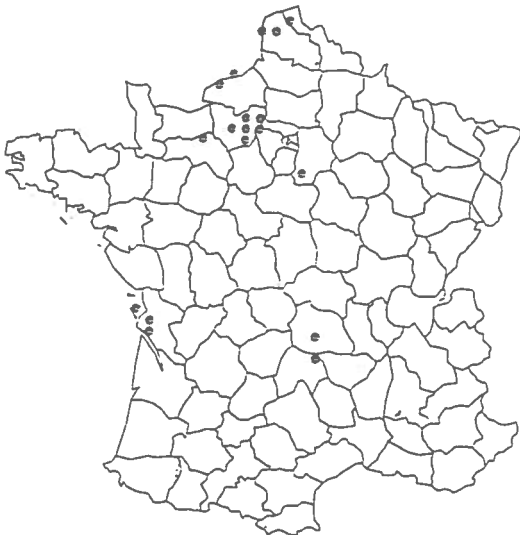
ATLAS DES LICHENS DE FRANCE
 ASSOCIATION FRANCAISE DE LICHENOLOGIE
 SECRETARIAT DE LA FAUNE ET DE LA FLORE - PARIS , OCTOBRE 1991
 PYRENULA NITIDA



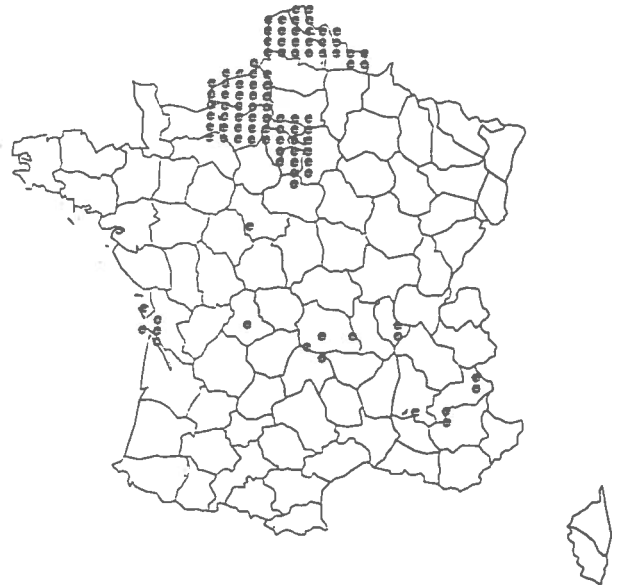
ATLAS DES LICHENS DE FRANCE
 ASSOCIATION FRANCAISE DE LICHENOLOGIE
 SECRETARIAT DE LA FAUNE ET DE LA FLORE - PARIS , OCTOBRE 1991
 TELDSCHISTES CHRYSOPHTHALMUS



ATLAS DES LICHENS DE FRANCE
 ASSOCIATION FRANCAISE DE LICHENOLOGIE
 SECRETARIAT DE LA FAUNE ET DE LA FLORE - PARIS , OCTOBRE 1991
 XANTHORIA POLYCARPA



ATLAS DES LICHENS DE FRANCE
 ASSOCIATION FRANCAISE DE LICHENOLOGIE
 SECRETARIAT DE LA FAUNE ET DE LA FLORE - PARIS , OCTOBRE 1991
 XANTHORIA PARIETINA



A PROPOS D'*EPIGLOEA BACTROSPORA* ZUKAL

DANS LES VOSGES

par

Jean-Paul MONTAVONT

4 rue de l'école
F. 68170 RIXHEIM

Lors d'une sortie aux environs de Rupt-sur-Moselle (Vosges) notre attention fut attirée par la présence d'importantes croûtes vertes couvrant sur une hauteur de près d'un mètre l'écorce d'un groupe de bouleaux blancs. A certains endroits sèches, parcheminées et luisantes, à d'autres visqueuses, hydratées et d'aspect ondulé, elles étaient toutes orientées du côté le moins exposé à la lumière. Les mieux développées se trouvaient aux endroits marécageux les plus humides, couvrant quelques mousses à la base des troncs. La plus grande partie était directement située sur l'écorce des bouleaux dont le développement faible devait tenir plus à un excès d'humidité qu'à l'altitude (600 m seulement). Un examen à la loupe (grossissement 10) met en évidence de nombreux points noirs et minuscules sur les parties les plus développées au niveau de hauteur intermédiaire.

A la détermination, l'examen devait rapidement montrer qu'il s'agissait d'*Epigloea bactrospora* Zukal. C'est la seule espèce du genre signalée dans les flores françaises antérieures à celle de CLAUZADE et ROUX (1985), qui en mentionne 8 (: 889). L'ouvrage de WIRTH (1987), expurgé de cette espèce, ne la mentionne plus que sous la rubrique des champignons lichénicoles (510). Ceci nous a étonné. Cherchant à nous documenter nous avons pu consulter un article très complet de DÖBBELER (1984) répertoriant et décrivant toutes les espèces connues d'*Epigloea*, et faisant à ce propos une mise au point des différentes positions d'auteurs concernant la notion de lichénisation.

C'est en 1890 que H. ZUKAL (1845-1900) publia, dans le bulletin botanique d'Autriche, une étude sur un nouveau lichen gélatineux dont le caractère "tout à fait exceptionnel" était la présence, dans le thalle, d'algues vertes et non pas bleues: il s'agissait d'*Epigloea bactrospora*. Cette espèce, type du genre *Epigloea* Zukal fut élevée par la suite au rang de référence pour la famille des Epigloeaceae créée par ZAHLBRÜCKNER en 1903; dont la position parmi les Ascomycètes reste incertaine (ERIKSSON et HAWKSWORTH 1991). Nous trouvons ensuite plusieurs études concernant cette espèce, d'abord celle de JAGG et THOMAS (1934), puis celle de GRUMMAN (1969), qui reprend le terme de "Halbflechten" (discuté à la fin de cet exposé), et aussi celles d'ERIKSSON (1981) et de J.C. DAVID (1987). Ces articles cernent de façon de plus en plus précise les caractères de l'espèce et ses relations avec des genres voisins, mais la cohabitation de l'ascomycète et des algues vertes posa très longtemps une interrogation quant à la position systématique de cette espèce.

Actuellement 10 espèces sont rangées dans le genre *Epigloea*: 8 d'Europe, spécialement d'Europe Centrale, et 2 des régions sub-antarctiques. Une description en est faite minutieusement dans l'article de DÖBBELER.

Epigloea bactrospora Zukal fut longtemps la seule connue du genre. Comme le dit Döbbeler, il ne s'agit pas d'une "éminente" rareté; en examinant de nombreuses formations d'algues vertes en croûte avec une forte loupe il est possible d'apercevoir parfois ses microscopiques ascocarpes. Il ne signale pourtant aucune récolte en France, les plus proches étant le pays de Bade Wurtemberg en Allemagne et la Suisse. La flore de OZENDA et CLAUZADE (1970) mentionne en outre les régions Côte d'or et Haute-Loire?.

L'amas d'algues formant une couche d'allure variable ne peut donner un aspect typique qu'à l'état hydraté. Dans cet état, où son épaisseur ne dépasse guère 2-3 mm son aspect est gélatineux verdâtre, il englué

de nombreux petits corps étrangers et il devient légèrement translucide, laissant mieux apparaître les fructifications noirâtres du champignon. A l'examen microscopique aucune structure tissulaire particulière n'est visible, ni dans la masse d'algues dépourvue de mycélium, ni dans celle qui est parcourue par des filaments mycéliens. La nature exacte de l'algue ne semble pas encore définitivement établie. JAGG et THOMAS en firent en 1934, pour l'espèce *Epigloea bactrospora*, une espèce spéciale : *Coccomyxa epigloeeae*. Ce genre d'algues gélatineuses de la famille des Palmellacées à unique chloroplaste en cloche dépourvu de pyrénoides, n'est toutefois pas propre au seul genre *Epigloea* et se rencontre chez d'autres lichens.

Les cellules de *Coccomyxa epigloeeae* mesurent de 3 à 10 μm , mais une coque gélatineuse de 5 μm double leur diamètre et décuple presque leur volume hydrophile. Selon HONEGGER et BRÜNNER (1981) des haustories (= suçoirs) du champignon dans l'algue existent indubitablement chez les *Epigloea*, ce qui n'est pas le cas de tous les lichens. Selon ces auteurs cette particularité est peut être à mettre en rapport avec l'absence de sporo-pollenine dans les parois de l'algue; celle-ci priverait l'algue d'une partie de ses défenses contre le champignon. Selon GRUMMANN (1969) les algues de deux *Voralbergia* (genre rattaché au genre *Epigloea*) sont probablement des *Chorella*.

Le mycélium hyalin, lâche, ramifié et anastomosé parcourt presque toute la croûte algale. Un mucilage remplit avec une densité variable l'espace entre algue et mycélium. Il nous semble que cette matière mucilagineuse est d'autant plus présente et importante que le développement du mycélium et celui des périthèces sont eux-mêmes plus vigoureux. On ignore si c'est l'activité du champignon dans l'algue qui provoque cet aspect du mucilage ou bien si le champignon se développe préférentiellement là où la masse gélatineuse est la plus importante ? Les haustories en forme de bouton-pression ne semblent gêner en aucun cas les cellules algales où aucune nécrose n'est visible; au contraire la majorité des auteurs s'accorde pour signaler une multiplication plus active des algues atteintes.

Dans l'ensemble des espèces du genre *Epigloea*, les périthèces ont de 100 à 250 μm de diamètre. L'ostiole, large de 25 à 100 μm , est de couleur un peu différente, plus foncée ou plus claire. Avec un peu de chance, il est possible de voir à la loupe binoculaire la masse hyméniale hyaline faire protrusion au dessus de l'orifice ostiolaire après hydratation. Des périthèces albinos voisinant avec des formes normales ont été signalées (ROGERS et BONMAN 1978).

Les paraphyses simples et presque cylindriques ont la particularité d'être entourées d'une gaine mucilagineuse allant jusqu'à 6 μm d'épaisseur qualifiée par BODDELER de "glas klar" (d'une transparence de cristal) !

Dans chaque périthèce les asques mûrs sont en nombre variable, on en compte en moyenne une cinquantaine; la production totale d'asques au cours du temps est indéterminée car de nouvelles formations ascogènes se développent constamment à la base des périthèces. A maturité, l'asque unitonique et aminci au sommet s'ouvre par un orifice irrégulier ou une fente. Les asques vidés de leurs spores, sont un peu plus longs qu'auparavant; il est à supposer qu'ils s'allongent pour émettre leurs spores à travers l'ostiole.

La coloration par le Lugol de la paroi de l'asque concerne toute sa périphérie avec cependant un amoindrissement à la base; par contre, la surface intérieure de l'asque n'est colorée que depuis sa base jusqu'aux environs de son milieu; la partie médiane, intermédiaire de la paroi non amyloïde reste hyaline. Une préparation par écrasement à l'encre de Chine montre en outre qu'il peut exister une enveloppe extérieure supplémentaire non amyloïde. L'âge des asques ne joue pas de rôle dans cette réaction. A la base de l'asque, on distingue donc dans la paroi 4 zones différentes, de l'extérieur à l'intérieur: hyaline, colorée au Lugol, hyaline, colorée au Lugol.

Dans le genre *Epigloea* les asques contiennent de 8, 16, 32 spores ou même davantage selon les espèces. Ces spores ont de 1 à 3 ou 4 cloisons, sont hyalines et contiennent souvent des gouttelettes lipidiques; leur extrémité, de formes diverses selon les espèces, arrondie ou effilée, va parfois jusqu'à présenter un appendice filiforme. Pour une détermination des espèces européennes nous renvoyons le lecteur à la flore de CLAUZADE et ROUX (1985) et pour le genre complet, comprenant en plus les 2 espèces des régions antarctiques, à l'article précis et minutieux de DÖBBELER (1984).

L'examen de l'*Epigloea bactrospora* a aussi été pour nous à l'origine d'une interrogation sur la notion de lichen. Les conceptions admises à cet égard sont rappelées dans l'article de DÖBBELER (1984). SCOTT (1973) donne la définition du terme lichen la plus simple: *il suffit que le symbionte soit l'association d'un champignon avec un partenaire ayant une possibilité de photosynthèse*. L'association *Epigloea* et *Coccomyxa* rentre dans cette définition, et on pourrait donc la considérer comme étant un lichen. Mais on a constaté que des basides d'*Eocronartium muscicola* (Fr.) Fitzp. peuvent être colonisées par des algues (ULVINEN, 1981)

et que certaines girolles peuvent également entretenir des algues sur leur cuticule et cela avec un certain degré d'échanges nutritifs (TOBLER, 1954). Faut-il pourtant dans ces cas parler de formation lichénique (même à son début) ?.

D.L. HAWKSWORTH (1978), donne une définition également très vaste du mot lichen : *un lichen est une association d'un champignon et d'une algue dont la cohabitation est durable*. Cela exclut certaines présences momentanées de mycélium sur des algues soit avec production pour elles d'éléments nutritifs, ou, au contraire, de destruction au moins partielle, (cas dans lequel on peut parler de vrai parasitisme). Par contre, cela pourrait inclure le cas d'une algue marine et d'un champignon marin dont l'association symbiotique avec prédominance nette de l'algue est durable KOLHMEYER et KOLHMEYER (1972).

QUISPEL (1959) voit la question de façon plus physiologique. Pour lui, la morphologie n'est qu'un point secondaire; il faut que chacun des partenaires puisse tirer de l'autre un certain bénéfice qui permet à l'association de se reproduire régulièrement dans des conditions données.

Concernant *Epigloea bactrospora*, il est difficile d'affirmer cet échange mutuel; mycélium et périthèces se trouvent à l'endroit où l'algue montre le plus de vigueur mais il n'est pas pour autant évident que cette dernière soit corrélative de la présence du champignon. Il nous semble que la situation qui résulte de l'absence de sporopollénine dans la paroi de l'algue permettant le développement d'haustories du champignon soit à comparer à celle observée en médecine humaine lors de l'équilibre qui s'établit entre les populations atteintes d'anémie falciforme et le plasmodium du paludisme. (équilibre qui est gravement perturbé chez l'individu normal).

AHMADJIAN (1967, 1970, 1981) considère que la notion de lichen n'est acceptable qu'à la condition de voir se développer un thalle de morphologie particulière. HALE (1974), de même, déclare qu'un lichen est davantage que la somme de 2 constituants, une différenciation spéciale est nécessaire.

HENSSEN et JAHNS (1974), ne considèrent comme lichen que l'association d'un champignon avec algue bien définie constituant une unité à la fois morphologique et physiologique; c'est la définition la plus stricte et à notre avis la plus sûre. Il est à rappeler que, chez *Epigloea bactrospora*, aucune structure tissulaire particulière ne se développe à l'endroit où le mycélium est présent, sinon peut-être une masse de matière plus importante; cela mérite d'être noté.

Dans les cas douteux, il serait encore possible de faire des déductions, en comparant la capacité de parasitisme du champignon bien identifié, avec celle d'espèces voisines par rapport à l'algue concernée ou encore en considérant dans quelle mesure l'algue est un hôte habituel de telle ou telle espèce de champignon.

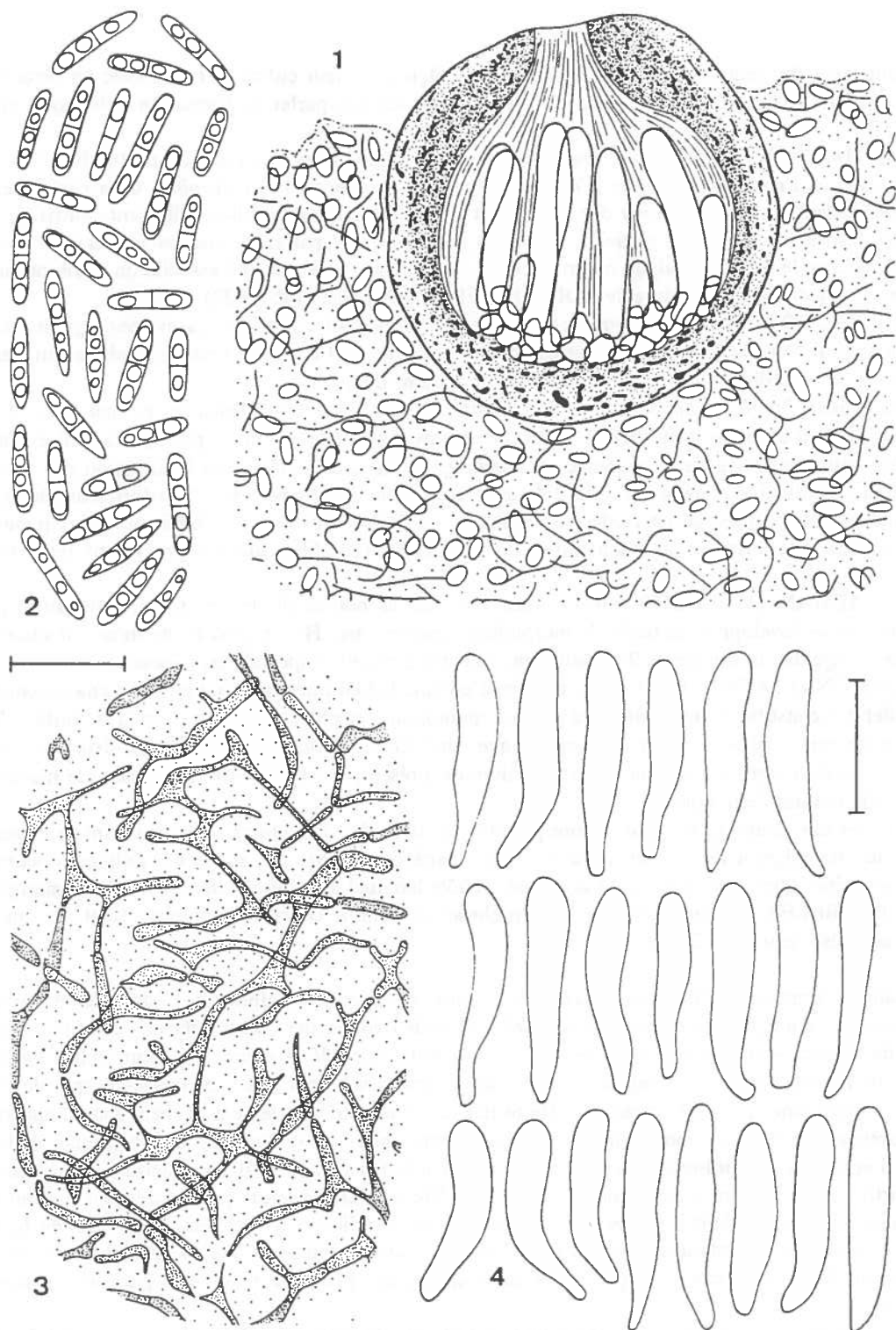
Et DÖBBELER de conclure que les *Epigloeeae* sont à considérer comme étant des parasites étroitement adaptés à leur hôte *Coccomyxa*.

Avant de terminer, qu'il me soit permis de revenir sur le terme "Halbflechten" du titre de l'article de ZUKAL, découvreur d'*Epigloea bactrospora* en 1891, et de le traduire par "héli-lichens", et en plaidant pour qu'un type de rencontre analogue à *Epigloea-Coccomyxa* soit à considérer comme un héli-lichen dans notre appréciation de la conception de ce végétal (le terme de "conception" étant pris dans le sens propre de réunion de 2 éléments pour une nouvelle existence). Héli-lichen signifie très justement: lichen dont il manque un caractère communément admis pour être un lichen à part entière, (absence de structure morphologique spécifique, d'échanges physiologiques considérés comme indispensables ou de production d'un constituant chimique particulier, ou même association de durée non déterminée): ce terme permet de bien insister sur la présence d'une algue en gardant le terme *lichen* dans celui d'héli-lichen. De même que le nom de *lichen* au sens littéral n'a aucune connotation de profit pour l'un ou l'autre constituant celui d'héli-lichen écarte cette notion de profit. Celle-ci concerne en général le champignon, qui peut être réellement parasite, (para-sitos : commensal de).

Outre l'avantage de rétablir une dénomination utilisée à l'origine par ZYKAL, cela permet également de prendre en compte l'état d'association d'un champignon et d'une algue sans préjuger de leur (s) relation (s) tout en gardant à l'esprit la possibilité d'une adaptation convergente ou une séparation éventuelle.

Héli, la moitié, peut et doit être considéré par rapport à l'entier, unité ou zéro. Héli-lichen peut donc suggérer une notion de variabilité, de perfectibilité ou de disparition en recherchant des signes d'évolutivité de la forme. Pour nous, médecin, cette notion de forme de l'individu est essentielle. De plus la forme est liée au rêve et échappe ainsi au jugement préconçu. Dans le rêve s'organise de nouvelles formes, lesquelles sont ensuite de façon inconsciente mises à l'épreuve dans la réalité.

