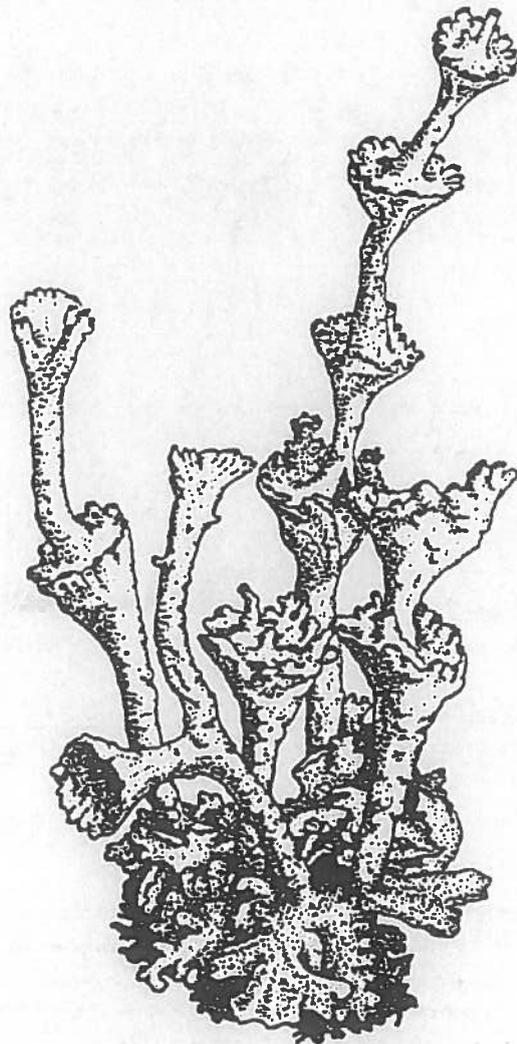


Bulletin d'informations
de
l'Association Française de Lichénologie



ASSOCIATION FRANÇAISE DE LICHÉNOLOGIE

Président d'honneur : Georges CLAUZADE

Présidente

Juliette ASTA
UMR UJF-Cemagref
Ecosystèmes et changements
environnementaux
Université Joseph Fourier – Grenoble 1
2233, rue de la Piscine BP 53 X
38041 GRENOBLE cedex
jasta@ujf-grenoble.fr

Vice Président

Claude REMY
Les hameaux du Villard
46b, rue Joseph Silvestre
05100 BRIANCON
cr.remy@wanadoo.fr

Secrétaire

Damien CUNY
29, rue Abbé Lemire
59110 LA MADELEINE
Damien.Cuny@wanadoo.fr

Trésorier

Jean Pierre GAVERIAUX
14, Les Hirsons
62800 LIEVIN
Jean-Pierre.Gaveriaux@wanadoo.fr

Autres membres du Conseil d'Administration :

Monique AVNAIM
Françoise GUILLOUX

Imprimé par les soins de l'Association - Directeurs de la Publication :
Chantal VAN HALUWYN et Jean Pierre GAVERIAUX
cvanhalu@easynet.fr

Dépôt légal : juillet 2000

SOMMAIRE

• ARTICLES

LICHENS DE FRANCE (XV) : CATAPYRENIUM PSOROMOIDES (Borrer) R. Sant. ET PARMELIA DISSECTA Nyl. Non auct. (=P. horrescens Taylor) Par BOISSIERE J.C. & MONTAVONT J.P. 1 à 10

LIKENOJ DE OKCIDENTA EUROPO : le genre ASPICILIA d'après G. Clauzade & C. Roux. Traduction de Paulette RAVEL. 11 à 22

LIKENOJ DE OKCIDENTA EUROPO : le genre RHIZOCARPON d'après G. Clauzade & C. Roux. Traduction de Paulette RAVEL. 23 à 41

UTILISATION DE LA BIOINDICATION LICHÉNIQUE DANS L'ESTIMATION DE LA QUALITÉ DE L'AIR DE L'AGGLOMÉRATION GRENOBLOISE : ÉTUDE À DIFFÉRENTS NIVEAUX D'ORGANISATION BIOLOGIQUE. Résumé détaillé de la Thèse de Sandrine GOMBERT 43 à 52

• ACTIVITÉS DE L'ASSOCIATION FRANÇAISE DE LICHÉNOLOGIE

ASSOCIATION FRANÇAISE DE LICHENOLOGIE : ASSEMBLEE GENERALE 1999 TENUE A FONTAINEBLEAU LE 19 FEVRIER 2000 par Juliette ASTA 53 à 61

ASSOCIATION FRANÇAISE DE LICHÉNOLOGIE : COMPTE DE RÉSULTAT POUR L'ANNÉE 1999 par BEGAY R. 62

ASSOCIATION FRANÇAISE DE LICHÉNOLOGIE : BILAN DE TRÉSORERIE AU 07/01/2000 par BEGAY R. 63

ACTIVITES SCIENTIFIQUES CONDUITES EN LICHENOLOGIE DANS LA REGION RHONE-ALPES. II. par Juliette ASTA ET REMY C. 64

ASSOCIATION FRANÇAISE DE LICHÉNOLOGIE

Siège social

5 square du Vimeu
78310 MAUREPAS

Prix de l'adhésion 1998 au Bulletin de l'Association Française de Lichénologie (deux fascicules par an) 150 FF

Vente au numéro 70 FF

Tirés à part de tout article sur demande et contre participation aux frais (de photocopie et d'expédition) 1 FF/page

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

LICHENS de FRANCE (XV*):