Est-ce nous qui rêvons, ou un futur lichen ?



Epigloea bactrospora

Dessin (réduit) extrait de la page 215 de DÖBBELER Peter, 1984, Symbiosen zwischen Gallertalgen und Gallertpilze der Gattung *Epigloea* (Ascomycetes). Beiheft 79 zur *Nova Hedwigia* (Festschrift J. Belt): 203 - 239.

- 1 - Coupe d'un ascoma inclus dans le thalle de l'algue hôte.
- 2 - Ascospores
- 3 - Surface de la paroi de l'ascoma
- 4 - Asques

Echelle (1) (4): 30 μm
 (2) (3): 10 μm

BIBLIOGRAPHIE

- AHMADJAN V. (1967) - The lichen symbiosis. Blaisdell Waltham, Mass. USA
- AHMADJAN V. (1970) - The lichen symbiosis: its origin and evolution. - *Evolut. Biol.* 4: 163-184
- AHMADJAN V. (1981) - Progress Report of the IAL terminology committee: definition of "lichen". - *Int. Lichenol. Newslet.* 14: 11 (Clauzade et Roux Flore)
- DAVID J.C. (1987) - Studies on the genus *Epigloea*. - *Systema Ascom.* 6 (2): 217-221.
- DÖBBELER P. (1984) - Symbiosen zwischen Gallertalgen und Gallertpilzen der Gattung *Epigloea*. Beiheft 79 zur *Nova Hedwigia* - Festschrift J. Poelt : 203-239.
- ERIKSSON O.E. (1981) - The families of bitunicate Ascomycetes. - *Opera Bot.* 60: 1-220.
- ERIKSSON O.E. et HAWKSWORTH D.L. (1991) - Outline of the Ascomycetes 1990 - *Syst. Asco* 9, 1-2: 39-271.
- GRUMMANN (1969) - Alte und neue Halblechten. Ein neuer Flechtenparasit. *Placynthium asperellum* neu für Mitteleuropa - *Sydowia* 22 ("1968"): 216-224.
- HALE M.E. (1974) - The biology of lichens, sec. ed. - London: E. Arnold.
- HAWKSWORTH D.L. (1978) - The taxonomy of lichen-forming fungi: reflexion on some fundamental problems. - In: H. E. Street (ed.), *Essay in plant taxonomy*, London: Acad. Press. 221-243.
- HENSSEN A et Jahns H.M. (1974) - Lichenes. Eine Einführung in die Flechtenkunde. - Stuttgart: G. Thieme.
- HONNEGGER R. et BRUNNER U. (1981) - Sporopollenin in the cell walls of *Coccomyxa* and *Myrmecia* phycobionts of various lichens: an ultrastructural and chemical investigation. - *Can. J. Bot.* 59: 2713-2734.
- JAAG O. et THOMAS E. (1934) - Neue Untersuchungen über die Flechte *Epigloea bactrospora* Zukal. - *Ber. Schweiz. Bot. Ges.* 43: 77-89.
- KOHLMEYER J. et KOHLMEYER E. (1972) - Is *Ascophyllum nodosum* lichenized? - *Bot. Mar.* 15: 109-112.
- OZENDA P. et CLAUZADE G. (1970) *Les Lichens* - Masson, Paris
- QUISPÉL (1959) - Lichens. - In: Ruhland W. (Herausg.), *Handbuch der Pflanzenphysiologie*, vol. 11 (Heterotrophie): - Berlin, Springer: 577-604
- ROGERS J.D. et BONMAN J.M. (1978) - A white variant of *Caloscypha fulgens* from Northern Idaho - *Mycologia* 70: 1286-1287.
- SANTESSON R. (1967) - On taxonomical and biological relations between lichens and non-lichenized fungi. - *Bot. Not.* 120: 497-498.
- SCOTT G.D. (1973) - Evolutionary aspects of symbiosis. - In: Ahmadjan V. & Hale M.E. (eds.), *the lichens* - New York and London: Acad. Press. 581-598.
- TOBLER F. (1954) - Flechtenähnliche Symbiose einer Polyporacee mit Algen. - *Ber. Deutsch. Bot. Ges.* 67: 406-409
- ULVINEN T. (1981) - *Eocronartium muscicola* (Fungi, Auriculariales) in Fennoscandia. - *Memoranda Soc. Fauna F1. Fenn.* 57: 81-89.
- WIRTH V. (1980) - Flechtenflora. Ökologische Kennzeichnung und Bestimmung der Flechten Südwest-Deutschlands und angrenzender Gebiete. - Stuttgart, Eugen Ulmer. 552 p.
- WIRTH V. (1987) - Die Flechten Baden-Württenbergs. - Stuttgart, Eugen Ulmer.
- ZAHLEBRÜCKNER A. (1903-1907) - Lichenes (Flechten), B. Spezieller Teil. - In: Engler A & Prantl K. *Die natürlichen Pflanzenfamilien*, I. Teil, Abt. 1*, - Leipzig: W. Engelmann: 49-249.
- ZUKAL H. (1890) - *Epigloea bactrospora*. (Eine neue Gallertflechte mit chlorophyllhaltigen Gonidien). - *österr. Bot. Z.* 40: 323-328.
- ZUKAL H. (1891) - Halbflechten. - *Flora* 74 (N.R.49): 92-107.

DYNAMIQUE ACTUELLE ET EVOLUTION HOLOGENE DES VERSANTS DU SPITSBERG

(Kongsfjord - Wijdefjord, 79° Nord)
(résumé de thèse de doctorat d'Etat)

par

Marie-Françoise ANDRE

Faculté des Lettres
et des Sciences Humaines
Campus universitaire LIMOGES-VANTEAUX
39 E, rue Camille Guérin
87036 LIMOGES

"L'Arctique, milieu figé ou milieu d'évolution rapide ?". A cette question centrale de la géomorphologie polaire évoquée par J. Malaurie et récemment formulée par A. Godard, cette thèse se propose d'apporter quelques éléments de réponse. C'est dans le Spitsberg central et nord-occidental, qui servit de cadre aux expéditions Corbel et aux travaux pionniers d'A. Rapp et A. Jahn, que nous avons tenté de définir les modalités de fonctionnement et les rythmes d'évolution holocène des versants. Pour atteindre cet objectif, deux approches complémentaires ont été privilégiées:

- une approche physico-géographique permettant de traiter les versants non seulement comme des *catenas* morphodynamiques mais en tant qu'unités paysagères, une attention toute particulière ayant été portée aux relations entre colonisation végétale et dynamique des versants;

- une démarche quantitative aux fondements naturalistes, qui se situe à mi-chemin entre l'approche descriptive traditionnelle et la modélisation des évolutions de versants actuellement en vogue, l'essai de quantification ayant été effectué à deux échelles de temps: celle de la période d'observation 1982-1986 et le "long terme" holocène.

PREMIERE PARTIE : LES CONDITIONS OFFERTES A LA DYNAMIQUE DES VERSANTS DU SPITSBERG

Cette partie est consacrée à la fois à la présentation des dispositifs morphostructuraux dans lesquels s'inscrit la dynamique des versants holocène et à l'évocation des conditions bioclimatiques et glaciologiques actuelles et passées susceptibles d'éclairer l'action des processus morphogéniques.

Chapitre 1. Le cadre morphostructural

L'accent a été mis sur la vigueur des pentes et l'importance de la dissection, le Spitsberg offrant à cet égard un contraste saisissant avec les horizons calmes nord-labradoriens. Le terrain de recherche se caractérise par ailleurs par la richesse du potentiel lithologique offert tant par les assises métamorphiques précambriennes de l'Hecla Hoek que par les séries sédimentaires permo-carbonifères et cénozoïques. Trois secteurs ont été étudiés:

- la côte nord-occidentale (presqu'îles de Brögger et de Mitra, île du Prince Charles) où dominent les empilements d'écaillles chevauchantes dans les quartzites et les micaschistes précambriens et dans les calcaires du Paléozoïque;

- la région interne du Wijdefjord que caractérise une dissymétrie marquée entre versants raides taillés dans les "Vieux Grès Rouges" du Dévonien et pentes plus douces développées dans les amphibolites et les gneiss affectés par de vastes plis couchés;

- les environs de Longyearbyen, au sud de l'Isfjord, région tabulaire aux horizons monotones inscrite dans un bassin sédimentaire au sein duquel alternent shales et grès crétacés et tertiaires.

La situation du Spitsberg sur la marge occidentale "en cisaillement" de la plaque eurasiatique en fait une région particulièrement complexe où la fragilisation du matériel induite par des tectoniques superposées doit être prise en compte pour expliquer le comportement différentiel des parois. L'ampleur de la dissection sur la côte occidentale, la plus affectée par la tectonique éogène, explique que n'y soient pas conservés les vestiges de la surface d'aplanissement scellée par les basaltes miocènes dont on retrouve les témoins dans le Spitsberg central.

Chapitre II. L'environnement bioclimatique actuel

L'archipel du Svalbard, qui occupe une position très septentrionale (77-80° lat. Nord), appartient au domaine du pergélisol continu, épais de 75 à 450 mètres. Le dégel estival n'affecte qu'une tranche de débris très superficielle, généralement inférieure à un mètre sur les versants en pente forte étudiés. Le Svalbard présente une double dissymétrie climatique opposant:

- d'une part, la côte occidentale longée par la dérive nord-atlantique, qui demeure généralement libre de glace tout au long de l'année, et l'île orientale de Nordaustlandet, atteinte par la dérive transpolaire, qui porte la principale calotte glaciaire de l'archipel;

- d'autre part, la côte occidentale au climat polaire océanique (minimums absolus à - 33°C, 400 mm de précipitation, limite des neiges persistantes à 300 m) et le Spitsberg central où la dégradation continentale se traduit par des minimums absolus de - 44°C, le volume total des précipitations s'abaissant à moins de 200 m et la LNP s'élevant à 800 m.

Au XXème siècle, au radoucissement climatique amorcé en 1920, qui culmina vers 1940, s'est ajoutée une tendance récente à une légère augmentation des précipitations. Une des originalités du climat du Spitsberg est d'ailleurs le déclenchement épisodique de violentes averses estivales dont l'impact morphogénique est considérable. Sur le plan thermique, l'agressivité du climat polaire océanique n'a pu être que très incomplètement appréciée en l'absence d'informations sur les séquences de gel intervenant aux intersaisons. L'implantation de thermosondes au sommet du Slattofjellet, derrière la base du CNRS de la baie du Roi, a seulement permis de mettre en évidence un gel épidermique (- 5°C à la surface du sol, - 2,5°C à - 10 cm seulement) qui affecte en été les versants montagneux où il vient se superposer au cycle annuel plus profond. L'utilisation d'un thermomètre numérique couplé à une sonde platine de 50 cm de long a par ailleurs permis de mettre en évidence le suréchauffement estival des versants micaschisteux très sombres (maximums > 27°C), les températures maximales atteignant seulement 18°C à la surface des calcaires clairs. Les écarts thermiques considérables entre la tranche superficielle des éboulis et leur partie profonde (> 20°C) contrastent avec la relative homothermie des diaclases à l'atmosphère confinée (3°C d'écart seulement entre l'entrée et le fond).

Si l'on n'estime qu'à 5% la surface du Spitsberg occupée par la végétation, une étude fine montre combien l'observation attentive du couvert végétal est éclairante pour le géomorphologue. C'est à l'échelle de la mosaïque des paysages inscrits dans des micromilieus qu'il lui faut se placer. Certaines plantes à fleurs, à travers leur mode d'enracinement et leur port subaérien, constituent d'excellents indicateurs morphodynamiques, révélateurs de géodynamiques violentes (avalanches, chutes de blocs...) ou de remaniements mineurs (liés au ruissellement de fonte par exemple). L'évaluation du taux de recouvrement et l'analyse de la composition floristique des groupements permettent en outre de distinguer certaines étapes de mise en place des dépôts qui échappent à l'observation géomorphologique. Mais ce sont incontestablement les lichens, et plus particulièrement les espèces crustacées à croissance lente et à espérance de vie plurimillénaire, qui constituent les meilleurs indicateurs chronologiques.

Chapitre III. Paléoclimats et englacement quaternaires

Bien des incertitudes demeurent sur les phases anciennes d'englacement du Svalbard, l'extension même de la calotte weichselienne faisant encore l'objet d'une âpre controverse. Faut-il souscrire à la théorie classique de J. Corbel et M.G. Grosswald intégrant le Svalbard et la Terre François-Joseph à un "Dôme de Barents" relié à l'inlandsis scandinave ? Ou bien faut-il suivre G.S. Boulton qui réduit l'englacement weichselien à une petite calotte autonome centrée sur le Svalbard oriental ? L'étude des modalités du soulèvement glacio-isostatique

nous conduit à nous rallier à la thèse classique de l'inlandsis de la mer de Barents, qui n'exclut d'ailleurs nullement que le Spitsberg occidental, situé en position marginale, n'ait connu qu'un faible englacement. Modéré (rarement supérieur à + 20 m) et précoce à l'ouest où il débute dès 13 000 B.P., le soulèvement glacio-isostatique s'est amorcé seulement vers 9 500 B.P. en Terre du Nord-Est où il excède 100 m.

Le réchauffement climatique amorcé au Tardiglaciaire, sans doute interrompu par une récurrence froide vers 11 000 B.P., s'est affirmé à partir de 10 000 B.P. L'optimum atlantique (6 500 - 5 000 B.P. au Svalbard) a été suivi par une pulsation néoglaciale située vers 3 500 - 2 000 B.P. Puis, au radoucissement de l'époque viking (1 150 - 750 B.P.) a succédé le "Petit Age Glaciaire" ou "stade de Treskelen" (750 - 50 B.P.) dont le maximum, matérialisé par d'abondants vallums morainiques, se place à la fin du XIX^{ème} siècle. L'englacement actuel, encore considérable puisqu'il affecte les trois quarts de l'archipel, associe trois types d'appareils:

- des glaciers de calotte et de plateau ("fonna") à écoulement lent, dont l'épaisseur maximale peut excéder 500 mètres;
- de puissantes langues glaciaires à front marin dont les crues brutales et périodiques se traduisent par des avancées spectaculaires (jusqu'à 12 km en un an);
- de petits glaciers de montagne autonomes en proie à une active fusion, cette dernière se manifestant à la fois par un recul du front et un amincissement des langues et des glaciers de cirque.

DEUXIEME PARTIE : MODALITES ET ETAPES DU FACONNEMENT DES VERSANTS DU SPITSBERG

Cette partie, fondamentalement descriptive, est consacrée à l'étude de la météorisation holocène, phase initiale de la mobilisation des débris sur les versants. Des études de cas permettent ensuite de jeter les bases d'une typologie morphodynamique des versants avant d'apporter quelques éléments de datation utiles pour reconstituer quelques-unes des principales séquences d'évolution holocène des versants.

Chapitre IV. Les effets de la météorisation holocène

Au Spitsberg, l'abondance des talus et des cônes d'éboulis traduit la primauté des mécanismes liés au gel (gélifraction *s.s.* et gélidivision) dans la morphogenèse holocène. Si les observations de terrain conduisent à opposer fondamentalement les roches massives du socle (gneiss et amphibolites notamment) et les faciès sédimentaires détritiques (grès et argilites) plus vulnérables, force est de reconnaître que la tectonisation poussée des assises rend bien difficile l'établissement d'une échelle de gélivité. La gélifraction *s.l.* est, par ailleurs, fréquemment assistée - ou concurrencée - par des processus chimiques provoquant une attaque pelliculaire des parois et des affleurements, qu'il s'agisse de dissolution dans les faciès carbonatés, ou de désagrégation granulaire et de desquamation dans les roches grenues. S'il est vrai qu'en certains cas, processus chimiques et mécaniques collaborent, la recolonisation par la végétation de chicots gélifractés et le colmatage par les lichens et les mousses de diaclases antérieurement ouvertes semblent témoigner qu'un relais de processus s'opère, au moins depuis la fin du "Petit Age Glaciaire".

La comparaison avec les effets de la météorisation holocène dans le socle nord-labradorien (région du bourrelet des Monts Torngat), siège d'une précédente étude, s'avère très éclairante. Au Labrador, la monotonie des horizons calmes et la prédominance des roches cristallines contrastent avec la vigueur des entailles et l'extension des assises sédimentaires qui caractérisent le "Pays des montagnes pointues". Dans le contexte nord-canadien, les mécanismes liés au gel cèdent souvent le pas à des processus de météorisation plus complexes ou les agents biochimiques semblent jouer un rôle important. L'extension des manteaux d'arènes postglaciaires épais, en certains cas, de plus de cinquante centimètres, et le cortège de micromodèles qui leur sont associés (vasques, nids d'abeilles...) en portent témoignage. L'existence de faciès pétrographiques bien tranchés et la situation du Labrador sur une marge passive permettent en outre d'y établir plus facilement qu'au Spitsberg une échelle de gélivité des roches.

Le recours à la cryoclastie expérimentale confirme l'existence d'un comportement au gel contrasté des roches en provenances de ces deux domaines arctiques. Entre 1982 et 1991, une cinquantaine d'échantillons en provenance du Spitsberg et du Labrador ont été soumis, au Centre de Géomorphologie du CNRS de Caen, à

deux protocoles de gel: un gel "standard" à -12°C (jusqu'à 2 000 cycles) et un gel "doux" à -5°C (jusqu'à 1 100 cycles, l'expérience étant toujours en cours) tentant de reproduire les conditions thermiques estivales d'altitude. Au terme de plus de 1 000 cycles à -5°C se dégage un écart de 1 à 35, au niveau des médianes, entre roches cristallines (0,04 % de débris) et faciès sédimentaires (1,4%), ce qui ne saurait surprendre. Dans le même temps à l'issue de 1 800 cycles à -12°C, un écart de 1 à 20 apparaît, sur roche saine, entre les échantillons du Labrador (0,07 % de débris) et ceux du Spitsberg (1,3%). Si la prédominance des faciès sédimentaires dans l'archipel scandinave explique en grande partie cette différence, l'intensité de la tectonisation éogène ne peut être négligée. Elle seule peut exprimer le comportement de certains quartzites très peu poreux de la côte occidentale qui ont livré jusqu'à 7% de débris au terme de 1 500 cycles à -12°C.