***Catapyrenium psoromoides* (Borrer) R. Sant. et
Parmelia dissecta Nyl. non auct. (= *P. horrescens* Taylor)**

par

BOISSIERE J.C.¹ et MONTAVONT J.P.²

***Catapyrenium psoromoides* (Borrer) R. Sant.**

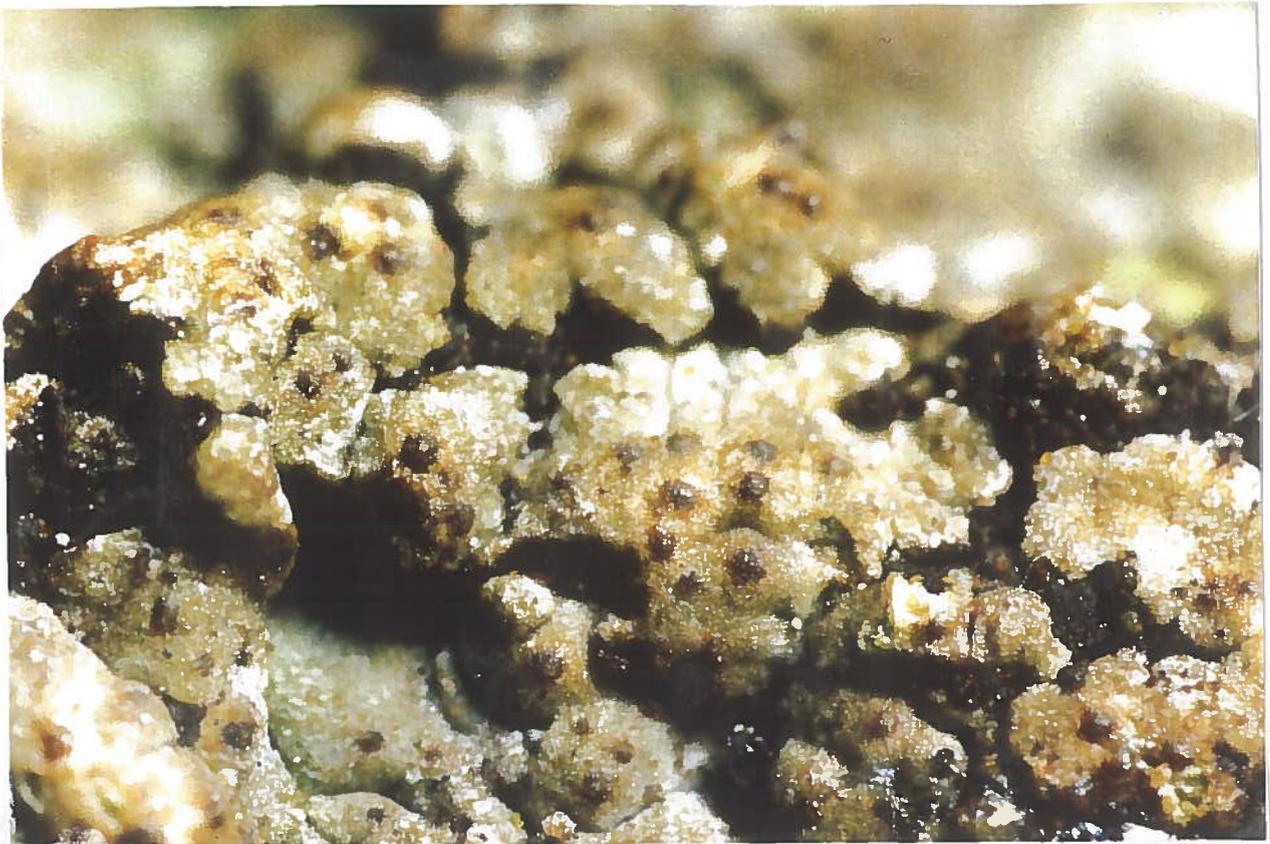


Figure 1: Catapyrenium psoromoides (Borrer) R. Sant. Thalle à l'état hydraté montrant quelques squamules découpées en lobules allongés et contigus portant des périthèces brun-noir enfoncés dans le thalle, peu saillants. Un prothalle noir est visible entre les squamules. Photo J.P. MONTAVONT. Echelle: _____ = 1 mm.

¹ - Laboratoire de Biologie Végétale Rte de la Tour Denécourt 77300 FONTAINEBLEAU

² - 4A rue Ecole, 68170 RIXHEIM

Récolté à l'occasion d'un inventaire lichénologique des départements de la Charente et Charente Maritime entrepris par R. BEGAY en 1996. Commune de La Couronne (Charente), Les Eaux Claires (altitude 56m), près d'un ruisseau, sur écorce rugueuse de *Populus*.

Thalle crustacé squamuleux d'environ 2 cm, très appliqué au support (figure 1). Squamules du thalle (2 - 4 x 0,5 - 0,9 mm) jointives ou imbriquées, brun-clair ou gris-vert-clair, gris violacé au bord qui peut être très légèrement pruineux, mais pas bordées de blanc ni de noir. Les squamules sont assez convexes, elles sont peu ou pas crénelées mais comportent plutôt des lobules étroitement allongés et contigus. La face inférieure du thalle est couverte d'un feutrage dense de rhizohyphes noirs, formant aussi entre les squames un prothalle épais et dense, visible du dessus.

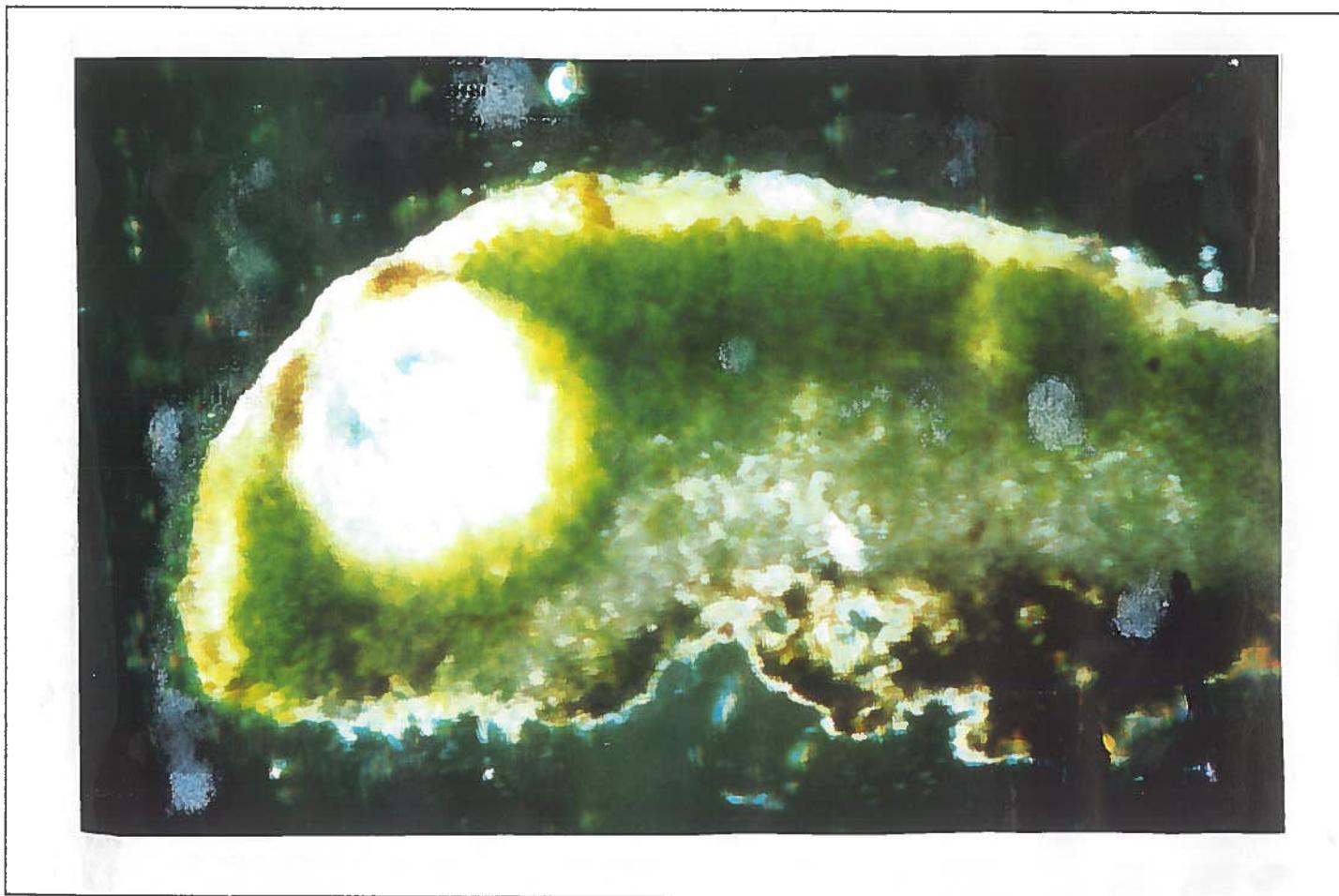


Figure 2: *Catapyrenium psoromoides* (Borrer) R. Sant. Coupe verticale dans une squamule munie d'un périthèce. Photo J.P. MONTAVONT. Echelle: ————— = 100 μ m

Anatomie (figure 2 et selon Harada, 1993):

Thalle épais de 100 - 200 μ m, avec un cortex peu coloré en brunâtre, paraplectenchymateux assez lâche de 15 - 30 μ m, comportant une couche superficielle d'hyphes nécrosés. Couche algale de 40 - 60 μ m dont les Algues sont chlorococcoïdes. La médulle (30 - 80 μ m) est lâche, formée d'hyphes aux articles relativement courts, elle passe insensiblement à une couche de rhizohyphes linéaires et allongés, aux parois brunes: il n'y a donc pas de cortex inférieur. Ces rhizohyphes débordent les squamules et forment le prothalle noirâtre visible entre-elles sur la figure 1.

Périthèces nombreux et dispersés de 0,1 - 0,2 mm, sans involucrellum, enfoncés dans le thalle, peu saillants et émoussés en surface, de couleur brun-rouge terne, assez clair en coupe.