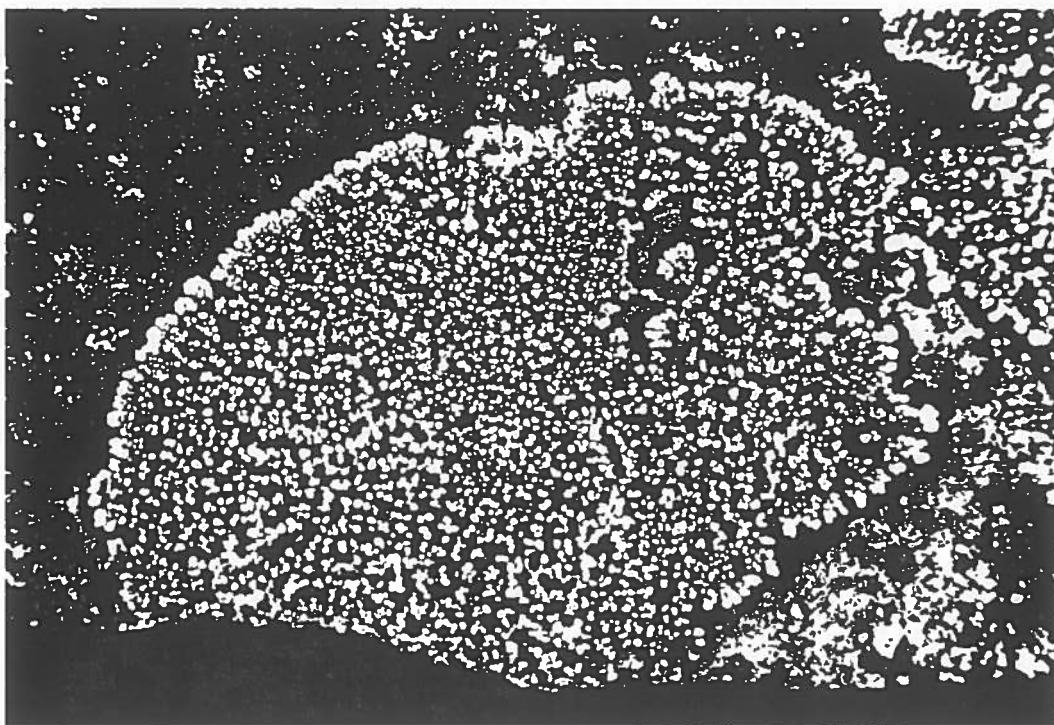
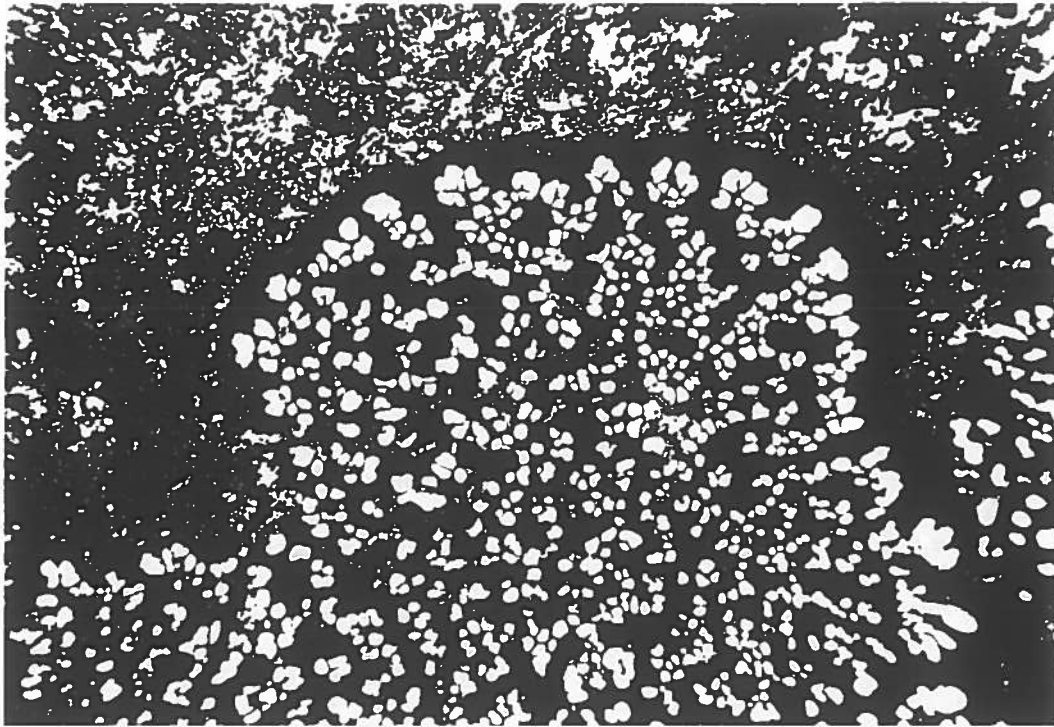
Chapitre V. Typologie morphodynamique des versants

Le type de versant le mieux représenté au Spitsberg, aussi bien dans le socle calédonien que dans les assises sédimentaires paléozoïques et cénozoïques se caractérise par des corniches profondément échancrees de couloirs au débouché desquels s'épanouissent des cônes en pente relativement faible (18° en moyenne). La dynamique canalisée présidant à l'évolution de ces versants apparaît fondamentalement tributaire des épisodes pluvieux à l'origine de la mise en place des "debris flows" à lobes et levées qui accidentent la surface des cônes. Des retouches s'opèrent cependant sous l'effet du raclage superficiel par les avalanches de printemps et de l'action discrète du ruissellement hypodermique qui soutire les "fines", donnant naissance, en pied de cône, à des bourrelets de gélifluxion et des cercles de pierres étirés. Une grande inconnue concerne la dynamique gravitaire "sèche" (chutes primaires) dont il est difficile d'évaluer le rôle dans l'édification des cônes. D'une manière générale, les cônes du Spitsberg se situent à mi-chemin entre les cônes d'éboulis gravitaires et les cônes alluviaux, la morphologie des couloirs amont, souvent tributaire de la fracturation, jouant un rôle fondamental dans la hiérarchisation des processus (purements gravitaires et/ou torrentiels et avalancheux) qui déterminent la pente et le profil des cônes.

Le deuxième type de versant, également bien représenté au Spitsberg, associe une paroi rocheuse relativement continue et un talus d'éboulis, parfois fluant à la base qui se prolonge par un glacier rocheux à front raide. L'étude de ces formes, qui s'alignent sur des dizaines de kilomètres, formant de véritables guirlandes de pied de paroi sur l'île du Prince Charles et la presqu'île de Mitra, montre que leur distribution spatiale dépend bien davantage de facteurs morphostructuraux (fronts de chevauchement) que des conditions topoclimatiques. En particulier, l'exiguïté des interfluves explique le rôle faible, sinon nul, joué par la suralimentation neigeuse, déterminante au Labrador. L'existence de dépressions situées en arrière du front des glaciers rocheux a fait l'objet d'une controverse récente. Faut-il voir dans ces chapelets de mares et de creux moussus, à la suite d'O. Humlum, les signes d'une décrépitude des formes dont le ciment de glace interstitielle est en train de fondre ? Ou bien ces dépressions sont-elles au contraire, comme le pense K. Swett, les indicateurs d'un mouvement rotationnel des glaciers rocheux ? Dans un contexte de pergélisol continu, la présence de glace, observée en certains secteurs, ne doit pas être considérée comme significative d'une réelle activité. L'observation du front de certains de ces appareils semble toutefois indiquer un mouvement lent dont l'existence vient d'être confirmée par les travaux des Norvégiens, J. Sollid et L. Sörbel. Le suivi de balises a permis de mettre en évidence, au cours de la période 1986-1989, l'existence d'un déplacement de 5 cm/an sur l'une de ces formes.

La rareté des versants réglés dans le secteur étudié, où bien des versants structuraux prennent des faux airs de versants régularisés et plus encore leur démantèlement par les agents périglaciaires nous conduisent à nous interroger sur les modalités de leur genèse. Le blocage de l'escarpement aux "facettes" régularisées de la baie du Roi sur un front de chevauchement situé à l'arrière d'un aplanissement bordier nous incite à voir dans la régularisation un phénomène ancien. Il n'est donc pas exclu qu'ici, contrairement aux idées communément admises, les processus périglaciaires n'aient joué qu'un rôle subordonné dans le façonnement de versants qui sont d'ailleurs exposés au nord. La préparation tectonique du matériel a sans doute permis qu'entrent en jeu divers processus de mobilisation des débris. C'est vraisemblablement aussi le cas de certains éléments de versants réglés nord-labradoriens dont le recouplement par les entailles glaciaires incite à vieillir le façonnement.

Enfin, un dernier groupe de versants apparaît diversement conditionné par la dynamique glaciaire. Parmi les versants supraglaciaires, nous avons distingué:



Photos 1-2. *Rhizocarpon* section *Superficialis* colonisant les quartzophyllades d'Ossian Sarsfjellet en baie du Roi, Spitsberg nord-occidental, 79° Nord (X 1).

Abondamment représentée dans cet archipel arctique, cette section se signale par un étonnant polymorphisme. Des tests chimiques effectués sur 300 *Rhizocarpon* jaunes ont permis d'estimer à 40 % leur représentation dans les sites d'étude. La section *Geographicum* demeure prépondérante au Spitsberg (avec près de 60 % des échantillons testés), cependant que la section *Alpicola* n'est présente que très localement (1 %). L'identification précise des espèces, particulièrement délicate pour ce type de lichens crustacés, a été rendue possible grâce à l'accueil prodigué par S. DERUELLE au Laboratoire de Cryptogamie de l'Université de Paris VI (Dir. M.-A. LETROUIT) et à la collaboration apportée par Cl. ROUX (Laboratoire de Botanique de l'Université d'Aix-Marseille).

- des versants lisses à évolution lente (parois de cirques subverticales dans les gneiss massifs et versants à 30° épousant la foliation des micaschistes);
- des versants à éboulis glissés et cônes déformés dont l'évolution apparaît régie à la fois par la dynamique glaciaire (reprise des cônes en moraines latérales) et les averses épisodiques (glissement en masse des éboulis);
- des versants à surplombs et accumulations chaotiques liés aux mécanismes de détente accompagnant le recul de langues glaciaires à front marin soumises à des pulsations brutales.

Chapitre VI. Chronologie des formes et des formations de pente

La datation au Carbone 14 des plages soulevées, qui servent de support aux dépôts de pente holocènes, constitue fréquemment un repère permettant de situer dans le temps le point de départ de l'évolution des versants. L'existence d'un vide méthodologique entre les datations radiométriques et l'Actuel nous a conduit à mettre en oeuvre une méthode de datation fondée sur la mesure du diamètre des lichens. La lichénométrie, préconisée par R.E. Beschel dès 1950 et largement utilisée par les chercheurs nord-américains, scandinaves et britanniques, s'avère très fructueuse pour peu que soient respectées deux conditions:

- le choix de sites appropriés et notamment de substrats propices à la conservation des thalles (roches à grain fin peu sensibles à la désagrégation granulaire, à la desquamation et à la gélifraction);
- la sélection et l'identification précise d'espèces abondamment représentées, à thalle subcirculaire et à croissance lente; l'espérance de vie plurimillénaire (jusqu'à 9 500 ans dans l'Arctique) des *Rhizocarpon* jaunes groupes *Geographicum* et *Superficiale* explique que ces lichens soient les plus utilisés.

Dans la mise en oeuvre de cette technique, un moyen terme a été recherché entre une procédure par trop expéditive et un excessif raffinement méthodologique afin de mesurer un nombre élevé, et donc significatif, de thalles (13 000 au total répartis dans 320 sites). L'étalonnage de la courbe de croissance des *Rhizocarpon* du Spitsberg s'est appuyée sur des points de contrôle historiquement datés (sépultures des baleiniers du XVIIème siècle notamment). Sur le long terme, des corrélations avec les courbes établies pour les mêmes espèces en Terre de Baffin et dans le Nord de l'Alaska ont permis d'obtenir d'intéressantes "fourchettes chronologiques". La phase initiale de fonctionnement des glaciers rocheux s'inscrit dans la période de refroidissement qui débute vers 3 500 B.P., cependant que les relevés lichénométriques font apparaître, au "Petit Age Glaciaire", une "pointe" dans l'activité cryoclastique à l'origine du développement des talus d'éboulis. En référence aux informations chronologiques apportées par la lichénométrie et après mesure de la distance à la paroi des fronts de glaciers rocheux, la vitesse moyenne de progression de ces formes au cours des trois derniers millénaires a été estimée. Elle s'échelonne au Spitsberg entre 1 et 7 cm/an, ce qui rejoint la gamme de valeurs avancée pour des formes lobées similaires du Colorado (1 à 6 cm/an selon S.E. White). Nul équivalent des glaciers rocheux en langue à écoulement rapide des Alpes autrichiennes (record de 5 m/an selon D. Barsch), les sites propices au développement de telles formes étant encore englacés au Spitsberg.

TROISIEME PARTIE : RYTHMES D'EVOLUTION DES VERSANTS DU SPITSBERG AU COURS DE L'HOLOCENE

L'essai de quantification auquel nous nous sommes livrée s'appuie sur l'observation de la dynamique actuelle pendant la période d'étude (1982-1986), ce qui permet d'apprécier l'impact de processus récurrents opérant des retouches discrètes à la surface des versants. Par ailleurs, les repères chronologiques offerts par la lichénométrie permettent de calculer les vitesses moyennes de recul des parois rocheuses au cours des derniers millénaires et d'évaluer la fréquence d'événements météorologiques épisodiques au fort impact morphogénique.

Chapitre VII. Estimation du taux de retrait des parois rocheuses

Des mesures directes, effectuées sur des bancs en retrait par rapport à une paroi approximativement datée et le cubage de débris rapporté à la paroi de départ, ont permis de mettre en évidence, pour les deux derniers millénaires, trois rythmes d'évolution tributaires des facteurs morphostructuraux et de la dynamique glaciaire:

- une lente desquamation d'origine biologique des parois amphibolitiques (recul moyen de 2 mm / 1 000 ans, soit 2 Bubnoff) qui trouve son équivalent dans l'abaissement dû à la dissolution des affleurements de roches carbonatées (3 B);

- un recul plus marqué sous l'effet de la gélifraction: atteignant en moyenne 150 B dans les quartzites densément quadrillés de diaclases, il n'affecte que l'extrémité amincie des bancs amphibolitiques plus massifs où la tranche d'ablation dépasse rarement 70 B;

- un recul considérable des parois métamorphiques des nunataks soumises périodiquement aux crues des glaciers à front marin: le taux de retrait, fondamentalement lié aux processus de décohésion, de 700 B en moyenne, peut dépasser 1 500 B.

Les estimations avancées rejoignent les valeurs obtenues au Spitsberg par A. Rapp pour le processus mécaniques de démantèlement des parois et par J. Akerman pour la dissolution des roches carbonatées. L'éventail très large des taux de retrait - qui s'échelonne de 1 à 1 500 si l'on prend en compte les valeurs extrêmes - rejoint la gamme fort étendue des vitesses de recul des parois en domaines arctiques et subarctiques (7 - 1 300 B) récemment présentée par C.K. Ballantyne et M.P. Kirkbride. Ce n'est donc que très localement que la tranche d'ablation, dans les milieux périglaciaires des hautes latitudes, avoisine celle qui caractérise les domaines alpins à forte énergie de relief. La gamme de valeurs proposée par les mêmes auteurs sur la base des travaux existants, beaucoup plus resserrée (700 - 3 000 B), en fait des domaines morphoclimatiques plus uniformément agressifs.

Chapitre VIII. Taux d'accumulation des débris au pied des parois

La vitesse d'évolution des versants peut également s'apprécier en aval des parois, cette fois sur le court terme, et s'exprimer sous la forme de tranches annuelles cumulées. Observations, mesures des apports et pesée des débris piégés par le tapis neigeux au cours de la période 1982-1986 ont permis de mettre en évidence :

- la faiblesse des apports éoliens dans les cirques du Spitsberg nord-occidental: la tranche annuelle de débris avoisine ici le micron, ce qui équivaut à une accumulation de 0,5 à 4 g/m²/an; nul équivalent dans ces sites abrités des 100 g/m², voire plus, déposés chaque année sur les sandurs balayés par les vents du Spitsberg méridional comme l'ont montré S. Baranowski et K. Pekala;

- la variabilité des apports liés, aux avalanches pelliculaires de printemps dont la charge en débris varie de 0,1 à 20 kg/m²/an, ce qui correspond à une tranche annuelle cumulée de 0,04 à 8 mm selon les sites, "fourchette" très proche de la gamme de valeurs (de 0,01 à 7,6 mm) avancée dans les Rocheuses canadiennes par B.H. Luckman et J.S. Gardner. L'activité avalancheuse apparaît fondamentalement tributaire de la morphologie des parois, régie elle-même par le canevas tectonique. L'immunité des parois gneissiques vis-vis de l'activité avalancheuse printanière (taux de dénudation moyen estimé à 7 B au cours de la période 1983-1985) s'explique très largement par la massivité des dalles de gneiss subverticales à espacement des diaclases plurimétrique. A l'inverse, si les parois supraglaciaires micaschisteuses toutes proches libèrent vingt fois plus de débris (taux de dénudation estimé à 160 B pour la même période), c'est que ces dernières sont hachées de couloirs de fracturation. L'influence du canevas tectonique sur la canalisation des apports, qu'elle s'effectue dans le cadre d'une dynamique avalancheuse ou d'une activité torrentielle, a d'ailleurs également été quantifiée dans le Yukon où J.T. Gray a mis en évidence un écart de 1 à 30 entre parois lisses et versants à couloirs.

Chapitre IX. Fréquence des processus morphogéniques discontinus

L'intensité des averses estivales se traduit à la surface des versants du Spitsberg par l'omniprésence des lobes et des levées caractéristiques des "debris flows". La lichénométrie nous permet d'avancer, pour les épisodes pluvieux majeurs à l'origine de ces formes, une période de retour de 80 à 500 ans qui rejoint la "fourchette" de 50 à 400 ans proposée par A. Rapp et R. Nyberg en Laponie suédoise. Nous apportons ici confirmation que la fréquence de tels événements est moins élevée dans l'Arctique que dans la haute montagne alpine et tropicale où, selon A. Rapp et H. Van Steijn, la période de retour des épisodes à "debris flows" avoisine la décennie. Les averses intenses, combinées ou non avec une brusque élévation de la température, peuvent également déclencher des avalanches de slush. De tels événements morphodynamiques présentent cependant un caractère

beaucoup plus exceptionnel que les "debris flows", à la fois par leur période de retour semi-millénaire et leur confinement à des sites permettant le stockage d'une importante masse de neige fondue.

Si les langues à blocs mises en place par les avalanches de slush et les coulées de débris relèvent bien toutes deux d'une morphodynamique fondamentalement discontinue, l'espérance de vie de ces formes diffère considérablement. La faible épaisseur de la "couche active" mobilisable lors des averses explique le volume modeste (1 - 600 M3) des "debris flows" du Spitsberg. Les fragiles levées de débris, qui s'élèvent de vingt centimètres seulement au-dessus de la surface des cônes, ont une longévité rarement supérieure au demi-siècle, car elles sont progressivement gommées par les avalanches printanières. Quant aux lobes terminaux, ils s'affaissent peu à peu par suite du soutirage des "fines" par le ruissellement hypodermique. La fraîcheur des formes associées aux "debris flows" ne s'explique que par leur réactivation lors d'épisodes pluvieux secondaires.

Il en va bien différemment des vastes langues à blocs (1 300 - 7 000 m3 de débris dans le Spitsberg central), mises en place par des avalanches de slush, qui, d'après nos relevés lichénométriques, peuvent survivre au moins 2 000 ans. La longévité de ces formes s'explique à la fois par leur taille et par leur situation protégée. En effet, les avalanches de slush, qui utilisent des ravins obstrués par la glace comme de véritables tremplins, terminent leur course très loin dans la vallée principale où elles déposent des langues à blocs au sommet plan qui sont généralement déconnectées du versant et placées de ce fait à l'abri des actions gravitaires. Si avalanches de slush et avalanches pelliculaires de printemps mettent en place annuellement une tranche de débris de 0,3 mm d'épaisseur, la similitude des taux moyens d'accumulation ne doit pas masquer la différence fondamentale qui concerne l'impact morphogénique de ces deux types d'avalanches. Alors que les avalanches de slush à longue période de retour créent des formes originales à espérance de vie plurimillénaire, les avalanches de printemps ne font guère que racler superficiellement les cônes, année après année, sans opérer à la surface des versants de profond remodelage.

Cet essai de quantification, qui nous a permis de souligner le poids des influences morphostructurales dans la vitesse d'évolution des versants, conduit à s'interroger sur les difficultés soulevées par une "globalisation" de la démarche quantitative. L'état des connaissances et l'existence de multiples relais - dans l'espace et dans le temps - entre les parois de départ, siège de l'ablation, et le fond des fjords où s'opère la sédimentation, rendent le travail singulièrement difficile. Nous ne pouvons que demeurer sceptique devant certaines corrélations établies à la hâte entre les mesures effectuées très en aval (volume des transports solubles et solides, taux de sédimentation...) et l'ablation s'opérant à l'amont. Au terme de notre travail, émettons le souhait que se développent, dans l'Arctique et ailleurs, des travaux de terrain ne dissociant pas approche quantitative et démarche naturaliste.

INFLUENCE DE L'OZONE SUR L'ASPECT MORPHOLOGIQUE DE QUELQUES ESPECES LICHENIQUES EXPERIENCES EN LABORATOIRE

par

Isabelle LEGRAND

Laboratoire de Biologie Alpine
Université Joseph Fourier GRENOBLE I
BP 53X - 38041 GRENOBLE Cedex

Depuis une dizaine d'années, le dépérissement des forêts, phénomène nouveau et de grande ampleur, mobilise l'attention des chercheurs internationaux, qui ont pour objectif de repérer les causes réelles de ce nouveau désordre écologique.

Dans le cadre du programme européen DEFORPA (dépérissement des forêts attribué à la pollution atmosphérique) mis en place dès 1984, le laboratoire de Biologie Alpine (Université Grenoble I) et l'Office National des Forêts, ont lancé, en 1986, un programme qui visait à définir la symptomatologie des arbres atteints dans les massifs de Belledonne, Chartreuse et Vercors (Isère). Profitant alors d'un nombre important de données sur le dépérissement, nous nous sommes intéressés aux relations qui pouvaient exister entre la végétation lichénique corticole, les caractéristiques physico-chimiques des écorces et le dépérissement des arbres, dans le cadre d'une thèse d'Université (LEGRAND, 1991). En effet, si la pollution est une des causes de la perte de vitalité des arbres, il est probable que les lichens en subissent également des atteintes, soit directement par l'intermédiaire de l'atmosphère dont ils dépendent entièrement pour leurs échanges nutritifs, soit indirectement par l'éventuelle modification physico-chimique de l'écorce qui leur sert de support.

Parmi les nombreux polluants atmosphériques étudiés dans le cadre du programme européen DEFORPA, l'ozone, étant considéré comme une des causes majeures du dépérissement des forêts agissant en synergie avec d'autres facteurs primordiaux tels que la sécheresse, retient de plus en plus l'attention. Or, les massifs montagneux de la région étudiée sont tout à fait prédisposés à subir d'importantes concentrations d'ozone en été. En effet, la proximité de Grenoble, grande cité urbaine de 400 000 habitants rassemblés dans une cuvette au centre des trois massifs de Chartreuse, Belledonne et Vercors, favorise la production d'ozone qui, à la faveur des courants aériens, se retrouve en montagne.

Cependant, si des mesures de la concentration en ozone sont réalisées en zone urbaine ou péri-urbaine (A.S.C.O.P.A.R.G., 1990), il n'existe pas de capteurs installés dans les massifs montagneux proches, pour des raisons d'ordre technique et financier. Nous n'avons donc aucun moyen d'apprécier directement les quantités d'ozone sur nos lieux d'étude.

De plus, rares sont les données bibliographiques qui permettent d'obtenir des indications sur la sensibilité des lichens face à ce polluant majeur qu'est l'ozone. Ces études sont pour la plupart des expériences conduites en laboratoire sur l'effet de l'ozone sur la physiologie des thalles (ROSENTERTER et al, 1977; NASH III et SIGAL, 1979; ROSS et al, 1983; SIGAL et JOHNSTON, 1985). Seule une étude à notre connaissance s'est basée sur des observations de terrain (SIGAL et NASH III, 1983). Il était donc intéressant d'approfondir ce domaine d'étude.

Grâce à la collaboration du Laboratoire de Toxicologie de la Faculté de Pharmacie de Grenoble, l'opportunité nous a été fournie d'observer l'impact direct de l'ozone sur des lichens et nous nous permettons de présenter ici les résultats de ces expériences.

I - OBJECTIFS DE L'ETUDE

L'ozoneur mis à notre disposition est un appareil conçu pour les expériences en toxicologie: il délivre donc des doses importantes d'ozone, comparées à celles couramment mesurées près des villes. Nous avons utilisé

cet appareil pour tester l'effet de fortes teneurs en ozone sur la morphologie de certaines espèces lichéniques les plus fréquentes de l'étage montagnard, effet apprécié par l'apparition ou non de nécroses caractéristiques.

II - MATERIELS ET METHODES

A - CHOIX ET PRELEVEMENT DES ESPECES LICHENIQUES

Sept espèces ont tout d'abord été choisies pour leur relative abondance sur les résineux de l'étage montagnard: *Hypogymnia physodes*, *Platismatia glauca*, *Evernia prunastri*, *Pseudevernia furfuracea*, *Parmelia sulcata*, *Usnea sp.*, *Bryoria implexa* plus une espèce retenue pour sa grande sensibilité à certaines formes de pollution, telle que la pollution par le SO₂, *Lobaria pulmonaria*, espèce moins fréquente que les précédentes mais néanmoins présente dans les trois massifs.

Seuls les thalles sains en apparence (deux ou trois par espèce) ont été prélevés avec leur support (l'écorce), en Chartreuse à 900 mètres d'altitude (à Valombré), deux jours avant la mise en route de l'expérience.

B - EXPERIENCE EN LABORATOIRE

Après avoir été immergés quelques secondes dans de l'eau distillée pour y être réhydratés, les thalles des lichens sont placés dans un récipient fermé, sur une grille au dessus d'un fond d'eau permettant de maintenir une ambiance humide. Le récipient est branché en continu sur un ozoneur (air reconstitué soumis à un rayonnement U.V.) dont le débit peut être réglé (la teneur en ozone doit être mesurée par dosage, à la sortie du tuyau relié à l'appareil). Les lichens sont donc soumis à une concentration constante en ozone, bien qu'inférieure à celle mesurée étant donné que l'ozone est un produit très réactif. Mais en plus de l'ozone produite, des oxydes d'azote indésirables sont également dégagés lors de la réaction.

Un deuxième récipient identique contenant des échantillons des mêmes espèces, mais laissé à l'air libre, sert de témoin.

Les lichens sont soumis à la température ambiante et à la lumière naturelle (mois de mai).

Deux concentrations en ozone ont été testées (teneur maximale et teneur minimale délivrées) et chaque fois de nouveaux thalles ont été utilisés. Pour évaluer l'effet de l'ozone sur les lichens, nous avons observé les thalles à la loupe binoculaire pour en apprécier les éventuelles nécroses morphologiques. Des tests physiologiques auraient été plus pertinents (mesure de la photosynthèse ou de la respiration) mais faute de moyens (temps et matériel), ces expériences n'ont pu être réalisées.

III - RESULTATS

A - EFFET DE LA TENEUR MAXIMALE D'OZONE DELIVREE PAR L'APPAREIL SUR LES LICHENS

Lors de la première expérience, nous avons positionné l'ozoneur sur le débit maximum, c'est à dire 532 ppm (1.14 g/m³), afin d'évaluer si à cette importante concentration en ozone les lichens subissaient des altérations.

Six espèces ont été testées, qui ont toutes réagi par des décolorations intenses en moins de 24 heures, sans que des nécroses soient observables sous loupe binoculaire:

- *Platismatia glauca* a subi une très forte décoloration blanche sur la totalité du thalle, bien que le centre soit resté légèrement verdâtre;
- *Parmelia sulcata* est apparu entièrement décoloré à la périphérie avec seulement quelques parties du thalle encore vertes au centre (25%);
- chez *Lobaria pulmonaria*, seul le bord des lobes a été décoloré (blanc), tandis que quelques "côtes" centrales restaient encore vertes, le reste apparaissant marron;
- *Hypogymnia physodes* a entièrement réagi par une décoloration complète;
- *Evernia prunastri* est devenu vert très pâle;
- *Pseudevernia furfuracea* a également subi une décoloration totale (blanchâtre).

L'ozoneur a ensuite été arrêté, pour tester un éventuel rétablissement des thalles. Or ceux-ci se sont couverts de moisissures, prouvant l'irréversibilité des lésions. Ces moisissures, déterminées par mesdames STEIMAN et SEIGLE-MURANDI (du laboratoire d'Ecotoxicologie de la Faculté de Pharmacie de Grenoble) comme étant des *Trichoderma viride*, *Phanerochaete chrysosporium*, *Penicillium sp.* et *Verticillium sp.* ont été soumises ensuite à la concentration maximale d'ozone sans subir de dommages: l'expérience a donc montré qu'à de telles teneurs, certains organismes inférieurs pouvaient être résistants.

B- EFFET DE LA TENEUR MINIMALE D'OZONE DELIVREE PAR L'APPAREIL SUR LES LICHENS

Forts de ces premiers résultats qui prouvaient le rôle phytotoxique incontestable de l'ozone sur les lichens, nous avons positionné l'appareil sur le débit minimum, qui correspond tout de même à une forte concentration en ozone (21.8 ppm, soit 0.043 g/m³), comparée aux valeurs relevées en conditions "naturelles" au Donon (Vosges) qui peuvent atteindre 192 µg/m³ en "valeur maximale horaire", soit environ 200 fois plus pour l'ozoneur.

Nous avons testé l'effet de cette concentration, sur sept espèces lichéniques, cette fois en utilisant des thalles humides et des thalles secs. La réaction a eu lieu en moins de 24 heures.

Pour les espèces déjà testées, *Lobaria pulmonaria*, *Hypogymnia physodes*, *Platismatia glauca*, *Parmelia sulcata* et *Pseudevernia furfuracea*, on observe les mêmes altérations morphologiques de la couleur sur les thalles humides que pour l'expérience précédente. Pour les deux nouvelles espèces testées, *Parmelia saxatilis* et *Bryoria implexa*, on peut également remarquer une nette décoloration des thalles humides.

Quant aux thalles non hydratés, il apparaît que pour toutes les espèces la décoloration est moins importante, bien que partout présente, ce qui tendrait à confirmer qu'en état de vie ralentie, les lichens sont plus résistants aux agressions dues à l'ozone.

Un oubli malencontreux a, d'autre part, permis d'observer un phénomène important. En effet, au cours de la deuxième expérience, nous avons oublié de brancher la hotte aspirante, ce qui a conditionné dans l'enceinte une atmosphère polluée par l'ozone ressortant du récipient contenant les lichens soumis à la pollution.

Les lichens témoins ont donc été contaminés par l'ozone, mais certainement à très faible concentration, compte tenu de la faible ouverture du couvercle du récipient (orifice de 3 mm de diamètre) et de l'enceinte loin d'être étanche.

Après 24 heures, on a pu observer également que les thalles "témoins" étaient atteints à des degrés divers: *Lobaria pulmonaria*, *Parmelia saxatilis* et *Parmelia sulcata* ont présenté une teinte rougeâtre, tandis que les autres espèces ne semblaient pas altérées.

IV - CONCLUSIONS

Cette expérience a montré que les lichens sont des organismes très sensibles à une pollution par l'ozone, même à des concentrations faibles (lichens témoins contaminés accidentellement) et que les espèces n'ont pas le même seuil de tolérance; *Lobaria pulmonaria*, *Parmelia saxatilis* et *Parmelia sulcata* semblant plus sensibles à l'ozone. De plus, il est important de constater que les thalles en état de vie ralentie semblent plus résistants.

Bien que les résultats de cette expérience ne nous permettent pas d'évaluer l'impact des concentrations en ozone pouvant être incriminées en montagne sur la physiologie des lichens, il est important de signaler que des thalles de *Lobaria pulmonaria* fertiles ont été repérés sur des placettes jugées très déperissantes en Chartreuse, au cours de l'année 1990.

Ces quelques résultats viennent compléter les données bibliographiques encore trop rares, qui traitent des effets de l'ozone sur la physiologie de quelques espèces lichéniques ou qui s'appuient sur la comparaison de relevés de végétation effectués en zones plus ou moins polluées par l'ozone. Dans l'état actuel des connaissances, il est impossible de pouvoir faire une synthèse de ces différentes études, car les protocoles utilisés sont très variables d'une expérience à l'autre. Mais il est certain que l'ozone n'est pas un polluant anodin pour la flore lichénique, et la voie reste ouverte pour déterminer les seuils de sensibilité pour chaque

espèce. Il n'est donc pas utopique de penser que, comme pour le dioxyde de soufre ou le fluor, les lichens puissent servir dans un futur plus ou moins lointain à tracer une cartographie de la pollution due à l'ozone.

BIBLIOGRAPHIE

- A.S.C.O.P.A.R.G., - Association pour le contrôle de la pollution atmosphérique dans la région grenobloise.
- LEGRAND, I., 1991 - Végétation lichénique corticole et caractéristiques physico-chimiques des écorces: relations avec la symptomatologie du dépérissement des forêts des Alpes du Nord Thèse d'Université, Biologie, U.J.F. Grenoble, 225 p.
- NASH III, Th. & SIGAL, L.L., 1979. - Gross photosynthetic response of lichens to short-term ozone fumigations. *The Bryologist*, 82 (2), 280-285.
- ROSENRETER, R. & AHMADJIAN, V., 1977. - Effects of ozone on the lichen *Cladonia arbuscula* and *Trebouxia phycobiont* of *Cladonia stellaris*. *The Bryologist*, 80, 600-605.
- ROSS, L.J. & NASH III, T.H., 1983. - Effects of ozone on gross photosynthesis of lichens. *Env. Exp. Bot.*, 23, 71-77.
- SIGAL, L.L. & NASH III, T.H., 1983. - Lichens communities on conifers in southern Californian mountains and ecological study relative to oxidant air pollution. *Ecology*, 64, 1343-1354.
- SIGAL, L.L. & JOHNSTON, J.W., 1985. - Effects of acidic rain and ozone on nitrogen fixation and photosynthesis in the lichen *Lobaria pulmonaria* (L.) Hoffm. *Environmental and Experimental Botany*, vol. 26, n°1, 59-64.

PHYSIOLOGIE DES LICHENS ET POLLUTION DIFFUSE: SYNTHESE BIBLIOGRAPHIQUE

par

Isabelle LEGRAND

Laboratoire de Biologie Alpine
Université Joseph Fourier - GRENOBLE I
BP 53 X - 38041 GRENOBLE Cedex

Le dépérissement des forêts, phénomène alarmant sur lequel s'est penchée la communauté scientifique européenne depuis une dizaine d'années, semble avoir en partie pour origine la pollution atmosphérique et plus particulièrement l'acidité, l'ozone et divers phytooxydants (se reporter au précédent article). On peut se demander si la flore lichénique épiphyte qui colonise les arbres atteints est sensible à ces phénomènes de dépérissement.

Les lichens sont en effet, dans l'état actuel de nos connaissances, considérés comme les meilleurs bioindicateurs qui soient de pollution atmosphérique (SO₂, F, Pb, etc...). En effet, leur nutrition est étroitement tributaire de l'atmosphère, ils réagissent à des doses infimes de polluants et leur longévité est remarquable. Selon la nature et l'intensité de la pollution, les lichens présentent des modifications physiologiques, des altérations morphologiques et structurales et parfois même, ils disparaissent totalement bien avant qu'apparaissent les moindres symptômes sur les autres végétaux de l'environnement. Ceci s'explique par le fait qu'ils n'ont aucun moyen de lutte contre la pollution (activité continue, absence de cuticule et de système de régulation des échanges gazeux); de plus, ils ont un grand pouvoir d'accumulation (espaces intercellulaires de la médulle).

De nombreux travaux réalisés en France ont déjà permis de cartographier les lignes d'isopollution de certaines régions grâce à différentes méthodes qualitatives, quantitatives ou indirectes. (Les méthodes qualitatives s'appuient sur une échelle de correspondances entre la végétation lichénique et le taux de pollution; les méthodes quantitatives nécessitent le calcul d'un indice de pollution à partir d'une formule mathématique faisant intervenir différents paramètres relatifs à la flore lichénique tels que le nombre d'espèces, les coefficients de recouvrement et de fréquence...; les méthodes indirectes, ou expérimentales dont appel à des transplantations, des dosages de polluants dans les thalles, etc...).

Dans tous les cas, les régions ayant fait l'objet de telles études sont toujours des régions à forte concentration industrielle, dont on connaît les sources de pollution, les types de polluants et leurs modes d'action sur les lichens; il est alors possible de mettre en relation la disparition de certaines espèces lichéniques avec la concentration des polluants.

Mais depuis 1983, d'autres régions françaises, cette fois les massifs forestiers montagneux (Alpes, Jura, Vosges), sont soumises à un autre type de pollution, beaucoup plus complexe et pernicieuse, au mécanisme encore mal connu: la pollution acide diffuse, également appelée pollution transfrontière ou à longue distance.

Dans quelle mesure les lichens épiphytes peuvent-ils apporter une contribution dans l'étude des effets de ce nouveau genre de pollution?

C'est le problème auquel nous nous sommes attachés, la question étant de déterminer si les lichens peuvent être utilisés comme bioindicateurs de la pollution diffuse, comme le suggèrent VAN HALUWYN et al (1986), et de ce fait mieux caractériser les différentes causes du dépérissement ou bien devenir des indicateurs du dépérissement des forêts.

Parmi les causes d'origine anthropique, l'hypothèse la plus en vigueur actuellement dénonce l'ozone et les oxydes d'azote, ainsi que l'acidification du milieu comme principaux responsables atmosphériques du "mal des forêts". Il est donc important de recenser les études (encore rares) traitant des effets de ces types de polluants sur la végétation lichénique épiphyte, après un bref rappel général sur la sensibilité physiologique des lichens.

I - LA PHYSIOLOGIE DES LICHENS EN RELATION AVEC LEUR SENSIBILITE AUX POLLUANTS

Les lichens sont des organismes symbiotiques qui résultent de l'association d'une algue ou d'une cyanobactérie et d'un champignon. Ils sont incapables d'effectuer une régulation hydrique et sont soumis aux fluctuations du milieu. Pour résister à la dessiccation, ils sont capables d'entrer en vie ralentie en attendant des conditions favorables (phénomène de reviviscence).

Les lichens absorbent l'eau liquide très rapidement (en moins d'une minute), alors qu'il leur faut plusieurs semaines pour atteindre la saturation en présence d'eau sous forme gazeuse, l'absorption étant alors proportionnelle au taux d'humidité de l'air. La prise d'eau et des substances dissoutes se réalise directement à travers toute la surface du thalle et cette diffusion est purement passive (MARGOT, 1972). La circulation de l'eau d'un bout à l'autre du thalle est très lente, et même nulle chez les espèces fruticuleuses (type Usnée); les espèces qui n'ont que peu de points de contact avec le substrat sont donc plus que les autres assujetties à l'humidité atmosphérique (DES ABBAYES, 1951).

La sensibilité des lichens aux polluants dépend donc de plusieurs facteurs.

- D'abord du type de polluant; certains d'entre eux diffusent préférentiellement sous forme liquide et sont donc plus actifs lorsque le thalle est imbibé: c'est le cas du SO₂ (SWIEBODA et al. 1978); d'autres, par contre, diffusent plus facilement sous forme gazeuse, comme l'ozone, et attaquent les thalles, même en état de dessiccation (MARGOT, 1972).

D'après OLMEZ et al (1985), les lichens collectent préférentiellement les grosses particules qui ont probablement été déposées par impact ou dépôts secs, mais non par la pluie ou l'eau de ruissellement.

- La physiologie et la morphologie du thalle interviennent également dans la résistance des lichens (VAN DOBBEN, 1983): un thalle entièrement cortiqué résiste mieux à la pénétration des molécules de polluants qu'un thalle sorédié. Les espèces crustacées, aux échanges faibles et à la croissance plus lente que les espèces foliacées et fruticuleuses, sont moins affectées par la pollution atmosphérique (DERUELLE et al. 1983). D'autre part, plus la capacité photosynthétique des lichens est grande, plus les concentrations en ions K⁺, Ca⁺⁺ et Mg⁺⁺ du thalle sont élevées et plus le lichen est capable de résister à la pollution (RICHARDSON et al., 1983).

II - L'ACTION DE L'ACIDITE DES PLUIES SUR LA PHYSIOLOGIE DES LICHENS

L'acidification du milieu est un problème très complexe, car ce processus fait intervenir de nombreux types de polluants (SO₂, NO_x, O₃, PAN, Fluor...) qui agissent par l'intermédiaire des pluies, des brouillards et de la rosée.

Dans les régions fortement industrialisées, le SO₂ gazeux rejeté en quantités importantes produit un effet toxique direct parfaitement connu sur les lichens. En se combinant à l'eau des lichens, SO₂ se transforme en trois sels de l'acide sulfureux (H₂SO₃); sulfite (SO₃⁻), bisulfite (HSO₃⁻) et disulfite (S₂O₅⁻), dont le rapport est strictement lié au pH.

Ainsi, à un pH très acide compris entre 2 et 5, fréquent chez les lichens, l'ion HSO₃⁻ le plus toxique est prédominant (action directe sur la chlorophylle) (DERUELLE et al. 1983).

Mais dans le contexte qui nous préoccupe, le SO₂ n'atteint nulle part des concentrations susceptibles de provoquer ce type d'action directe sur les lichens. Dans les forêts touchées par le phénomène de dépérissement, la végétation lichénique est riche en espèces reconnues comme très sensibles à de faibles concentrations en SO₂, telles que *Lobaria pulmonaria*, dont nous avons trouvé des thalles bien développés et même fertiles sur feuillus, dans certaines placettes jugées très dépérissantes, au-dessus de Saint-Laurent-du-Pont (Le Pertuis, Chartreuse, Isère).

COPPINS (1984) évoque l'effet des pluies acides sur les lichens, et plus particulièrement l'effet du dioxyde de soufre, dont il distingue deux modes d'action tout à fait différents: direct et indirect.

Dans le cas de la pollution diffuse, le SO₂ est oxydé et transformé en acide sulfurique au cours du transport à longue distance. Les ions sulfates (SO₄²⁻) résultant de l'oxydation ont un effet phytotoxique direct beaucoup plus faible sur les lichens que celui des ions sulfites. Mais il s'agit surtout d'une toxicité indirecte

par acidification du substrat (l'écorce) en raison du lessivage par les eaux de pluie (COPPINS, 1984). Or le pH de l'écorce est un des éléments essentiels dans l'installation des espèces (GRODZINSKA, 1971, WIRTH, 1976). Depuis une quinzaine d'années, de nombreuses études ont montré que les variations du pH de l'écorce, ainsi que celles du pouvoir tampon et de la composition minérale dépendent directement des taux de pollution atmosphérique (JOHNSEN, 1973; O'HARER, 1975; LOTSCHERT et KOHM, 1973; GRODZINSKA, 1979).

L'acidification de l'écorce va modifier profondément la composition floristique des groupements épiphytes. Selon BAILEY (1976), cette acidification détruit les boutures, notamment les soralies indispensables à la propagation de certaines espèces, entraînant une élimination par impossibilité de régénération.