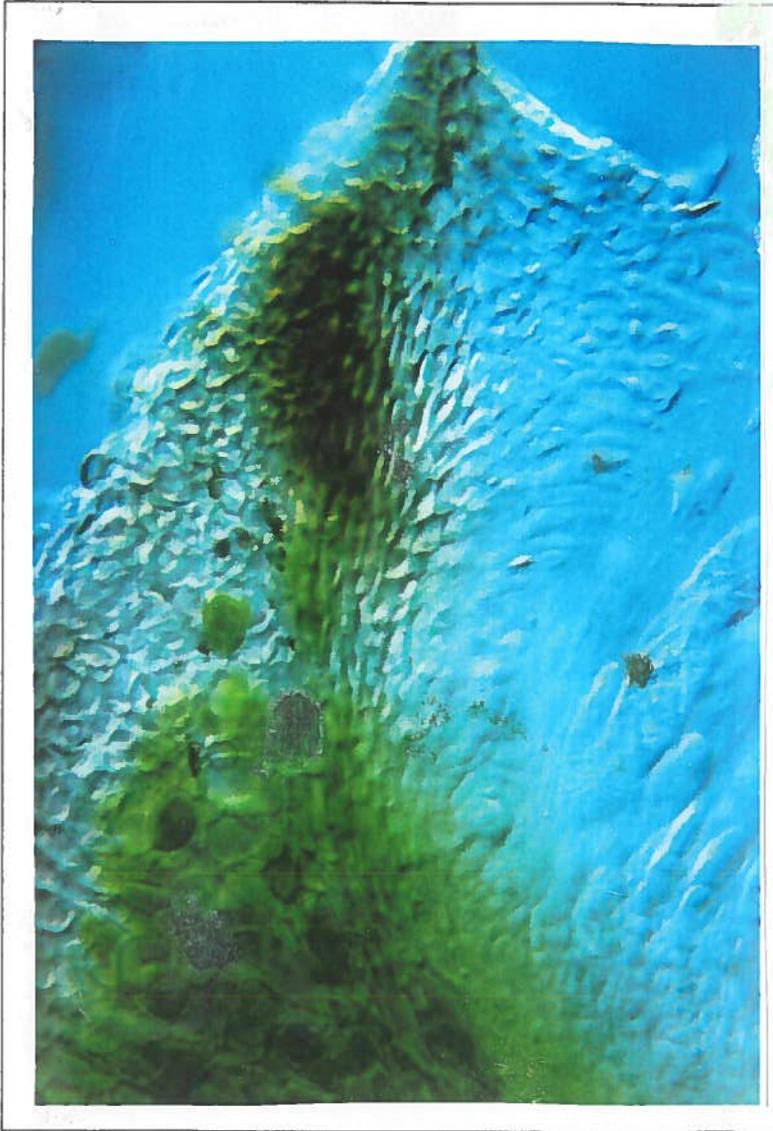


Figure 3: *Catapyrenium psoromoides*: Coupe verticale dans l'excipulum. Les hyphes qui le composent sont allongées à paroi brune. On distingue, à droite du sommet les courtes periphyses qui tapissent le sommet de l'excipulum et possèdent à leur base des articles courts et larges. En bas et à droite des asques dont l'un est mature, mais pas de paraphyses. Photo J.P. MONTAVONT. Echelle: $\text{---} = 20 \mu\text{m}$.

Les périthèces sont pyriformes (170 - 190 μm de haut sur 130 - 170 μm de diamètre selon Harada, 1993). Leur excipulum de 10 μm d'épaisseur à la base, 20 μm au sommet (figure 3) est incolore à brunâtre très pâle au sommet, dans la partie qui entoure l'ostiole. Les hyphes parallèles qui le composent forment un prosoplectenchyme. Des periphyses de 5 à 10 μm s'en détachent.

L'hyménium de 110 μm est incolore, l'hypothécium également.

Les asques (figure 4) de 55 - 65 x 13 - 15 μm sont claviformes à parois minces. L'apex est mince et ne semble pas comporter de tholus. Les paraphyses semblent absentes. Les spores simples et hyalines, (13 - 17 x 5,5 - 7 μm), par 8 et bisériées, sont ellipsoïdales à presque fusiformes. La disposition des nombreuses inclusions lipidiques qu'elles contiennent simule souvent une cloison transversale (ascospores dites pseudoseptées).

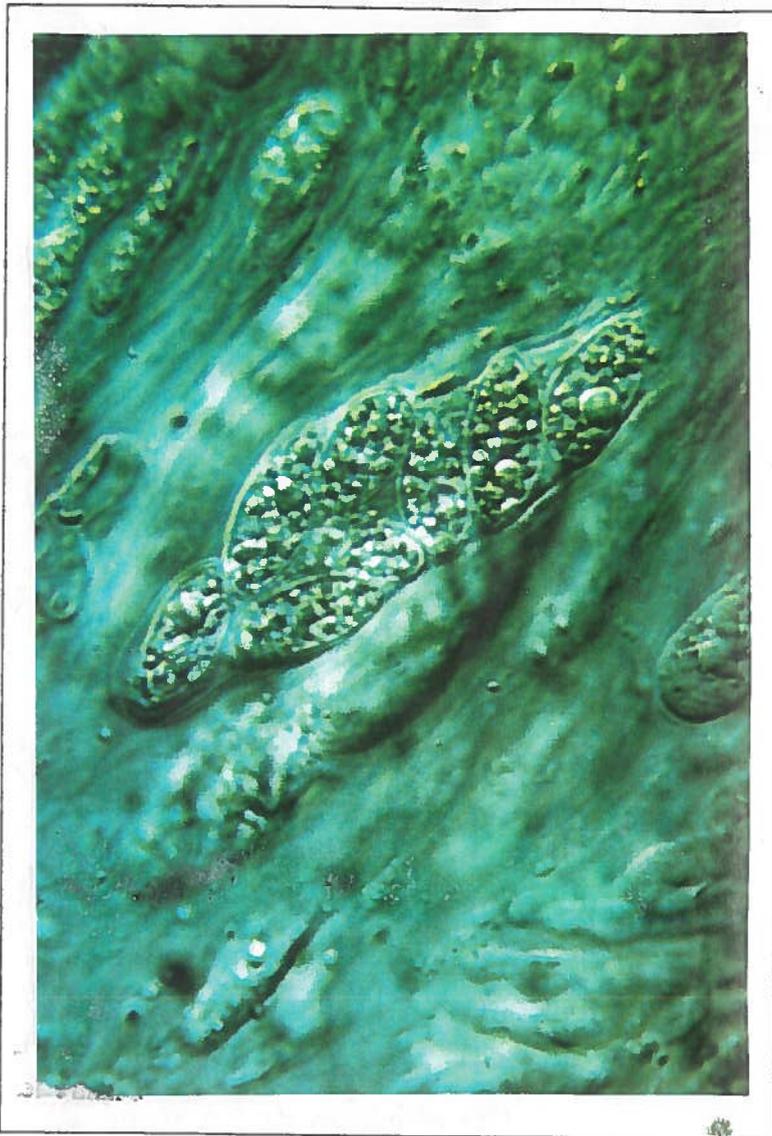


Figure 4: *Catapyrenium psoromoides*: Asques dont on remarque la minceur des parois et l'absence de tholus visible. L'un des asques est proche de la déhiscence, il contient 8 spores pseudoseptées sans doute matures Photo J.P. MONTAVONT. Echelle:  = 20 µm.