D'après une étude conduite par GILBERT (1986), l'acidité des pluies inhibe la fixation d'azote par *Nostoc* (cyanobactérie symbiotique) et entraîne la disparition des lichens tels que *Lobaria pulmonaria* et *Sticta limbata*. Cet auteur a également mis en évidence la sensibilité de *Parmelia sulcata* aux pluies acides, contrairement aux Usnées, *Hypogymnia physodes* et *Parmeliopsis ambigua* qui ne semblent pas affectés.

SIGAL et JOHNSTON (1985) ont déterminé en laboratoire que la photosynthèse de *Cladina stellaris* était réduite par un traitement de pluie à pH 4 (mélange d'acides sulfurique et nitrique), et qu'après 3 ans de traitement la croissance du lichen était significativement diminuée. Ils ont également montré sur *Lobaria pulmonaria* que l'effet de pluie acide simulée (pH compris entre 2.6 et 4.2) causait une réduction significative de la photosynthèse et de la fixation d'azote, allant jusqu'à 100%.

Ces mêmes auteurs (SIGAL et JOHNSTON, 1986) ont pu mettre en évidence qu'entre pH 2.3 et pH 3, *Parmelia caperata* subissait une réduction significative de photosynthèse brute; et sur *Umbilicaria mammulata*, ils ont observé en plus du même phénomène, une marge nécrosée de 1mm sur le pourtour du thalle après traitements à pH 2.3. Sur le terrain, ces mêmes zones nécrosées contenaient des taux élevés en métaux lourds (Al, Fe) et de faibles teneurs en éléments essentiels (K, Mg) comparativement aux parties saines du thalle. Dans presque tous les cas, ces manifestations s'accompagnent d'une décoloration du thalle.

III - L'ACTION DE L'OZONE ET AUTRES OXYDANTS SUR LA PHYSIOLOGIE DES LICHENS

Actuellement, les recherches sur les causes du dépérissement forestier s'orientent plutôt vers des polluants tels que l'ozone, les oxydes d'azote et autres photo-oxydants tel que le peroxy-acetyl-nitrate (PAN). leurs actions sur les lichens ne sont pas aussi bien connues que celles du SO₂.

A - L'OZONE

SIGAL et al (1983) ont établi une corrélation directe entre la régression de la végétation lichénique et la pollution oxydante à San Bernardino en Californie, en forêt de conifères. Ils ont établi une liste des espèces selon leur degré de sensibilité en fonction de leurs observations sur le terrain:

Tableau 1: répartition de quelques espèces lichéniques en fonction de leur sensibilité à l'ozone (extrait de SIGAL et NASH III, 1983)

très sensibles	sensibles	relativement tolérantes	tolérantes
<i>Evernia prunastri</i>	<i>Parmelia sulcata</i>	<i>Hypogymnia enteromorpha</i>	<i>Letharia vulpina</i>
<i>Peltigera canina</i>	<i>Peltigera rufescens</i>	<i>Parmelia glabra</i>	<i>Physconia grisea</i>
<i>Platismatia glauca</i>	<i>Physcia ciliata</i>	<i>Parmelia subolivacea</i>	<i>Xanthoria fallax</i>
<i>Ramalina farinacea</i>	<i>Usnea sp.</i>	<i>Xanthoria polycarpa</i>	
<i>Xanthoria candelaria</i>	<i>Collema nigrescens</i>		

Dès 1979, NAS III et SIGAL ont testé en laboratoire l'influence de l'ozone sur quelques espèces lichéniques. Ils observent une réduction significative de photosynthèse sur *Parmelia sulcata* et *Hypogymnia enteromorpha*, après 12 heures de fumigations à 983 µg/m³ d'ozone (1 ppm = 1967 µg/m³ d'ozone). D'après ROSS et al (1983), *Parmelia caperata* réagit à partir de 200 µg/m³ d'ozone pendant 12 heures, alors que

Ramalina menziesii ne montre pas de baisse significative de photosynthèse, même pour des doses atteignant 1567 $\mu\text{g}/\text{m}^3$.

Ces auteurs pensent que la différence de sensibilité suivant les espèces est due à la différence de morphologie des thalles; les espèces sorédiées sont plus sensibles que les lichens à cortex continu, car l'ozone diffuse alors plus facilement jusqu'aux cellules algales, et peut ainsi agir sur les membranes cellulaires. Une autre hypothèse s'appuie sur le fait que les phycobiontes sont plus ou moins résistants suivant l'espèce. Il se peut également que les lichens ayant un taux photosynthétique élevé soient plus résistants grâce à leurs réserves en sucres.

SIGAL et JOHNSTON (1985) ont testé l'influence de l'ozone sur *Lobaria pulmonaria*, en synergie avec une pluie acide simulée (118, 235 et 353 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ d'ozone, 4 h par jour pendant 5 jours). Ils n'ont pas constaté d'effet significatif de réduction de la fixation d'azote et de photosynthèse, ni d'effet dû à l'interaction des deux types de pollution. Ils supposent que *Lobaria pulmonaria* doit être tolérant pour de basses concentrations en ozone.

ROSENTERER et al (1977) ont déterminé que *Cladonia arbuscula* semble également tolérant à une certaine ambiance ozonique (197 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ d'ozone pendant une semaine). Il cite ANDERSON (1963) qui avait constaté que l'ozone induisait une fructification chez les lichens, ce qui pouvait expliquer pourquoi ces organismes se développent si bien dans les régions naturellement plus riches en ozone, tels que sommets de montagne et régions arctiques; mais aussi pourquoi des variétés fertiles à haute altitude n'avaient pas leurs homologues fertiles à plus basse altitude.

Soulignons qu'au Donon (Vosges), la moyenne estivale en ozone est le plus souvent supérieure à 100 $\mu\text{g}/\text{m}^3$, avec des pointes pouvant atteindre 192 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ en valeur maximale horaire (COMITE FRANCO-COMTOIS DE L'APPA, 1985).

* Remarque

Nous avons eu nous-même l'opportunité d'observer l'effet de l'ozone à hautes concentrations sur quelques espèces de lichens. Les résultats de cette étude sont présentés dans l'article précédent.

B - LES OXYDES D'AZOTE

NASH III (1976) a établi que les fumigations de NO_2 (4 ppm soit 7520 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ pendant 6 h) étaient suffisantes pour causer une réduction significative de concentration en chlorophylle chez les lichens, mais il pense que NO_2 est un agent phytotoxique relativement insignifiant pour les lichens dans la mesure où la concentration dans l'air dépasse rarement 1 ppm (soit 1880 $\mu\text{g}/\text{m}^3$).

C- LE PEROXY-ACETYL-NITRATE (PAN)

SIGAL et al (1979) ont testé l'influence du PAN sur des échantillons de *Collema nigrescens*, *Hypogymnia enteromorpha*, *Parmelia sulcata* et *Peltigera rufescens*, qui ont subi une fumigation de 50 et 100 ppb, 4 h par jour, pendant 8 jours. Ces auteurs ont observé une réduction de la photosynthèse brute pendant le traitement et une différence de sensibilité suivant les espèces: *Parmelia sulcata* apparaît la plus sensible, tandis que *Collema nigrescens* ne semble pas être affecté par les conditions expérimentales.

IV - CONCLUSIONS

Toutes ces expériences de laboratoire, même si elles apportent des connaissances en matière de sensibilité de certaines espèces lichéniques face à des polluants déterminés, ne peuvent pas, néanmoins, reproduire la dimension des phénomènes très complexes qui se produisent en conditions "naturelles". En effet, il est à l'heure actuelle impossible de cerner l'ampleur des interactions qui existent entre les nombreux paramètres en présence (diversité des polluants en concentrations variables, actions de la température, de la lumière, de l'humidité, etc...). Pour toutes ces raisons, les résultats de ces expériences ne peuvent pas être transposés à d'autres études. Tout au plus peuvent-ils servir d'indications permettant la mise au point de nouvelles expérimentations. C'est d'ailleurs ce que nous avons tenté de réaliser, en imaginant un protocole visant à observer l'effet de fortes concentrations en ozone sur quelques espèces lichéniques de l'étage montagnard fréquentes dans les Alpes.

BIBLIOGRAPHIE

- ANDERSON, K., 1963.- Investigations on the development of lichen structures in laboratory Controlled cultures. Honors thesis, Clark University.
- BAILEY, R.H., 1976. - Ecological aspects of dispersal and establishment in lichens. In: BROWN D.H., HAWKSWORTH D.L., BAILEY R.H. eds, Lichenology: Progress and Problems. Academic Press London, 215 - 248.
- COMITE FRANC-COMTOIS DE L'A.P.P.A., 1985. - Dépérissement des forêts et pollution atmosphérique en Franche-Comté, 32 p.
- COPPINS, B.J., 1984.- What is the effect of acid rain on lichens? *Bull. British Lichen Society*, **55**, 21 - 22.
- DERUELLE, S. & LALLEMANT, R., 1983. - Les lichens témoins de la pollution. Thèmes Vuibert Université Biologie, 108 p.
- DES ABBAYES, H., 1951. - Traité de lichénologie. Encyclopédie Biologique, 211p.
- GILBERT, O.L., 1986. - Field evidence for an acid rain effect on lichens. *Environmental Pollution*, (serie A), **40**, 227 - 231.
- GRODZINSKA, K., 1971. - Acidification of tree bark as a measure of air pollution in Southern Poland. *Bull. Acad. Pol. Sci. Cl.*, II, **19**, 189 - 195.
- GRODZINSKA, K., 1979. - Tree-bark-sensitive biotest for environment acidification. *Environment International*, **2**, 173 - 176.
- JOHNSEN, I.B., 1973. - Influence of air pollution on the epiphytic lichen vegetation and bark properties of deciduous trees in the Copenhagen area. *Oikos*, **21**, 344 - 351.
- LEGRAND, I., 1991. - Végétation lichénique corticole et caractéristiques physico-chimiques des écorces: relations avec la symptomatologie du dépérissement des forêts des Alpes du Nord. thèse d'Université, Biologie, U.J.F. Grenoble, 225 p.
- LÖTSCHERT, W. & KÖHM, H.J., 1973. - Baumborke als Anzeiger von Luftversuchschmutzungen. *Umschau*, **73**, 403 - 404.
- MARGOT, J. 1972. - Lichens et pollution atmosphérique. L'effet du SO₂ sur les sorédies d'*Hypogymnia physodes* (L.) Nyl. Thèse d'écologie végétale, Université Catholique de Louvain, 240 p.
- NASH III, Th., 1976. - Sensitivity of lichens to nitrogen dioxide fumigations. *The Bryologist*, **79**, 103-106.
- NASH III, Th. & SIGAL, L.L. , 1979. - Gross photosynthetic response of lichens to short-term ozone fumigations. *The Bryologist*, **82** (2), 280-285.
- O'HARE, G.P., 1975. - Lichens and bark acidification as indicators of air pollution in West Central Scotland. *J. Biogeography*, **1**, 135-146.
- OLMEZ, I., GULOVALI, C. & GORDON, G.E., 1985. - Trace element concentrations in lichens near a coal-fired power plant. *Atmospheric environment*, vol. **19**, n° 10, 1663-1669.
- RICHARDSON, D.H.S. & NIEBOER, E., 1983. - Ecophysiological responses of lichens to sulphur dioxide. *Journ. Hattori. Bot. Lab.*, **54**, 331-351.
- ROSENRETER, R. & AHMADJIAN, V. - 1977. - Effects of ozone on the lichen *Cladonia arbuscula* and *Trebouxia phycobiont* of *Cladonia stellaris*. *The Bryologist*, **80**, 600-605.

- ROSS, L.J. & NASH III, T.H., 1983. - Effects of Ozone on gross photosynthesis of lichens. *Env. Exp. Bot.*, **23**, 71-77.
- SIGAL, L.L. & NASH III, T.H., 1983. - Lichens communities on conifers in southern Californian mountains and ecological study relative to oxidant air pollution. *Ecology*, **64**, 1343-1354.
- SIGAL, L.L. & JOHNSTON, J.W., 1985. - Effects of acidic rain and ozone on nitrogen fixation and photosynthesis in the lichen *Lobaria pulmonaria* (L.) Hoffm. *Environmental and Experimental Botany*, vol. **26**, n°1, 59-64.
- SIGAL, L.L. & JOHNSTON, J.W., 1986. - Effects of simulated acidic rain on one species each of *Pseudoparmelia*, *Usnea* and *Umbilicaria*. *Water Air and Soil Pollution*, **27**, 315-322.
- SIGAL, L.L. & TAYLOR, O.C., 1979. - Preliminary studies of the gross photosynthetic response of lichens to peroxyacetylnitrate fumigations. *The Bryologist*, **82** (4), 564-575.
- SWIEBODA, M. & KALEMBA, A. - 1978. - The lichen *Parmelia physodes* (L.) Ach. as indicator for determination of the degree of atmospheric air pollution in the area contaminated by fluorine and sulphur dioxide emission. *Acta Societatis Botanicorum Poloniae*, vol. XLVII, n°1-2, 25-40.
- VAN DOBBEN, H.F., 1983. - Changes in the epiphytic lichen flora and vegetation in the surroundings of s'-Hertogenbosch (the Netherlands) since 1900. *Nova Hedwigia*, band XXXVII, Braunschweig.
- VAN HALUWYN, C. & CARBIENER, R., 1986. - Les lichens: végétaux tests de la pollution atmosphérique, possibilités d'utilisation dans les Vosges. *Projet d'étude*, 12 p.
- WIRTH, V., 1976. - Über den Einfluss des SO₂ auf die Flechtenvegetation in urbanen Räumen und die Indikation des SO₂ Belastung durch Flechten. *Schr. Reihe Vegetationskde*, **10**, 203-213.

ELEMENTS DE BIBLIOGRAPHIE LICHENOLOGIQUE RECENTE

par

André BELLEMERE

53 Jardins Boieldieu
92800 PUTEAUX

CYTOLOGIE

La structure et la composition des parois des hyphes des mycobiontes de *Cladonia* et *Physcia*, maintenus en culture *in vitro* est analogue à celle d'Ascomycètes non lichénisés; le glucose est le monomère des polysaccharides, la chitine est présente en nombreuses fibrilles (HONEGGER R. et BARTNICKI-GARCIA S. 1991, Myc. Res. 95, 8: 905-914).

Un galactomannane et l'isolichénine de *Ramalina eckloni* sont étudiés (MICENO A.M. et al. 1991, Agri. Biol. Chem. 55: 1391-1392).

L'ultrastructure des photobiontes de lichens crustacés subtropicaux est examinée (haustoriums) (TUCKER S.C. et al. 1991, in GALLOWAY D.J., Tropical lichens..., Clarendon Press: 171-191).

Etude de la division des plastes chez l'algue *Trebouxia* d'un *Parmelia* (CHIDA Y. et UEDA K. 1991, Ann. of Bot. 67: 435-442).

MORPHOLOGIE ET CROISSANCE DU THALLE

La surface du thalle est examinée au MEB chez des Coccocarpiaceæ (LUMBSCH H.T. et KOTHE H.W. 1992, Mycotaxon 43: 277-282).

Etude des modalités d'édification du thalle de *Rhizocarpon geographicum* (ASTA J. et al. 1989 Trav. Sc. Parc Vanoise 17: 63-81).

Etude sur plus de 20 ans en zone désertique du taux de croissance du thalle de *Caloplaca aurantia* et *Diploschistes calcareus* (LANGE O.L. 1990, Israel J. Bot. 39: 389-394).

VIE SYMBIOTIQUE

Une mise au point d'ensemble concernant les aspects fonctionnels de la symbiose lichénique (transferts glucidiques, caractéristiques de l'interface mycobionte - photobionte, fixation de CO₂ et photosynthèse des lichens hétéromères, métabolisme des polyols et échanges d'eau du mycobionte et du photobionte) fait l'objet d'un important article illustré de schémas précis et clairs (HONEGGER R. 1991, Annual Review Pl. Physio Pl. Mol. Biol. 42, 553-578).

Etudes expérimentales

Une lectine de *Nephroma lævigatum* est sans doute déterminante dans l'interaction initiale des symbiontes (KARDISH N. et al. 1991, Symbiosis 11: 47-62).

La comparaison de l'ADN de photosymbiodèmes chez des paires d'espèces à algues vertes ou à cyanobactéries *Sticta dufourei* et *S. canariensis*, *Pseudocyphellaria murrayi* et *P. rufovirescens* suggère qu'un même mycobionte est concerné (ARMALEO D. et CLERC. C. 1991, Exp. Myc. 15: 1-10).

Les caractéristiques des hybridations d'ADN de *Nostoc* associés de 4 lichens, de 2 bryophytes, d'un *Cycas* et d'un *Gunnera* ne sont pas en conformité avec la phylogénie admise des symbiotes (LEIZEROVICH I. et al. 1990, Symbiosis 8: 75-86)

Cultures de fragments de thalle

A partir de fragments de thalle d'*Usnea rubescens* et *Peltigera praetexta* des thalles juvéniles sont obtenus en conditions nutritives médiocres. Il y a un temps de latence de 2 à 6 semaines, la pollution des milieux est forte, le taux de réussite faible 6%. Les thalles restent petits (3mm); ils sont analogues à ceux obtenus à partir de sorédies et leurs *Nostoc* ont la forme symbiotique agrégée. (YOSHIMURA I. et YAMAMOTO Y. 1991, Symbiosis 11: 109-117; YOSHIMURA I. et al. 1990, Bull. Kochi Gakuen College 21: 565-576).

Des cultures de fragments de thalle d'*Usnea confusa* permettent d'obtenir en 5 mois (18°, lumière continue) des fibrilles (2 à 3 mm) analogues à celle du thalle naturel. Le taux de réussite se réduit à 10% si la température baisse à 10° et s'annule si elle s'élève à 21°. (KON Y. et al. 1990, Journ. Japan. Bot. 65, 1: 26-32).

Des cultures de lichens antarctiques peuvent être obtenues après conservation des échantillons au réfrigérateur (YOSMIMURA I. et al. 1990, Polar Biol 3: 224-228).

Cultures de mycobiontes

Plus de 100 espèces sont maintenant cultivées (KINOSHITA Y. et al. 1991, Agric. Biol. Chem. 55, 7: 1891-1892).

Les mycobiontes d'*Umbilicaria* mis en culture croissent de façon diverse, certains très rapidement (*U. muehlenbergia* et *U. pensylvanica*: 100 fois leur poids en 1 mois) (YOSHIMURA I. et KUROKAWA T. 1989, Bull. Kochi Gakuen College 20: 527-533).

Des substances "lichéniques" connues dans les thalles de lichens, sont obtenues à partir de cultures des seuls mycobiontes d'*Usnea flexilis* (YOSHIMURA I. et al. 1989, Bull. Kochi Gakuen College 21: 565-576), de *Ramalina siliquosa* (HAMADA N. 1989 Bryologist 92, 3: 310-313). de *Cladonia grayi* (CULBERSON C.F. et ARMALEO D. 1992, Exp. Myc. 16: 52-53).

MULTIPLICATION VEGETATIVE

Une faible humidité relative est nécessaire à la libération des sorédies d'*Hypogymnia physodes* qui restent accumulées sur le thalle si l'humidité ou la température s'élèvent (ARMSTRONG R.A. 1991, Env. Exper. Bot. 31: 239-245).

Des "pyncides" de structure intermédiaire entre des Coelomycètes typiques et des Hyphomycètes sont obtenues en culture axénique de spores de *Chaenothecopsis savonica* (Mycocaliciaceæ, caliciale) (TIBELL L. 1991, Can. J. Bot. 69, 2427-2433; elles sont semblables à l'*Asterophoma mazaediicola*, observé antérieurement dans le mazædium de *Calicium*. Un Hyphomycète *Catenomyces rosæ* (Gen. et sp. nov.) a été reconnu comme anamorphe d'une autre espèce le *Chaenothecopsis haematopus* (TIBELL L. et CONSTANTINESCU O. 1991, Myc. Res. 95: 556-560).

Les relations entre les anamorphes (thalloconidies) des *Umbilicaria* et les téléomorphes sont examinées; certaines espèces produisent de nombreuses conidies et peu d'ascomas ou inversement. Parfois de tels taxons sont similaires mais leur distribution géographique est différente (paires d'espèces) (HESTMARCK G. 1991, Lichenologist 23: 343-359 et 360-380).

Le Basidiolichen *Multiclavula vernalis* s. l. forme des bulbilles de structure analogue à des sorédies (POELT J. et OBERMAYER W. 1990, Herzogia 8: 289-294).

REPRODUCTION SEXUEE

Chez le *Tylophoron moderatum* (caliciale inc. sed, Chine et Am. méridionale) on observe des thalles distincts, les uns à sporodochies sans asques et les autres à asques sans sporodochies. S'agit-il de diécies, apparemment très rare chez les Lichens ? (cf *Lecidea verruca*) (TIBELL L. 1991 Myc. Res. 95, 3: 290-294).

Le développement de l'ascoma du *Bacidia bagliettoana* est de type gymnocarpe (LUMBSCH H.T. 1991, Nova Hedwigia 52: 267-304).

Celui de *Micarea peliocarpa* l'est aussi mais n'a pas d'affinité avec celui des *Bacidia* et se rapproche plutôt de celui des *Rocellinastrum* (LUMBSCH H.T. 1990, Herzogia 8: 403-408).

Celui de l'ascoma des *Rhizoplaca* et du *lecanora opiconensis* est du type *Parmelia* et non de type *Lecanora* (LUMBSCH H.T. et al. 1991, Mycotaxon 42: 77-87).

Les ascomas d'*Omphalodium* et d'*Omphaloria* ont des développements un peu différents mais qui sont de type *Parmelia*. La signification évolutive de ce type est soulignée (HENSSSEN A. 1992, Lichenologist 24: 27-41).

Le rôle de l'humidité et du vent dans la fertilité des espèces tropicales foliicoles est examiné (MARCELLI M.P. 1991, in GALLOWAY D.J. Tropical Lichens (loc.cit.): 1-16).

CONSTITUANTS CHIMIQUES DES LICHENS

Substances chimiques diverses

Etude la concentration de dix éléments chimiques chez *Flavoparmelia caperata* et *F. baltimorensis*, variations saisonnières et avec le substrat (écorces ou rochers) (PRUSSIK C.M. et KILLINGER K.T. 1991, Bryologist 94: 135-142).

Teneur en azote chez *Hypogymnia physodes* (SÖCHTING U. 1991 Inst. f. sporeplanter Copenhague Uni: 1-75).

Localisation du fer et autres éléments chez *Nephroma arcticum* (GARTY J. et DELAREA J. 1991, Env. Exp. Bot. 31, 3: 367-375).

Le taux de composés phénoliques du thalle varie avec l'âge chez *Umbilicaria antarctica* (QUILHOT W. et al. 1991, Ser. Cient. Inst. Antarct. Chileno 41: 99-106).

Composition de divers lichens en acides gras et phospholipides (DEMBITSKY V.M. et al. 1991, Phytochem. 30: 837-839); en caroténoïdes (CZECZUGA B. et al. 1991, Ann. Bot. Fenn. 28: 123-130; CZECZUGA B. et TAYLOR F.J. 1991, New Zeal. Journ. Bot. 29: 1-5; CZECZUGA B. et KOCH P. 1991, sería Cientif. Inst. Antarct. Chileno 41: 107-111).

Le taux de lectines de lichens maritimes diffère selon l'habitat et la morphologie mais aussi la saison INGRAM G.A. 1991. Symbiosis 11: 73-92.

Enzymes

Revue des progrès récents de l'enzymologie des lichens et perspectives (LEGAZ M.E. et VICENTE C. 1991, In Proceed. Inst. Symp. Lichenol. Nippon Paint Co Osaka).

L'étude de plusieurs enzymes chez diverses populations d'Umbilicariaceæ montre pour une même espèce des variations en fonction de sa localisation; la composition enzymatique du genre *Lassalia* reste dans le domaine des variations observées chez les espèces d'*Umbilicaria*. (HAGEMAN C. et FAHSELT D. 1990, Can. J. Bot. 68: 2636-2643, 1992, Lichénol. 24: 91-100)

Chez *Stereocaulon saxatile* la similarité des enzymes de 2 formes morphologiques indique qu'elles correspondent sans doute à deux souches différentes de mycobiontes (FAHSELT D. 1990, Symbiosis 11: 119-130).

Substances lichéniques

Généralités: (CULBERSON C.F. et ELIX J.A. 1990 in HARBORNE J.B. Methods in Plant Biochemistry 1: 509-535 Ac. Press. Londres).

Etudes dans le genre *Lecidella* (LEUCKERT C. et al. 1991, *Herzogia* 8: 265-272) dans le genre *Lasallia* (POSNER B. et al. 1991, *Zeits. Natur. Part 6*, 46: 19-27) et chez *Lepraria incana* (KUMMERLING H. et al. 1991, *Nova Hedwigia* 53: 507-517).

Examen de lichens antarctiques (PIOVANO M. et al. 1991, *Ser. Cient. Inst. Antarct. Chileno* 41: 79-90) et d'Afrique du Sud (HUNECK S. 1991, *Pharmazie* 45: 297).

Comparaison entre des populations d'*Arctoparmelia centrifuga* d'Europe du Nord et d'Amérique du Nord déficientes en acide usnique CLAYDEN S.R. 1992, *Bryologist* 95: 1-4).

Etude chimique de la biruloquinone trouvée initialement chez un *Parmelia* et rencontrée depuis chez un *Mycospharella* (ARNONE A. et al. 1991, *Phytochem.* 30: 2729-2731).

Etablissement des voies de synthèse des xanthones permettant de distinguer les xanthones plus fondamentales des xanthones co-occurentes ELIX J.A. et CROOK C.E. 1992, *Bryologist* 95: 33-37).

Le taux d'acide usnique d'*Usnea aurantiacoatra* est minimal au printemps et maximal en automne QUILHOT W. et al. 1991, *Serv. Cient. Inst. Antar. Chileno* 41, 99-106).

PHYSIOLOGIE DES LICHENS

Nutrition

Fixation d'ions métalliques de solutions aqueuse par des lichens secs (RAMELON G.J. et al. 1991, *Microbios* 66: 95-105).

Utilisation de l'humidité nocturne et de la rosée par *Cladonia rangifera* (PÉCH G. 1991, *Canad. J. Forest. Res* 21: 1415-1418).

Des éléments chimiques (N,P,K.) de la base sénescence ou morte de certains lichens pourraient être recyclés vers les apex améliorant la productivité et la dominance; cette base est plus riche en N chez les *Stereocaulon* que chez les *Cladonia* (CRITTENDEN P.D. 1991, *Lichenologist* 23: 323-331).

Les ions + des espaces intercellulaires ont un rôle fondamental dans l'équilibre en eau des lichens (BROWN D.H. et BROWN R.M. 1991, *Lichenol.* 23: 293-307).

Photosynthèse et échanges gazeux

Etude de la photosynthèse des échanges de gaz carbonique et du contenu en eau chez *Cladonia portentosa* de dunes stabilisées d'une île de la mer du Nord. Une équation mathématique, vérifiée dans la nature, hors conditions extrêmes, est établie entre la photosynthèse nette et les facteurs de l'environnement (BRUNS-STRENGE S. et LANGE O.L. 1991, *Flora* 185: 73-97; LANGE O.L. et BRUNS-STRENGE S. 1991, *Flora* 185: 214-237).

Mesure *in situ* des échanges de CO₂ pour des lichens crustacés antarctiques (KAPPEN L. et al. 1990, *Oecologia* 82: 311-316).

Une nouvelle technique d'étude avec mesure en continu de la fluorescence de la chlorophylle *in situ* est utilisée sur *Usnea antarctica*, sur place en Antarctique (SCHROETER B. et al. 1991, *Lichenol.* 23: 253-256).

L'appareil photosynthétique de l'algue verte symbiote peut fonctionner à de très faibles potentiels hydriques mais, pour le photosymbiote de *Letharia vulpina* la valeur seuil, dans le thalle n'est pas abaissée par rapport à l'algue libre (LANGE O.L. et al. 1990, *Planta* 182: 467-492).

Le thalle de *Pseudoscyphellaria dissimilis* des arbres à feuilles persistantes des forêts tempérées de Nouvelle Zélande adapté à l'ombre et à l'humidité peut avoir des secteurs à algues vertes et d'autres à cyanobactéries. Après un court dessèchement, de l'air humide suffit aux thalles à algues vertes pour recouvrir leur photosynthèse mais non aux thalles à cyanobactéries. Ceux-ci supportent aussi moins bien les stress de lumière violente. (GREEN T.G.A. et LANGE O.L. 1991, *Lichenol.* 23: 267-282).

Chez *Parmelia caperata* le taux de chlorophylle et les échanges de CO₂ sont réduits au niveau des plages à sorédiées où l'équilibre en eau est aussi modifié. Le taux net d'assimilation d'un thalle lichénique serait mieux exprimé par le taux de chlorophylle que par le poids sec. (TRETACH M. et CARPANELLI A. 1991, *Lichenol.* 24, 81-90).

Métabolisme

La production effective d'éthylène par les lichens uniquement comme chez *Ramalina duriei* est démontrée (cf LURIES et GARTY J. 1991 *Ann. Bot.* 68, 4: 317-319) pour la première fois chez plusieurs

Lichens (*Cetraria islandica* et 4 *Cladonia* en particulier). Elle varie avec les conditions du milieu . La voie de biosynthèse est probablement celle des plantes supérieures (à partir de la méthionine) et non celle qui est connue chez des *Penicillium* (2 oxyglutamate ou glutamate) (OTT S. et ZWOCH I 1992, Lichenologist 24: 73-80).

Chez *Ramalina siliquosa* la production d'acide usnique est affectée par la température mais non par l'intensité lumineuse (HAMADA N. 1991, Bryologist 94: 203-206).

Les centres initiaux de nucléation en glace d'eau en surfusion extraits de *Rhizoplaca chrysoleuca* sont de nature protéique; ils diffèrent de ceux des Bactéries (KIEFT T.L. et RUSCETTI T. J. Bact. 172: 3519-3523).

MODES DE VIE DES LICHENS

Colonisation des milieux

La colonisation des quartzites par *Rhizocarpon geographicum* est étudiée en milieu alpin (ASTA J. et al. 1990 Tr. Sc. Parc Nat. Vanoise 17: 63-88).

Sur les supports rocheux ou industriels la colonisation est d'abord celle d'une succession de bactéries ammonifiantes puis nitreuses et nitriques (3 mois) avant celle d'algues et de champignons puis de lichens (3 ans) et de mousses (DERUELLE S. 1991, Mat. et Struct. Mat. et Constr. 24: 163-168).

Sur des rochers de granite de l'Oregon, USA, en exposition Sud les microchampignons sont plus nombreux que les Lichens, qu'ils précèdent dans la colonisation (croissance dans les fractures; croissance possible à l'obscurité (Palmer F.E. et al. 1990, New Phytol 116: 613-620).

L'étude au M.E.B. de zones d'ablation d'un glacier de vallée dans le grand nord canadien ne révèle que quelques spores fongiques avec des hyphes dans les enclaves et peu de sorédiés: (FAHSELT D. et SWEET S. 1991, Proc. NIPR. Symposium Polar Biol. 4: 107-113).

A la Réunion, *Stereocaulon vulcani*, espèce introduite participe à la colonisation de laves récentes (CHEVENNEMENT R. 1990, C.R. Soc. Biogéog. 66, 2: 47-63).

Lichens foliicoles

Les Lichens foliicoles des zones tropicales font l'objet de plusieurs publications récentes (avec des espèces nouvelles): Australie (VEZDA A. et KALB. K. 1991, Nova Hedwigia 53: 215-218; SIPMAN H., 1991, Nova Hedwigia 53: 255-264) Amazonie Colombienne: (SIPMAN H. 1990, Columbia Amazonica 4: 59-65) Est Africain: (FARKAS E. 1990, In HEDBERG I. et PERSON E. Proc. workshop Mongoro Tanzania 1989, Uppsala: 86-94).

Lichens de forêts tropicales humides

Ecologie des macrolichens de ces milieux (KROG H. 1991, in GALLOWAY D.J. Tropical lichens loc.cit.: 85-94)

Lichens des déserts

Dans les déserts froids (Antarctique) des Lichens à algues vertes cryptoendolithiques peuvent se développer dans des cavités de grès poreux par seule utilisation de la vapeur d'eau (PALMER R.J. Jr et FRIEDMANN E.I. 1990, Microbiol Ecol. 19: 111-118).

Parfois présence de lichens épilithiques grâce à une rigole d'eau de fonte de glacier (*Carbonea capsulata* et *Sarcogyne* sp.) (GREEN T.G. A. et al. 1992, Lichénol. 24: 57-61).

Dans les déserts chauds (Négueiv) les lichens utilisent l'eau liquide soit rapidement s'ils sont sur le sol (*Teloschistes lacunosus*) soit lentement s'ils sont sur des surfaces rocheuses (*Ramalina maciformis*) avec cependant une assimilation de CO₂ équivalente. (PALMER R.J. Jr. et FRIEDMANN E.I., 1991, New Phytol. 116: 597-603).

Les communautés lichéniques et leur développement

Les problèmes méthodologiques des études les concernant sont recensés et discutés (NIMIS P.L. 1991, Lichenol. 23: 213-225).

Les conditions de l'action des facteurs du milieu sur les communautés lichéniques diffèrent de celles qui affectent les communautés de plantes supérieures et, en général, l'écologie des cryptogames doit donc être envisagée séparément (CANTERS K.J. et al. 1991, Lichenol. 23: 237-252).

Des considérations générales sur les relations de compétition entre espèces dans les communautés lichéniques sont développées comparativement aux communautés de plantes supérieures (LAWREY J.D. 1991, Lichenol. 23: 205-214).

Les communautés lichéniques saxicoles, ombrophobes littorales du Sud Est de l'Europe sont examinées (EGEA J.M. 1989, Stud. Geobot, 9: 73-152).

La compétition entre quatre lichens foliacés est envisagée comparativement sur des surfaces rocheuses en face N et en face S (ARMSTRONG R.A. 1991, Env. Exp. Bot. 31: 51-58).

Les facteurs intervenant dans le maintien de communautés saxicoles dans les Montagnes Rocheuses sont examinés et l'échelle spatiale à laquelle ils interviennent est envisagée (JOHN E. et DALE M.R.T. 1991, Lichenol. 23: 227-236).

Les relations entre les aires des espèces dans des communautés saxicoles d'Amérique du Nord, du Chili et de Nouvelle Zélande sont étudiées (LAWREY J.D. 1991, Bryologist 94: 377-382).

Le "Lobarion" des forêts du Sud Est Asiatique est étudié (WOLSELEY P.A. 1991, in GALLOWAY Tropical Lichens op.cit.: 217-243).

ACTION DES FACTEURS DU MILIEU SUR LES LICHENS

Action des facteurs physiques

Action comparée du facteur lumière sur des lichens à algues vertes et des lichens à cyanobactéries (DEMMING-ADAMS B. et al. 1990, Planta 180: 400-409 et: 582-589; 1990 *oecologia* 84: 451-456).

Résistance diverse de plusieurs lichens à l'air sec, et au sel (NASH III T.H. et al. 1990, New Phytol. 116: 269-276).

Les *Cladonia* tolèrent à la fois un sol acide, sec et de température élevée GLIME J.M. et IWATSUKI 1990, Ecol. Res. 5: 131-141).

L'altitude serait déterminante pour les lichens saxicoles des abrupts alors que sur les pentes l'inclinaison serait prépondérante (JOHN E. et DALE M.R.T. 1990, J. Vég. Sc 1: 385-392).

Une corrélation existe chez *Pseudevernia furfuracea* et *Cetraria islandica* entre l'altitude et le contenu en thiols (GUTTENBERGER H. et al. 1991, Flora 185: 201-206).

Dans l'Est des USA des chutes de neige épisodiques mais répétées affectent davantage des *Xanthoparmelia* et des *Rhizocarpon* qu'une couche de neige persistante (BENEDICT J.B., 1991, Arctic Alp. Research. 23: 189-199).

Les fluctuations saisonnières de la couche d'algues, du nombre d'algues, de la teneur en chlorophylle et caroténoïdes sont étudiées chez 4 lichens (STROBL A. et TURK R. 1990, Phytol. 30: 247-264).

Le pH de l'écorce qui dépend de l'espèce, des conditions nutritionnelles du végétal et de la chimie de l'air est important pour le développement de *Lobaria* sp sur les arbres (FARMER A.M. et al. 1991, Holarct. ecol. 14: 85-91).

Les lichens et la pollution

Pollution par SO₂

Un bilan de la pollution à long terme est fait par HAWKSWORTH D.L., 1990, in WOODWELL G.M. The earth in transition, Cambridge Univ. Press.

L'appauvrissement en lichens des zones urbaines ou industrialisées est étudié à Rome (disparition des lichens sur la colonne Trajane; del MONTE M. 1991, Endeavour 15: 86-93) en Vénétie (NIMIS P.L. et al. 1991, Stud. Geobot. 11: 3-76), à Thessaloniki, Grèce (DIAMANTOPOULOS J. et al 1992 Lichenol 24, 1: 13-20), à Budapest (FARKAS E. 1990, Stuttgärt. Beitr. Nat. sér A 456: 59-65), en Pologne du Nord (FALTYNOWICZ W. et al. 1991, Monog. Bot. 73: 1-52), en Suède (KARNEFELT I et al. 1990, Stuttgart Bei Nat. Ser A 456: 17-27), en Sibérie (OKSANEN J. et al. Lichenol 23: 167-180), en Finlande (KUUSINEN M. et al. 1990, in KAUPPI P. Acidification in Finland; Springer ed. 397-420).

Des études expérimentales sont faites sur *Peltigera canina* (études en enceintes fermées) (VINCENT J.P. 1990, Sc. Total Environ. 95: 167-180), sur *Ramalina menziesii* (par transfert) (BOONPRAGOB K. et NASH III T.H. 1990 et 1991, Env. Exp. Bot. 30: 415-428 et 31: 229-238).

La corrélation entre la pollution de l'air et la physiologie des Lichens est étudiée chez *Parmelia sulcata* (voir ARB C. et al. 1990, New Phytol. 115: 431-437; Von ARB C. et BRUNOLD C. 1990, Can J. Bot. 68: 35-42).

La valeur des Lichens comme indicateurs de pollution est étudiée en Italie (NIMIS P.L. et al. 1991 Stud. Geob. 11: 3-76).

L'*Hypogymnia physodes*, des *Usnea*, des *Parmelia*, des *Umbilicaria* sont examinés pour leur valeur indicatrice en Estonie (RANDLANE T. et TRASS M. 1991, Eesti Lodus: 348-351, 430-433, 509-512, 570-572) et *Scoliciosporum chlorococcum* en Ukraine (KONDRATYUK S.Y. et SOLONINA 1990, Ukera Bot Zurn. 47: 37-41).

Le cas de *Lecanora conizaeoides* est étudié en Ukraine (KONDRATYUK S.Y. et BEZNTS N.G. 1990, Ukra. Bot. Zurn 47: 33-36) ainsi qu'en Estonie et en Suède (EKMAN S. et al. 1991, Folia crypt. Est 28, 5-25) et celui d' *Aspicilia excavata* à Riga (KONDRATYUK S.Y. et RANDLANE T. 1991, Folia Crypt. Eston. 28: 31-32).

Pollution par les métaux lourds et les fluorures

La réalité de la pollution sèche est rappelée (SLOOF J.E. et WOLTERBEEK H.T. 1991, Lichenol. 23, 139-165).

L'action d'un ensemble d'éléments chimiques est étudié sur *Hypogymnia physodes* dans l'Ontario (Canada) (PFEIFFER H.N. et BARCLAY-ESTRUP P. 1992, Bryologist 95: 38-41).

Le comportement de *Flavoparmelia baltimorensis* vis à vis du plomb est étudié aux USA (SCHWARTZMAN D.W. et al. 1991, Sci. Total. Envir. 100: 319-336).

Chez *Ramalina duriaei* le plomb localisé dans les cellules corticales est absent de la médulle, des algues et des ascospores (GARTY J. et THEISS H.B. 1991, Bot. Acta 103: 311-314).

La pollution par le zinc est étudié au Groenland (HANSEN E.S. 1991, Lichenol. 23: 381-391).

Des lichens bioindicateurs de retombées de métaux lourds sont recherchés au Zaïre et au Nigéria (KAPU M.M. et al. 1991, Bull. Env. Contam. and Toxicol. 47: 413-416).

La sensibilité différentielle des Lichens est examinée ainsi que les conséquences des diminutions d'émission depuis 1975 en France dans la vallée de l'Arc (BELANDRIA G. et al. 1991 Rev. Ecol. Alpine Grenoble 1: 45-58).

La pollution artificielle (mine, géothermie) est comparée à l'action volcanique en particulier pour le mercure (BARGAGLI R. et al. 1989, Water air and soil pollution 45: 315-327; BARGAGLI R. et BARGHIGIANI C., 1991, Env. Monit. Ass., 16: 265-275).

Autres pollutions

L'action des dépôts issus de cimenteries est étudié en Finlande (KORTESHARJU J. et al. 1990, Ann. Bot. Fenn. 27: 221-230) et dans l'Antarctique où les Mousses sont plus sensibles (ADAMSON E. et SEPPELT R. 1990, in KERRY K.R. et HEMPEL G., Antarctic ecosystems Springer ed. Berlin).