Cette espèce appartient à la famille des Verrucariaceae caractérisée, selon Henssen et Jahns (1973), suivi par Harada (1993), par: -1 la présence de périthèces, -2 des asques bituniqués, -3 un hamathécium représenté par les seules périphyses (absence de paraphyses).

Jusqu'en 1980, seul le genre *Dermatocarpon* était reconnu pour désigner dans cette famille des espèces squamuleuses ou foliacées portant de nombreux périthèces de petite taille (0,1 - 0,3 mm) enfoncés dans le thalle et généralement peu saillants, à paraphyses plus ou moins indistinctes, dépourvus d'algues hyméniales. Toutes les espèces connues alors étaient terricoles ou saxicoles.

Le genre *Catapyrenium*

Il avait été séparé des *Dermatocarpon* en 1850 par Flotow, mais ses travaux demeurèrent méconnus. Ce n'est qu'en 1980 que Hawksworth, James et Coppins ainsi que Breuss (1990) réhabilitèrent les *Catapyrenium*. Harada (1993) reconnaît parmi les *Dermatocarpon* s. lat. cinq genres parmi lesquels trois sont nouveaux et il maintient les *Catapyrenium*. Nous donnons ici la clef proposée par cet auteur qui permet de distinguer ces genres.

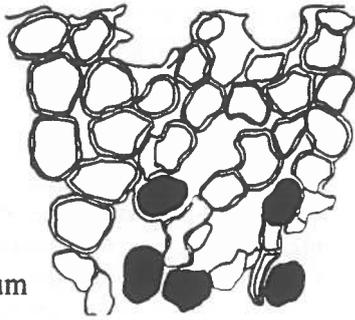
- 1a Thalle foliacé (ou presque squamuleux), ombiliqué, dépassant fréquemment 1cm de diamètre, sans rhizohyphes, cortex inférieur de « type *Dermatocarpon* » *Dermatocarpon*
- 1b Thalle squamuleux, non ombiliqué, de moins de 1cm de diamètre, souvent avec des rhizohyphes sur la face inférieure, cortex inférieur paraplectenchymateux, prosoplectenchymateux ou absent. 2
- 2a Excipulum hyalin 3
- 2b Excipulum brun à presque noir 4
- 3a Pycnides de type *Xanthoria*, lobes arrondis, attachés au substratum par des rhizohyphes sur presque toute la face inférieure *Dermatocarpella*
- 3b Pycnides de type *Staurothele*, lobes linéaires, canaliculés, attachés au substratum par des rhizohyphes uniquement à la base, presque stipités; face inférieure nue *Neocatapyrenium*
- 4a Pycnides de type *Staurothele*, excipulum presque noir, face supérieure du thalle lisse, plus ou moins brillante, cortex supérieur très développé; terricole ou saxicole *Scleropyrenium*
- 4b Pycnides inconnues, excipulum brun, face supérieure du thalle plus ou moins chagrinée, mate, cortex supérieur paraplectenchymateux, terricole ou corticole *Catapyrenium*

Dans cette clef, *Neocatapyrenium* et *Scleropyrenium* ne sont représentés que par un petit nombre d'espèces toutes originaires du Japon ou de la Corée. Parmi les *Dermatocarpella*, genre créé par Harada, seul *Dermatocarpella squamulosum* (Ach.) Harada [sin. *Catapyrenium squamulosum* (Ach.) Breuss] est cité comme espèce présente en Europe. D'une manière générale, très peu d'espèces européennes ont été examinées par cet auteur.

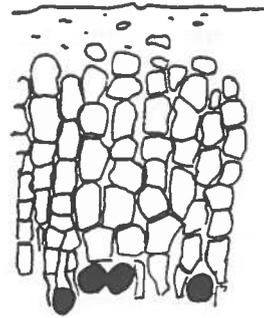
Breuss (1996) qui étudie les *Dermatocarpon* s.l. et les genres voisins depuis 1987 reprend l'étude de ce groupe et crée 4 nouveaux genres. *Dermatocarpella* est réduit en synonymie avec *Placidium*. Alors que Harada prend en considération une majorité d'espèces extrême-orientales et qu'ainsi nombre d'espèces européennes sont exclues de sa recherche, il semble que la clef proposée par Breuss soit plus générale et qu'elle inclue toutes les espèces européennes. Nous en donnons ci-dessous une adaptation en y juxtaposant à nouveau les *Dermatocarpon*.