Influence de la radioactivité

Elle fait l'objet d'une série d'articles de plusieurs auteurs dans un numéro spécial de la revue Rangifer (n° sp. 3, 1991).

Recolonisation

La recolonisation par les Lichens après diminution de la pollution est signalée à Gand, Belgique (Van Der GUCHT K. et HOFFMANN M. 1990, Mém. Soc. R. Bot. Belg. 12: 111-126), à Paris (SEAWARD M.R.D; et LETROUIT-GALINO M.A. 1991, Lichénol. 23, 181-186) et dans le Yorkshire, en Angleterre (SEAWARD M.R.D. et HENDERSON A. 1991, Naturalist 116: 17-20).

Actions biotiques sur les lichens

Action des animaux

Les espèces de lichens consommées par les caribous au Nord Québec et leur biomasse sont considérées (CRETE M. et al. 1990, Can J. Bot. 68: 2047 - 2053).

Action de l'homme

Thamnolia vermicularis s'étend dans les ornières protégées du vent et du gel (circulation hors piste des véhicules) dans les Paramos des Hautes Andes vénézuéliennes (PEREZ F.L. 1991, Catena 18: 239 - 245).

Champignons lichénicoles

Deux nouvelles espèces (*Lichenochora xanthoriae* et *Sphaerellothecium subtile*) sont signalées en Amérique du Nord et deux nouvelles combinaisons pour les espèces européennes (*Microthelia subfuscicola* → *Arthonia* et *Pharcidia congesta* → *Stigmidium*) (TRIEBEL D. et al. 1991, Mycotaxon 42: 263 - 296).

Une nouvelle espèce de Coelomycète néotropical est décrite (*Læviomyces fallaciosus*) (KALB K. 1990, Lichens neotropici XI n° 451 à 479).

Caloplaca epitoninia est une espèce nouvelle sur *Toninia aromatica* aux Canaries (BREUSS O. 1990, Linz Biol. Beitr. 22: 327-334).

Charcotia rufidula est un *Arthonia* lichénicole sur *Umbilicaria antarctica* et doit être appelé *Arthonia rufidula* (HAWKSWORTH D.L. 1991, Syst. Asco 10: 127-134).

ACTION DES LICHENS SUR LE MILIEU

Les microorganismes épilithiques, dont les Lichens, modifient la température des rochers et des murs (GARTY J. 1990, Can. J. Bot. 68, 6 : 1349-1353).

L'altération des rochers par 4 lichens communs est étudiée en Antarctique (ASCASO C.L. et al. 1990, Polar Biol. 11: 33-39).

Les lichens épiphytes perturbent le recyclage des éléments minéraux (KNOPS J.M.H. et al. 1991, Lichenol: 309-321).

L'apport des lichens terricoles fixateurs d'azote atmosphérique semble négligeable dans les forêts de conifères (BLUNDON D.J. et DALE M.R.T. 1990, Arct. Alp. Res. 22: 255-263).

BIOGEOGRAPHIE ET FLORISTIQUE

Europe

Suisse

Etudes de la flore lichénique de forêts de Suisse Centrale avec remarques sur les espèces rares ou menacées (DIETRICH M, 1991, Bot. Helv. 101, 2: 167-182; CAMENZIND R. et WILDI E. 1991, d°: 183-197).

Allemagne

Etudes en Hesse (KÜMMERLING H. 1991, Bibl. Lich. 41: 1-315).

Grande Bretagne

Flore lichénique du Ben Nevis, 1344 m, avec combes à neige et zones calcaires à basse altitude (GILBERT O.L. et al 1992, Lichenol. 24: 43-56).

Espagne

Taxa intéressants ou nouveaux (Van der BOOM P.P.G. et GOMEZ-BOLEA A. 1991, Nova Hedwigia 53: 497-505); végétation lichénique nitrophile du delta de l'Ebre (BOQUERAS M. et al. 1989, Bull. Int. Cat. Hist. Nat.Sect. Bot. 57: 41-52); Lichens de la province de Leon (ALFONSO A.T. 1991, Stud. Bot. Salamanca 9: 162-168 et ALFONSO A.T. et SANCHO L.G. 1991, Act. Bot. Malacitana 16: 189-196).

Portugal

Lichens nouveaux sur le granite le plus au S.W. de l'Europe (APTROOT W.O. et al. 1992, Crypt. Bryol. Lich. 13: 71-73).

Afrique

Mise au point sur les Lichens de Ténérife (Canaries) (LUMBSCH H.T. et VEZDA A. 1992 Lichenol. 24: 27-41), de Madère et des Iles environnantes, avec des associations nouvelles FOLLMANN G. 1990, Courier. Forschungsinstitut Senckenberg 129; 91-102).

Amérique du Nord

Lichens du Yukon du S (Canada) (LAUSI D. et NIMIS P.C. 1991, in NIMIS P.C. et CROVELLO J. Kluiver Ac. Publ.).

Lichen d'une des Iles Aléoutiennes (TALBOT S.S. ET AL. 1991, Bryologist 94: 421-426).
Usnea wirthii de la bordure S W du continent européen a été récoltée dans l'état de Washington W des USA (CLERC P. et DIEDERICH P. 1991, Lichenol. 23: 405-407).

Asie

Un relevé systématique de 1150 lichens des Indes et de Srilanka est donnée (AWASTHI D.D. 1991, Biblio. Lichen. 40: 1-337).

Océanie

Etude des *Pertusaria* d'Australie (ARCHER 1991, Mycotaxon 41: 223-269 et Telopea 4: 165-184).

Antarctique

Une liste de 100 espèces crustacées est donnée et les difficultés de la monographie des espèces antarctiques est analysée (HERTEL M., 1991, Polarforschung 58: 65-76).

Régions tropicales

Plusieurs études dans l'ouvrage de GALLOWAY D.J. 1991 (Tropical Lichens, Clarendon Press), concernent des généralités sur ses lichens, ou la végétation (surtout foliicole) de différentes régions tropicales.

CARTOGRAPHIE

L'état de la cartographie des Lichens dans 22 pays européens est recensée WIRTH V. et OBERHOLLENZER H. 1990 Stuttgart. Beitr. Nat. Ser. A Biol., 456: 1-199.

Une carte mise à jour de la distribution des Lichens en Grande Bretagne est publiée (SEAWARD M.R.D., 1992 Lichenologist 24: 104).

Un atlas de la végétation lichénique est établi dans le pays Rhenan (JOHN V. 1990 "1991". Beitr. Landespl. Rheinland. Pfalz 13: 1-276) et pour le Bade Wurtemberg (WIRTH V., 1990 Stuttgart Beitr. Nat. Ser A 456, 185-198).

SYSTEMATIQUE

Généralités

Une analyse cladistique des lichens tropicaux pyrénocarpes, avec clefs est fournie (APTROOT A. 1991, In GALLOWAY D.J. Tropical lichens loc. cit).

Dothideales

Arthopyreniaceæ

Une monographie précise et très documentée du genre *Leptorhaphis* et des genres apparentés est donnée (AGUIRRE HUDSON B. 1991. Bull. Br. Mus. Nat. Hist. Bot. 21: 85-192).

Graphidales

Solorinellaceæ

Le genre *Gyalidea* est étudié en détails, des espèces nouvelles sont décrites et des combinaisons nouvelles proposées (VEZDA A. et POELT J. 1991, Nova Hedwigia 53: 99-113).

Lecanorales

Dans un important article RAMBOLD G., SCHUWERK F. et TRIEBEL D. (Mitt Bot. St: München 30: 385-400) proposent un remaniement notable de l'ordre des Lecanorales incluant en particulier l'intégration des Lichinales, Peltigerales, Pertusariales et Teloschistales ramenées au niveau de sous-ordres et regroupant diverses familles les unes dans un sous-ordre des Lecanorineæ, d'autres dans un sous-ordre des Cladoniineæ d'autres enfin dans un sous-ordre à cyanobactéries. Selon les auteurs, cette nouvelle disposition en sous-ordre s'accorde mieux avec les données de l'écologie.

Bacidiaceæ

Etude des espèces saxicoles de *Lecania* aux Pays-Bas , en Belgique et au Luxembourg (Van den BOOM P.P.G. 1992, Nova Hedwigia 54: 229-254).

Coccocarpiaceæ et Pannariaceæ

Examen de la surface du thalle dans ces deux familles afin de les différencier (LUMBSCH H.T. et KOTHE H.W. 1992, Mycotaxon 43: 277-282).

Lecanoraceæ

Révision des espèces du genre *Bryonora* (POELT J. et OBERMAYER W., 1991, Nova Hedwigia 53: 1-26).

Lecideaceæ

Etude d'espèces du genre *Lecidea sensu lato*, avec nom actuel, nouvelles combinaisons et une variété nouvelle (HERTEL H., 1992 "1991". Mitt. Bot. St. München 30: 297-333). Nouveaux exsiccatae de Lecideaceæ (HERTEL H. 1992, Arnoldia 2: 1-12).

Un genre nouveau *Bacidina* Vezda a été créé (VEZDA A. 1990, Folia geob. Phytotax 25: 431-432) (voir la rubrique "genres nouveaux" du prochain bulletin de l'AFL).

Pannariaceæ voir Coccocarpiaceæ

Parmeliaceæ

Combinaisons nouvelles dans des genres divers (KUROKAWA S. 1991, J. Jap. Bot. 66: 152-159). Etude du genre *Relicina* en Australasie (ELIX J.A. 1991, in GALLOWAY Trop. Lichens, loc. cit.:17-34), création du genre nouveau *Allocetraria* Kurokawa et Lai (KUROKAWA S. et LAI M.J. 1991, Bull. Nat. Sc. Mus. Tokyo ser B 17: 59-65) avec combinaisons nouvelles et du genre nouveau *Omphalodiella* (Henssen 1991 in HENSSEN A. 1991, Lichenol 23: 333-342) (voir prochain bulletin AFL).

Variations dans le genre *Cetrelia* en ex union soviétique (RANDLANE et SAAG A. 1991, Lichenol. 23: 113-126).

Physciaceæ

Etude du genre *Anaptychia* au Pérou (KASHIWADANI H. et al. 1990, Bull. Nat. Mus. Tokyo, sér B 16: 147-156).

Porpidiaceæ

Le genre *Porpidia* en Amérique du Nord (GOWAN S.P. 1989, Bryologist 92, 25-59).

Rhizocarpaceæ

Identification des *Rhizocarpon* à thalle jaune (BENEDICT J.B. 1988, Artic Alp. Res. 20: 285-291).

Umbilicariaceæ

Etude des *Umbilicaria* de Colombie (SIPMAN H.J.M. et TOPHAM P. 1992, Nova Hedwigia 54: 63-75). Etude, dans la famille, de quelques enzymes (HAGEMAN C. et FAHSELT D. 1990 Can. J. Bot. 68: 2636 et 2643, Lichenol 24: 91-100) et de substances lichéniques (POSNER B. et al 1991, Zeits. Natur. Part C, 46: 19-27).

Lichinales

La biologie et la taxonomie des Lichinaceæ, en particulier de l'ouest de la région méditerranéenne, est examinée par MORENO P.P. et EGEA J.M. 1991 (Publ. Univ. Murcia, coll. blanca 87 p.).

Pertusariales

Etude des espèces corticoles d'*Ochrolechia* d'Amérique du Nord (et d'Europe) BRODO I.M., 1991, Can J. Bot. 69: 733-772

Le genre *Monoblastia* n'est pas une Pertusariaceæ; il est rangé avec les genres *Acrocordia* et *Ditremis* (= *Anisomeridium*) dans une famille séparée (Monoblastiaceæ Watson 1929) placée près des Melanommataceæ (Dothideales) (APTROOT A. Bryologist 94: 404-406).

Teloschistales

Des précisions sur le genre *Xanthoria* sont apportées par POELT et PETUTSCHNIG W. 1992, Nova Hedwigia 54: 1-36.

Verrucariales

Les espèces américaines de *Staurothele* sont revues par THOMSON J.W. 1991, Bryologist 94: 351-367. Des espèces nouvelles sont décrites dans le genre *Catapyrenium* (BREUSS O. 1990, Linz Biol. Beitr. 22: 69-80).

LES LICHENS ET L'HOMME

Utilisation des lichens

Pédagogique

Etude du taux de croissance de *Lecanora muralis* par des élèves de 6 à 16 ans. Implication dans les études de pollution (SANSEN V. et DERONDE L. 1990, Mem. Soc. R. Bot. Belgique 12: 100-110).

Pharmacologique

Evernia mesomorpha et *Cetrariastrum nepalensis* sont utilisés en Chine comme substituts à la mousse du chêne (*E. prunastri*) (DESHENG D. 1988 Perfumer and Flavorist 13: 13-16).

Certains extraits d'*Evernia prunastri* sont actifs contre les nématodes (AHAD A.M. et al. 1991, Chem. Pharma. Bull. 39: 1043-1046).

Technique

Lichénométrie et datations géologiques au Shaanxi (Chine) (XIE X. et XIAO Z. 1990, Chinese Sc. Bull. 35: 1281-1285). Mise en évidence, par l'action sur les lichens, d'émission de mercure dans une mine abandonnée (BARGAGLI R. 1990, In Cheremisinoff P.N. Encycl. Env. Control. Techn. Gulf. Publish. Houston, 4: 613-640).

Utilisation de pâte à base de lichens pour des électrodes dans la détection d'ions métalliques (Pb. Cu) (CONNOR M. et al 1991 Electroanalysis 3: 331-336).

Dégradations par les lichens

Détérioration de monuments en pierre calcaire (DANIN A. et al. 1991, Int. Biodeter. 26: 397-417).

L'action d'engrais sur le développement de végétation lichénique dégradant les monuments historiques est rappelée (DERUELLE S. 1988, Stud. Géob. 8: 23-31).

Bilan de dégradations de matériel archéologique en Italie (SEAWARD M.R.J. et GIACOBINI C. 1991, in AGRAWAL O.P. et DHAWAN S. Biodeterioration of Cultural Property, Macmillan India Ed. Delhi: 195-206).

Détérioration des fresques anciennes par *Dirina massiliensis*, étude des inscrustations d'oxalate de Ca (EDWARDS H.G.M. et al. 1991 Int. Biodeter. 27: 1-9).

Lichens et santé

Allergies et eczemas provoqués par des lichens (BRASCH J.P. et JACOBSEN P. 1991 Allergologie 14: 99-103).

Protection des lichens

Une liste "rouge" de lichens à protéger en Sarre est établie par JOHN V. 1989 (Rote Liste Saarland, Minister f. Umwelt, Saarbrücken 127 p., 69-76).

Un ouvrage relatif à la protection des champignons et autres cryptogames en Europe (JANSEN A.E. et LAWRYNOWICZ M. 1991) est édité par la société de science et Arts de Lodz Pologne et contient des articles concernant les Lichens (CIESLINSKI S. pour la Pologne: 90-103; PISUT I. pour la Slovaquie: 82-89).

La conservation des Lichens en Hawaï est discutée par SMITH C.W. 1991 (in GALLOWAY D.J. Tropical Lichens loc. cit.). Des lichens sont inclus dans les espèces à protéger du Missouri (USA), 1991, Missouri Dept. of Conservation Jefferson City.

DOCUMENTS BIBLIOGRAPHIQUES

Les volumes I, II et III de la collection des articles de NYLANDER W. rassemblés par AHTI T. ont été publiés en 1990 (Cramer ed. Berlin, 2144 p.) avec une introduction de AHTI T..

Une bibliographie lichénique de l'Inde est donnée par NAGARKAR M.B. 1990, *Acta Bryolich. Asiatica* 2: 65-77.

INFORMATIONS LICHENOLOGIQUES GENERALES

Rappel

Tous documents relatifs aux stations françaises des espèces de Lichens en cours de cartographie sur le plan européen (et dont la liste a été publiée récemment dans le Bulletin de l'AFL) sont à adresser à Chantal Van HALUWYN, Laboratoire de Phytosociologie, Université de Lille II, 3 rue du Professeur Laguesse F. 59045 Lille).

Calendrier

- 30 août - 4 septembre 1992. 2ème Symposium de l'Association Internationale de Lichénologie (IAL 2) à Lund (Suède).

(Renseignements: Dr. I. Kärnefelt Department of Systematic Botany University of Lund, S - 22361 Lund, Suède).

7-11 septembre 1992 11 th Congress of European Mycologists à Kew (Grande Bretagne)
(Renseignements: Dr D.N. Pegler, The Herbarium, Royal Botanical Gardens, Kew, Richmond, Surrey TW9 3AE, UK).

11-14 mai 1993. First international workshop on Ascomycete Systematic. Paris (dont l'AFL EST CO-organisateur).

28 août - 3 septembre 1993. Congrès Botanique International Tokyo.

14 - 21 août 1994. 5 th International Mycological Congress Vancouver B.C. Canada.
(Renseignements Anthony Griffiths IMC 5 Secrétariat C/O Venue West 645, 375 Water Street, Vancouver, B.C., V 6B 5C6 Canada).

Informations diverses

Le compte rendu du "Workshop on biodiversity amongst microorganisms and its relevance" tenu à Amsterdam, les 7 et 8 septembre 1991, et dans lequel un rapport sur les Lichens a été présenté par D. Galloway, sera publié dans le nouveau journal "Biodiversity and conservation" par D.L. Hawksworth.

Une plaque commémorative sera placée en septembre (après le Symposium de Lund) sur la maison d'Acharius à Valdena (Suède) où cet auteur, véritable père de la lichénologie, a effectué les recherches qui l'ont conduit à fragmenter le genre *lichen*, jetant ainsi les bases de la taxonomie moderne des Lichens. Toute participation financière, même modeste, sera la bienvenue (s'adresser à Roland Moberg, Institut för Systematisk Botanik, Uppsala Universitet P.O. Box 541, S-75121, Uppsala, Suède).

Des fac-simile d'ouvrages anciens concernant les Lichens (en particulier la Lichénographa Universalis d'Acharius) sont édités par The Richmond Publishing Co (P.O. Box 963, SLOUGH SL 2 3RS, Grande Bretagne).

Un ouvrage sur les Lichens nord-Américains est en préparation (I. Brodo); il doit comporter 600 photographies en couleur (S. et S. Sharnoff) et sera publié par le Smithsonian Institution Press à Washington DC. USA.

Flora neotropica vient de publier en 1991 une première monographie concernant des Lichens (genre *Phyllopsora*, L. Brako). D'autres monographies sont programmées pour 1992 (caliciales, Cladoniaceæ et Pyrenulaceæ) et les années suivantes.

La Société Suisse de Bryologie et de Lichénologie doit publier à partir de 1992 un nouveau journal "Meylania" consacré à la Bryologie et la Lichénologie plus spécialement en Suisse (contact: Philippe Clerc, Conservatoire et Jardin Botaniques de la ville de Genève, case Postale 60, 1292 CHAMBESY (GE SUISSE)).

Le Pr. Dr. Otto Ludwig LANGE de l'Université de Würzburg (Allemagne) universellement apprécié pour ses très remarquables travaux sur l'écophysiologie des lichens (lichens des déserts, des forêts ombrophiles de Nouvelle Zélande, étude des échanges d'eau et de gaz carbonique par les lichens, photosynthèse) va prendre sa retraite cette année. Avec ses meilleurs compliments l'AFL l'assure de tous ses voeux pour une heureuse retraite.... et attend ses proches et passionnants nouveaux articles !

Des échantillons de Lichens sont sollicités par:

Paul DIEDERICH (5 rue Fernand Mertens, L-2146 Luxembourg G.D. - Luxembourg Nouvelle adresse!): tous Lichens avec champignons parasymbiontes et, spécialement, ceux qui y forment des galles.

Philippe CLERC (Conservatoire et Jardin Botaniques de la ville de Genève, case postale 60, 1292 CHAMBESY /GE Suisse): matériel frais de toutes origine de *Parmelia caperata*, *P. saxatilis*, *P. sulcata* et *P. tiliacea* en vue d'une étude intraspecific de ces espèces.

VIE DE L'ASSOCIATION

ACTIVITES SCIENTIFIQUES DE L'ASSOCIATION

BILAN

16 février 1992 EXCURSION LICHENOLOGIQUE ET BRYOLOGIQUE POUR DEBUTANTS, dirigée par F. GUILLOUX et P. FESOLOWICZ en forêt de Fontainebleau.

Un public de plus en plus nombreux assiste aux excursions d'initiation qui sont conduites avec brio par F. GUILLOUX en ce qui concerne la partie lichénologique. Végétation saxicole calcifuge (grès) du Rocher Canon, végétation corticole des chênes et des pins.