- 1a Thalle foliacé (ou presque squamuleux), ombiliqué, dépassant fréquemment 1cm de diamètre, sans rhizohyphes, cortex inférieur paraplectenchymateux *Dermatocarpon*
- 1b Thalle squamuleux, non ombiliqué, de moins de 1cm de diamètre, souvent avec des rhizohyphes sur la face inférieure, cortex inférieur paraplectenchymateux, prosoplectenchymateux ou absent. 2
- 2a Périthèces entre les squamules, à involucrellum. Squamules très petites (< 1,5 mm) et minces (< 0,3 mm) serrées ensemble en une croûte *Involucropyrenium*
- 2b Périthèces inclus dans le thalle, sans involucrellum (mais à paroi partiellement sombre ou charbonneuse) 3
- 3a Cortex supérieur à cellules à parois épaisses (scléroplectenchyme). Pycnides de type *Staurothele*, avec rhizines *Scleropyrenium*
- 3b Cortex supérieur à cellules à parois minces (paraplectenchyme). 4
- 4a Cortex supérieur de type « cinereum » (petites cellules, mince et mal délimité) *Catapyrenium*

4b Cortex supérieur non de type « cinereum » (plus épais et bien délimité) 5



Type cinereum



Type lachneum

5a Feutrage de rhizohyphes absent ou réduit et ne pénétrant pas dans le substrat. Fixation uniquement par rhizines 6

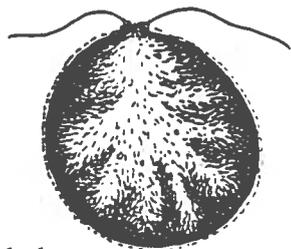
6a Squamules rassemblées lâchement, ne formant pas de coussinet, directement sur la pierre *Heteroplacidium*

6b Thalle formant coussinet, sur fissure terreuse de la pierre, rhizines robustes, pycnides de type « Staurothele », pycnospores cylindriques, médulle prosoplectenchymateuse ou de type mêlé *Neocatapyrenium*

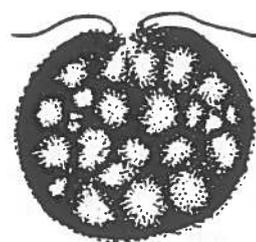
5b Feutrage de rhizohyphes bien développé, pénétrant dans le substrat. Parfois des rhizines en plus. 7

7a Excipulum charbonneux, pycnides de type « Staurothele », pycnospores de 6 - 8 µm souvent un peu courbées. Pas de cortex inférieur, rhizohyphes venant de la médulle, incolores ou brunes au bout, avec en plus des rhizines brunes au bout. Spores ellipsoïdales en aiguille ou en massue 15 - 21 x 7 - 9 µm. Méditerranée *Anthracoarpon*

7b Excipulum incolore à brun noirâtre non charbonneux, pycnides de type « Xanthoria » . 8



Pycnide type Staurothele



type Xanthoria

8a Asques jeunes cylindriques à ascospores unisériées. Cortex supérieur de type « lachneum ». Photosymbiote à cellules de 7 à 16 µm. Pycnides laminales ou marginales *Placidium*

8b Asques jeunes nettement en massue à ascospores plus ou moins bisériées. Photosymbiote à cellules plus petites de 5 à 13 µm. Pycnides laminales. 9

9a Squamules de 2 à 5 mm. Médulle bien différenciée et zone basale généralement bien délimitée (avec cortex inférieur paraplectenchymateux). Médulle prosoplectenchymateuse ou de type mêlé *Clavascidium*

9b Squamules plus petites (0,3 à 3 mm), de structure cellulaire *Heteroplacidium*

En suivant Breuss (1996), voici la répartition dans les nouveaux genres des espèces européennes citées dans les flores de C. Roux, O. W. Purvis ou V. Wirth, ou découvertes depuis leur parution. Les récoltes signalées lors d'excursions AFL sont indiquées mais ne sont pas exhaustives.

Involucropyrenium

- I. sbarbaronis* (Servit) Breuss: Méditerranée
- I. terrigenum* (Zschacke) Breuss: Alpes (Tyrol)
- I. tremniacense* (A. Massal.) Breuss: Europe du Sud
- I. waltheri* (Kremp.) Breuss: répartition arctique-alpine

Catapyrenium

- C. alvarensense* Breuss: Suède
- C. cinereum* (Pers.) Körb.: répartition arctique-alpine. (AFL: Valais 1988, Briançonnais 1991)
- C. daedaleum* (Kremp.) Stein: répartition arctique-alpine (AFL: Alpes Carniques 1994)
- C. psoromoides* (Borrer) R. Sant.: régions tempérées, très dispersé.

Neocatapyrenium (genre créé par Harada, 1993)

- N. latzelii* (Zahlbr.) Breuss: S-E de l'Europe
- N. radicescens* (Nyl.) Breuss: Alpes

Anthracoarpon

- A. virescens* (Zahlbr.) Breuss: Méditerranée

Placidium (= *Dermatocarpella* selon Harada, 1993)

- P. boccanum* (Servit) Breuss: Europe Occidentale et méridionale (AFL: Karst 1994)
- P. imbecillum* (Breuss) Breuss: montagnes d'Europe centrale et méridionale, Atlas
- P. lachneum* (Ach.) B. de Lesd.: répartition arctique-alpine dans l'hémisphère Nord (AFL: Fontainebleau 1980)
- P. lacinulatum* (Ach.) Breuss: régions tempérées
- P. michelii* A. Massal.: régions holarctiques tempérées
- P. norvegicum* (Breuss) Breuss: répartition arctique-alpine de l'hémisphère Nord
- P. pilosellum* (Breuss) Breuss: Europe, Australie (AFL: Ardennes 1978, Saint-Mammès près Fontainebleau 1980, Alpes Carniques, Karst 1994 etc ...)
- P. pyrenaicum* (Breuss & Etayo) Breuss: Pyrénées
- P. rufescens* (Ach.) Massal.: régions holarctiques tempérées. (AFL: Provence 1976, Ardennes 1978, Fontainebleau 1980)
- P. squamulosum* (Ach.) Breuss: régions tempérées. (AFL: Provence 1976, Fontainebleau 1980, Briançonnais 1991, Karst 1994 etc...)
- P. tenellum* (Breuss) Breuss: de la Méditerranée à l'Asie centrale et en France dans le Vaucluse (Bricaud et al., 1992)
- P. velebiticum* (Zahlbr.) Breuss: Alpes, Dalmatie