8 mars 1992 EXCURSION LICHENOLOGIQUE A SAINT MAMMES ET FONTAINEBLEAU (Seine et Marne), dirigée par J.C. BOISSIERE.

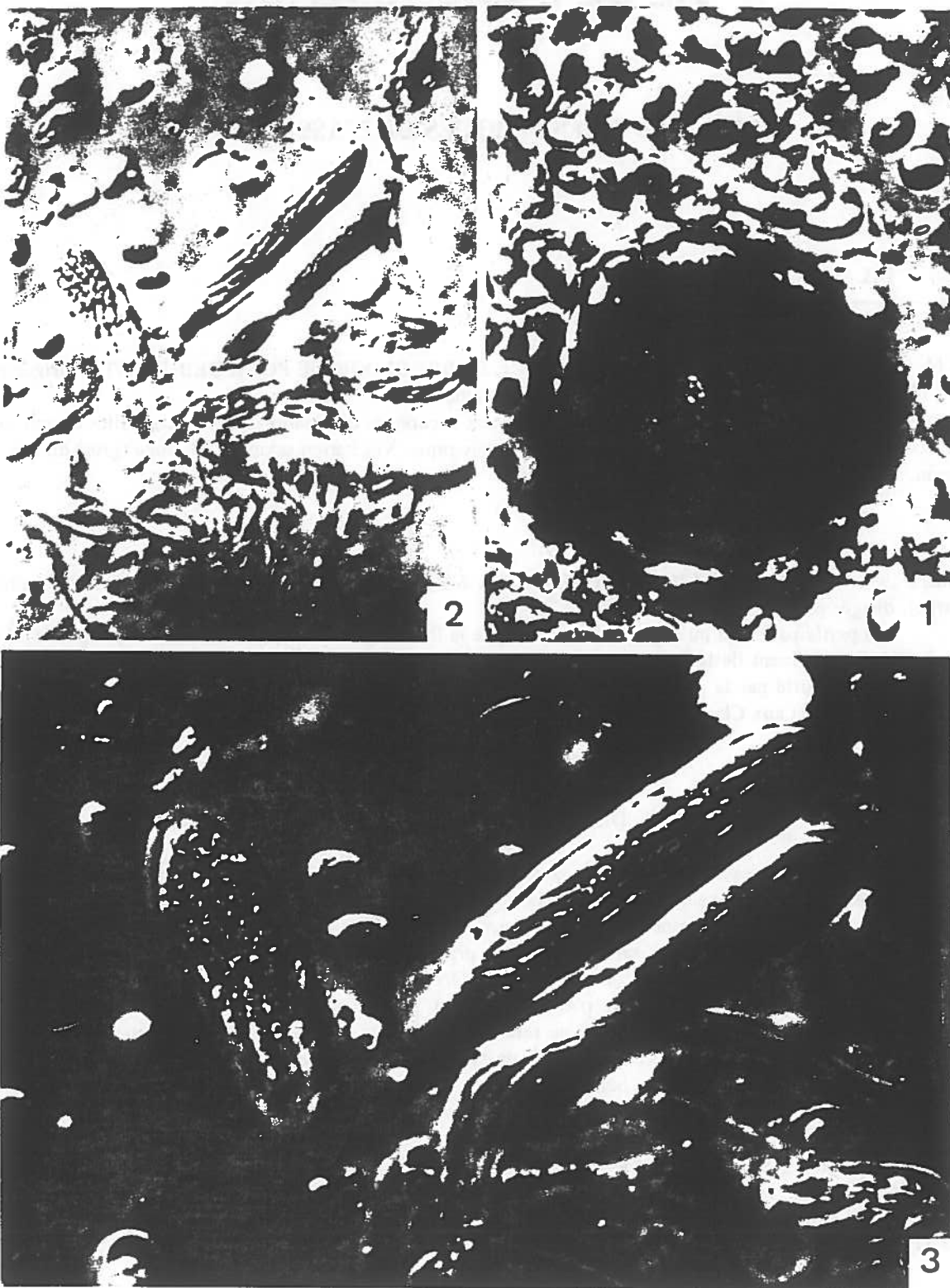
Les participants ont pu apprécier la richesse de la flore lichénique de la falaise calcaire exposée au sud qui domine le confluent de la Seine et du Loing. Un compte rendu paraîtra prochainement dans ce bulletin. L'après-midi, écourté par la pluie, fut consacré à la flore corticole des chênes et des hêtres au carrefour des Grands Feuillards et aux Cladoniacées d'une pelouse en cours de reboisement.

22 - 23 février 1992 SEANCE DE DETERMINATION DES LICHENS RECOLTES DANS LE BRIANÇONNAIS

Les lichénologues ayant participé à la session AFL du Briançonnais se sont réunis au Laboratoire de Biologie Végétale de Fontainebleau (Seine et Marne) afin d'examiner en commun leurs récoltes et confronter leurs déterminations. Vingt personnes se sont réparties les loupes binoculaires et microscopes mis à disposition par l'Université Paris 7 dans deux salles de travaux pratiques. J.C. et M.C. BOISSIERE avaient organisé l'hébergement dans le laboratoire. Le docteur MONTAVONT a projeté de nombreux documents photographiques très réussis d'espèces peu connues, en particulier *Epigloea bactrospora* en contraste interférentiel (voir la figure ci-dessous qui ne reflète que très mal la qualité des documents originaux). Ses compétences et celles de Monsieur GAVERIAUX en matière photographique ont été appréciées de tous. Deux jours de fébrile activité dans la bonne humeur ont permis d'identifier beaucoup de récoltes... mais ce n'est pas suffisant ! Il faudra poursuivre les déterminations inachevées chacun de son côté... on se réunira à nouveau.

participants: Melle. ASTA, Melle. AVNAIM, M. BAILLERGEAU, M. BEGAY, M. BELLEMERE, M. et Mme BOISSIERE, Melle CHOCHOI, M. COLLIN, M. COSTE, M. DERUELLE, M. et Mme GAVERIAUX, Mme GUILLOUX, Mme HASTINGS, M. KONRAD, Mme LETROUIT, M. et Mme MONTAVONT, M. REMY, Mme VAN HALUWYN.

Afin de pouvoir faire dans le prochain bulletin un compte rendu de la session dans le Briançonnais les participants sont invités à adresser la liste - même incomplète - de leurs récoltes déterminées à J.C. BOISSIERE qui centralisera les documents. (jusqu'à présent seules celles de J. ASTA, M.A. LETROUIT et J.P. GAVERIAUX sont parvenues). Cette liste est à fournir au plus tard au début septembre 1992.



Epigloea bactrospora

Photographies prises au microscope à contraste interférentiel (clichés Dr. MONTAVONT)

1: périthèce dans la gelée du thalle, 2: périthèce éclaté libérant asques et paraphyses, 3: quelques asques au fort grossissement.

ACTIVITES LICHENOLOGIQUES DES MEMBRES

Michel LEROND

activité de recherche

1991: diagnostic éco-lichénique de la qualité de l'air dans le cadre de l'observatoire écologique de Rogerville, près du Havre, sur la future autoroute A 29.

1992 en cours - diagnostic éco-lichénique de la qualité de l'air sur l'agglomération rouennaise, dans le cadre d'une étude épidémiologique.

- suivi de la qualité de l'air en Haute-Normandie, en relation avec les réseaux de mesures.

Activités de vulgarisation

1991 et 1992 - préparation d'un guide des lichens avec Chantal VAN HALUWYN, à paraître chez LECHEVALIER.

- interventions dans le cadre de la maîtrise sciences et techniques de l'environnement de Rouen.

- conférences pour des cadres de l'industrie et de l'assurance au Centre National de Prévention et de Protection à Vernon et Paris

Transmis par Clothier COSTE

Jean VIVANT

Travaille sur les lichens épiphyllés de Guadeloupe, liste de 64 espèces dont 2 nouvelles à paraître dans Hedwigia en collaboration avec Vezda; Note sur le même sujet à paraître dans le Bull. Soc. Bot. de France.

Travaille en collaboration avec HAPROOT (Hollande) sur les lichens saxicoles et corticoles de Guadeloupe.

Alain ROYAUD

Organise plusieurs stages de botanique et une initiation aux "mousses et lichens" au centre d'écologie montagnarde de Gabas.

Clothier COSTE

en collaboration avec Adrian PAVELY et Pascale TIEVANT publie une liste provisoire de 200 lichens récoltés dans la vallée de l'Isard (Ariège) publié dans l'inventaire faunistique et floristique de cette vallée en juin 1992, Association des naturalistes de l'Ariège.

Clothier COSTE

Aperçu de la flore et de la végétation lichénique du Causse de Caucatières (TARN), Bull. de la Soc. Castraise de Sciences Naturelles (juin 1992)

Stages d'initiation à la lichénologie organisé par:

Société castraise de sciences naturelles

chez Mr REY

1 rue Canneverde

81100 CASTRES

Association des naturalistes de l'Ariège

La Souleille

09420 CLERMONT

Transmis par Juliette ASTA et Serge DERUELLE

Journée technique: Pollution de l'air et charges critiques.

Organisée par le ministère de l'Environnement NANCY 14 mai 1992

parmi les participants: Juliette ASTA Serge DERUELLE

Jean-Claude BOISSIERE

- Recherche:

En collaboration avec M.C. BOISSIERE et J.P. DUBACQ, en 1991-1992; étude des lipides membranaires des *Nostoc* isolés en culture de *Peltigera* et de *Collema*.

- Protection de la nature:

Le problème de la protection des espèces de lichens menacés a plusieurs fois été évoqué lors d'A.G. de notre association. Une opportunité d'intervention auprès de la Direction de la Protection de la Nature au Ministère de l'Environnement s'est présentée et un premier contact a été pris auprès de Monsieur LETOURNEUX, Directeur de la Protection de la Nature dans ce ministère. Une lettre, au nom de l'association et signée par A. BELLEMERE et J.C. BOISSIERE lui a été adressée.

En voici un large extrait:

"L'Association Française de Lichénologie (AFL), créée en 1976, a pour objectif de promouvoir en France le développement des connaissances concernant les Lichens en général, dans tous les aspects de leur biologie, théoriques ou appliqués. Elle porte donc un intérêt tout particulier à la flore et à la végétation lichénique de la France. A cet égard, elle a, depuis 1986, mis en chantier un atlas informatisé des Lichens de France en collaboration avec le Secrétariat Faune-Flore du Muséum d'Histoire Naturelle qui assure le traitement informatique des données et l'Observatoire Régional de l'Environnement de Haute Normandie qui coordonne la réception des bordereaux. Un premier bilan portant sur près de 1200 bordereaux est publié dans le bulletin 1992 (1) de l'AFL. Comparée aux données des auteurs anciens, ou même assez récents, cette documentation encore partielle montre cependant que beaucoup d'espèces ont vu leur localisation se réduire et que nombre d'entre elles ont même entièrement disparu. Par suite, c'est donc avec une vive insistance qu'une demande d'établissement de listes d'espèces de Lichens menacés (par région et sur le plan national) a été renouvelée lors de la dernière Assemblée Générale de l'Association.

Les causes de la raréfaction des Lichens résultent d'un certain nombre de facteurs du milieu environnant. C'est en premier lieu la pollution atmosphérique qui intervient, liée à SO₂ mais aussi au plomb, aux fluorures, à l'azote et aux oxydes d'azote. La sensibilité toute particulière des Lichens à SO₂ a été mise en évidence depuis les années 1970 et on a pu établir, autour des zones urbanisées et industrialisées, des auréoles de pollution décroissantes, caractérisées chacune par quelques Lichens, en fonction de la sensibilité à la pollution des diverses espèces. Par suite, les Lichens apparaissent comme des indicateurs de pollution sensibles et fiables par comparaison avec des données recueillies par de coûteux appareils capteurs. Initiées en Angleterre, les études se sont développées partout dans le monde et d'importants résultats ont été acquis en France (Nord de la France, Région parisienne, vallée de la Seine, vallées alpines). On a pu aussi suivre la réimplantation naturelle de Lichens après régression de la pollution, consécutive à des mesures appropriées (ex: Paris Jardin du Luxembourg, Lille).

Un autre facteur de régression des Lichens est lié à l'anthropisation des milieux provoquant la disparition des supports naturels de Lichens et des modifications de l'ambiance (dessèchement en particulier). Par exemple les méthodes de traitement des forêts qui diminuent la durée des révolutions suppriment des Lichens qui ne se développent que sur les troncs âgés. Le remplacement d'essences feuillues par des résineux fait disparaître des espèces inféodées aux écorces dont le pH est neutre, de loin les plus nombreuses, qui ont de plus, souvent, un développement précaire et sont rares. Certaines espèces terricoles disparaissent par piétinement. D'autres espèces risquent, avec l'augmentation de fréquentation des sites, de faire l'objet de récoltes abusives, surtout quand ce sont des espèces spectaculaires, de grande taille. Elles disparaissent alors vite car elle se réimplantent lentement et difficilement

Les Lichens sont donc des composants significatifs des biotopes et des participants, peut être modestes, mais effectifs, à la vie des écosystèmes (fixation de l'azote de l'air par les algues symbiotes, participation à l'activité biologique des invertébrés). Ils sont des révélateurs de biotopes. Les Lichens méritent donc d'être protégés au même titre que certaines plantes supérieures. Lors de diverses sessions de l'AFL il a pu être constaté que de très vieilles écorces, comme celles des pins Cembrot dans le Bois des Ayres mis en réserve dans le Briançonnais, celles des vieux chênes des réserves biologiques de la forêt de Fontainebleau, portaient un nombre élevé d'espèces de Lichens rares en France et biologiquement intéressantes.

C'est pourquoi, l'Association Française de Lichénologie vient ici solliciter vos conseils, Monsieur le Directeur, sur la procédure à suivre en vue de faire adopter, conformément à la loi du 10/07/1976 sur la Protection de la Nature, une liste de Lichens à protéger, certains sur le plan régional, d'autres sur le plan national.

Pour mener à bien l'établissement de ces listes il serait indispensable que l'AFL puisse aussi recevoir une subvention du ministère de l'Environnement car son budget très modeste (reposant uniquement sur les cotisations de ses membres) sert tout juste à couvrir les frais d'édition d'un bulletin semestriel. Nous savons, en effet, que vous avez attribué au CNPN un budget d'études à de telles fins. Il serait nécessaire que cette subvention puisse être réellement significative car il faut malheureusement reconnaître que dans le domaine de la cartographie et de la protection des espèces, la lichénologie française est très en retard sur celle des pays européens voisins. Ainsi la cartographie est déjà en voie d'achèvement en Grande Bretagne et depuis 1984 des "listes rouges" de Lichens à protéger existent en Allemagne, dans les pays du Bénélux et en Italie. Nous devons donc rattraper notre retard lié à la place quasiment inexistante accordée à la lichénologie dans l'enseignement et la recherche en France où le nombre de spécialistes compétents est infime (il n'y en a pas au Muséum d'Histoire Naturelle de Paris!). Par suite, au delà d'une subvention de fonctionnement, il serait souhaitable qu'une subvention initiale d'équipement destinée à mettre en place un réseau d'infrastructure régional et national puisse être obtenue.

Dans le ferme espoir que vous pourrez nous faire bénéficier de vos conseils et que vous pourrez donner un avis favorable à notre demande de subvention, l'AFL, par l'intermédiaire de son président et de son secrétaire, vous prie d'accepter, Monsieur le Directeur, l'assurance de sa meilleure considération et l'expression de ses sentiments reconnaissants".

copies: Monsieur le Professeur BOURNERIAS

Monsieur Gilles BENEST.

APPEL

Il est primordial de mener à bien cette démarche; nous faisons donc appel à tous les sociétaires pour connaître leur avis sur la question:

- quels principes doivent nous guider sur le choix des espèces à protéger: protéger les espèces rares? protéger les espèces spectaculaires menacées de récolte? protéger les arbres, les rochers, les sites comportant des espèces rares mais pouvant facilement passer inaperçues?
- Y-a-t-il des espèces différentes à protéger en fonction des régions?

GESTION DE L'ASSOCIATION

ADMINISTRATION

CONSEIL D'ADMINISTRATION

Le Conseil d'Administration de l'AFL s'est réuni le 23 février 1992 au Laboratoire de Biologie Végétale de Fontainebleau. Les six membres du Conseil étaient présents. Les points suivants de l'ordre du jour ont été évoqués.

- Situation actuelle de l'AFL: satisfaisante pour les activités scientifiques, le bulletin et sa parution, l'état du budget. Le nombre des membres ne s'accroît que faiblement.

- Désignation des nouvelles instances dirigeantes de l'AFL. Président: A. BELLEMERE; Vice-Président: S. DERUELLE, Secrétaire: J.C. BOISSIERE; Trésorier: J.P. GAVERIAUX

- Fonctionnement du Conseil d'Administration: outre les fonctions statutaires P. COLLIN s'occupera des membres débutants en lichénologie, S. DERUELLE de la promotion de l'AFL en France, J. C. BOISSIERE continuera à faire réaliser la frappe du bulletin; J.P. GAVERIAUX veillera aux illustrations. La prochaine réunion du C.A. est prévu le Vendredi 25 septembre 1992 à Ambleteuse lors de la session dans le Boulonnais et l'Assemblée Générale le 26 septembre.

Perspectives d'avenir: les problèmes concernant le bulletin et le calendrier de l'AFL sont envisagés (ce dernier figure par ailleurs dans le bulletin). Du point de vue financier le président est autorisé à l'unanimité des membres du conseil à avoir un compte courant indépendant du compte de base de l'AFL pour gérer le colloque international de systématique de mai 1993, afin que l'organisation de ce colloque ne retentisse pas sur le compte de base de l'AFL. Des dispositions en vue d'un effort de recrutement et de promotion de l'association sont discutées.

- Questions diverses. Les problèmes de la gestion des herbiers de Lichens, de l'établissement de listes de Lichens à protéger au niveau régional ont été en particulier examinés.

Le compte rendu complet du Conseil d'Administration peut être envoyé aux membres sur demande faite au Secrétaire ou au Président.

FINANCES

Le bilan financier de l'exercice 1991 est annexé au présent bulletin.

NOTES DIVERSES

N'oubliez pas d'adresser au Secrétaire (ou au Président) pour le 15 septembre prochain au plus tard tous documents destinés à paraître dans le prochain bulletin de l'AFL (articles, communications, avis, bilan de vos activités propres ou des activités régionales, remarques, suggestions ...)

COLLOQUE DE GABAS

Il est souhaitable que l'AFL soit représentée au 3ème colloque international de Botanique pyrénéo cantabrique de Gabas 17-19 septembre 1992 (voir avis joint). Les membres de l'AFL qui participeront à ce colloque voudront bien se faire connaître en tant que tels et faire connaître les activités de l'AFL.

L'objectif, identique à celui des deux colloques précédents, est d'aborder et de présenter des travaux concernant les divers domaines touchant à la botanique pyrénéenne et cantabrique.

Le Colloque comprendra des communications orales présentées en séance plénière, ainsi que des communications courtes présentées sous forme de poster et résumées oralement en sessions spéciales.

Une partie de la journée du vendredi 18 septembre sera consacrée à une excursion dans le Pays-Basque.

Une table ronde relative à la protection de la flore et de la végétation pyrénéo-cantabriques sera organisée au cours de la journée du samedi 19 septembre.

Demande d'information à:

Jean-Jacques LAZARE

III^e Colloque International de Botanique pyrénéo-cantabrique

Centre d'Ecologie Montagnarde de Gabas

Université de Bordeaux I

F- 64440 LARUNS

Stages de Gabas

Stages de Botanique et Ecologie Végétale, Botanique Floristique, Mousses et Lichens, Ecologie des Vertébrés de montagne, Mycologie.

Renseignements: Centre d'Ecologie Montagnarde de GABAS F- 64440 LARUNS Tél. 59 05 32 11

1er Colloque sur la Physiologie et la Biochimie des plantes de Haute Montagne à VILLAR D'ARENE Col du Lautaret (France) 2-3 Juillet 1992.

Renseignements et inscriptions:

Lautaret Conference Organizing Committee
Laboratoire de Physiologie Cellulaire Végétale
Centre d'Etudes Nucléaires de Grenoble
85X, F-38041 GRENOBLE CEDEX FRANCE
Téléphone: 76 88 37 85 Fax: 76 88 50 91

Protection de la nature

Nous remercions R. LALLEMANT de nous faire parvenir le document suivant que nous portons à la connaissance des membres de l'AFL.

J.O. du 10 Déc. 1989:

Arrêté du 13 octobre 1989 relatif à la liste des espèces végétales sauvages pouvant faire l'objet d'une réglementation préfectorale permanente ou temporaire.

Thallophytes:

Toutes les espèces de champignons non cultivées. Toutes les espèces de lichens fruticuleux.

Bryophytes: *Sphagnum* spp. (toutes les espèces) etc...