Clavascidium

- Cl. umbrinum* (Breuss) Breuss: Europe, Amérique du nord

Heteroplacidium

- H. contumescens* (Nyl.) Breuss: Méditerranée
- H. divisum* (Zahlbr.) Breuss: Méditerranée
- H. imbricatum* (Nyl.) Breuss: Méditerranée, Canaries (AFL: Karst 1994)

Les *Catapyrenium* s. str. ont donc des périthèces enfoncés dans le thalle, noirs ou incolores mais brunissant puis noircissant à la fin, un cortex supérieur mince et mal délimité formé d'un paraplectenchyme à parois minces, des hyphes rhizoïdales brunes formant un feutrage dense. Parmi ceux-ci le *Catapyrenium psoromoides* (Borrer) R. Sant. se distingue des espèces

voisines par son habitat corticole. Les *Catapyrenium* européens autres que *C. psoromoides* sont montagnards, de couleur plutôt claire.

ECOLOGIE

Le *C. psoromoides* est remarquable parmi tous les *Catapyrenium*, les genres voisins et même l'ensemble des Verrucariacées comme étant presque la seule espèce corticole. Il semble que ce lichen fréquente les vieilles écorces crevassées et moussues des arbres caducifoliés (*Quercus pubescens*, *Populus*). Les récoltes méditerranéennes et charentaise semblent privilégier les lieux humides à *Lobaria pulmonaria*, *Agonimia tristicula*, *Koerbera biformis*.

REPARTITION

Espèce très dispersée, présente dans les régions atlantiques, la Grande Bretagne, l'Europe Centrale et méridionale, mais aussi en Afrique, au Japon, en Nouvelle Zélande. Connue en France de la Sarthe et du Nord et récoltée par Bricaud et al. (1991) à Reillanette dans la Drôme et à Faucon dans le Vaucluse, enfin, les mêmes auteurs (1992) la signalent à La Tour dans les Alpes Maritimes.

Parmelia dissecta Nyl. non auct.(= *P. horrescens* Taylor)



Figure 5: *Parmelia dissecta* Nyl. Partie subcentrale d'un thalle montrant quelques isidies cylindriques et peu ramifiées mêlées de cils noirs caractéristiques de l'espèce. Photo J.P. MONTAVONT. Echelle:  = 1 mm.

Cette espèce a été récoltée par madame Ravel lors de l'excursion AFL en Bretagne le 28/08/1997 dans les gorges de Toul-Goulic (Côtes d'Armor), sur *Quercus*.

Le thalle de 3cm de diamètre est formé de lobes étroits (2-5 mm de large) et allongés, irrégulièrement ramifiés. Les ramifications sont divergentes, séparées par des sinus largement arrondis, à extrémité tranchée ou très peu arrondie. Ces lobes sont peu appliqués et ont tendance à se superposer. Le dessus est plat, lisse et plutôt brillant, de couleur gris très clair. La partie supérieure du thalle (au centre des lobes ou à leur périphérie) présente des isidies d'abord cylindriques et simples, puis ramifiées, presque coralloïdes, mais qui ont tendance à devenir aplaties, couchées, courbées-incurvées et orientées dans toutes les directions, certaines se confondant avec des lobes thallins très étroits. Leur extrémité reste claire ou brunit légèrement. A ces isidies sont mêlés quelques cils noirs, fins et dispersés (figure 5). La face inférieure est noire devenant brunâtre et pâle à la périphérie avec des rhizines concolores, simples ou ramifiées, jusqu'à la marge. La médulle est C-, K-, P-, KC+ rose, traduisant la présence, selon Purvis *et al.*, de huit substances lichéniques voisines de l'acide hiascique.

Différenciation des espèces voisines

Trois autres *Parmelia* au thalle gris clair et comportant des isidies peuvent être rencontrés. Le *Parmelia crinita* (C-, K+ jaune orange, KC+ jaune orange, P+ jaune orange) fait partie des *Amphygymnia*, c'est à dire des grandes parmélies aux lobes arrondis et ascendants dont la marge est dépourvue de rhizines, dont le représentant le plus connu est *Parmelia perlata*. Le *Parmelia tiliacea* (C+ rouge, K-, P-) possède lui aussi des isidies, mais cette espèce ne comporte aucun cil et elle est beaucoup plus robuste, aux lobes crénelés et appliqués sur le support. Enfin, le *Parmelia minarum* plus voisin, possède des isidies restant cylindriques, non associées à des cils noirs et le thalle est C+ rouge, K-, KC+ rouge (acide gyrophorique).

ÉCOLOGIE

Sur les vieilles écorces neutres ou acides des arbres à feuilles caduques, dans les forêts acides et humides des régions atlantiques. Selon Rose (1976), *Parmelia dissecta* (*horrescens*) fait partie des espèces fidèles aux vieilles forêts de plaine et pourrait à ce titre être considéré comme relique de la sylve primitive. C'est une espèce très intéressante à ce titre et devrait être recherchée dans l'Ouest de notre pays en vue d'une éventuelle protection.

REPARTITION

Rare et locale, *Parmelia dissecta* se rencontre dans le sud sud-ouest de l'Angleterre, le Pays de Galles, le sud-ouest de l'Irlande, l'ouest de la France (Bretagne), le Portugal, Les Canaries. Selon Coppins (1976), cette distribution est typiquement eu-atlantique et fait partie d'espèces que l'on ne rencontre en Angleterre, que dans le sud-ouest.

Nous ne saurions trop remercier Monsieur le Professeur André Bellemère pour l'aide bibliographique et documentaire qu'il nous a apportée. Sans la persévérance des ses recherches bibliographiques et taxonomiques, nous aurions eu beaucoup de mal à réunir suffisamment d'informations pour cet article.

* A propos de la numérotation des notes sur les « Lichens de France », un décalage s'est malencontreusement introduit, puis poursuivi, depuis la note parue dans le bulletin 22(2) de 1997 (*Biatora epixanthoides*, *Caloplaca grimmiae*, *Carbonea vitellinaria*). Celle-ci, affublée du n° X aurait dû porter le n° XII.

Ensuite, dans le bulletin 23(1) de 1998 (*Epigloea filifera*, *Lobaria amplissima*), il faut lire XIII et non pas XI. Dans le bulletin 24(1) de 1999 (*Trapeliopsis aeneofusca*, *Gyalecta liguriensis*), il faut lire XIV et non pas XII. Enfin la présente note porte bien le n°XV.

BIBLIOGRAPHIE

- BREUSS O., 1990a .- Die Flechtengattung *Catapyrenium* (Verrucariaceae) in Europa. *Stapfia* **23**: 1 - 174
- BREUSS O., 1990b .- Studien über die Flechtengattung *Catapyrenium* (Verrucariaceae) I. Die Flechtengattung *Catapyrenium* in Europa - Ergänzungen. *Linzer biol. Beitr.* **22** (1): 69 - 80.
- BREUSS O., 1996 .- Ein verfeinertes Gliederungskonzept für *Catapyrenium* (lichenisierte Ascomyceten, Verrucariaceae) mit einem Schlüssel für die bisher bekannten Arten - *Ann. Naturhist. Mus. Wien.* **98B** (suppl.): 35 - 50.
- BRICAUD O., COSTE C., LE COEUR D., GLENN M., MENARD T. et C. ROUX, 1992 .- Champignons lichénisés et lichénicoles de la France méridionale: espèces nouvelles et intéressantes (VI). *Bull. Soc. linn. Provence*, **43**: 81 - 96.
- BRICAUD O., COSTE C., MENARD T. et C. ROUX, 1991 .- *Bull. Soc. linn. Provence*, **42**,
- CLAUZADE G. et ROUX C., 1985 .- Likenjoj de Okcidenta Europo, Illustrita determinlibro. *Bull. Soc. Bot. Centre-Ouest, Nlle Série, N° spécial 7-1985*.
- CLAUZADE G. et ROUX C., 1987 .- Likenjoj de Okcidenta Europo, Suplemento 2a. *Bull. Soc. bot. Centre-ouest, nouvelle série*, **18**: 177-214.
- CLAUZADE G. et ROUX C., 1989 .- Likenjoj de Okcidenta Europo, Suplemento 3a. *Bull. Soc. linn. Provence*, **40**: 73-110.
- COPPINS B.J., 1976 .- Distribution Patterns shown by Epiphytic Lichens in the British Isles - *in Lichenology: Progress and Problems* (D.H. Brown et al.) 249 - 278.
- HARADA H., 1993 .- A taxonomic study on *Dermatocarpon* and its allied genera (Lichenes, Verrucariaceae) in Japan. *Nat. Hist. Res.* **2** (2): 113 - 152.
- HENSSEN, A. and H. M. JAHNS, 1973 (« 1974 »).- Lichenes. Eine Einführung in die Flechtenkunde. 467p Georg Thieme Verlag, Stuttgart.
- PURVIS O. W. , COPPINS B. J., HAWKSWORTH D. L. , JAMES P. W. and D. M. MOORE, 1992 .- The lichen flora of Great Britain and Ireland. Ed. Natural History Museum Publications in association with The British Lichen Society.
- ROSE F., 1976 .- Lichenological indicators of age and environmental continuity in woodlands *in Lichenology: Progress and Problems* (D.H. Brown et al.) 279 - 307.
- WIRTH V., 1995 .- Die Flechten Baden-Württembergs, Teil 1. Eugen Ulmer GmbH & Co. Stuttgart, Deutschland.

**UTILISATION DE LA BIOINDICATION LICHENIQUE DANS L'ESTIMATION
DE LA QUALITE DE L'AIR DE L'AGGLOMERATION GRENOBLOISE :
ETUDE A DIFFERENTS NIVEAUX D'ORGANISATION BIOLOGIQUE**

Résumé détaillé de la thèse de Sandrine GOMBERT

soutenue le 29 octobre 1999 à l'Université Joseph Fourier (Grenoble 1)

devant la commission d'examen :

Juliette ASTA (Grenoble), directeur de thèse,
Mark SEAWARD (Bradford), président de jury,
Marie-Agnès LETROUIT (Paris), rapporteur,
Richard LALLEMANT (Nantes), rapporteur,
Gérard MARIGO (Grenoble), examinateur,
Daniel ZENATTI (Communauté de Communes de Grenoble, Ascoparg), examinateur

RÉSUMÉ : Bien que les niveaux de la pollution atmosphérique soient globalement inférieurs à ceux qui ont été observés il y a quelques décennies, l'augmentation de la pollution d'origine automobile devient préoccupante en milieu urbain. Dans ce contexte, le travail de recherche a consisté à utiliser les lichens (et autres végétaux) comme bioindicateurs pour caractériser l'impact de la pollution urbaine globale de l'agglomération grenobloise sur l'environnement. L'étude a été abordée par différentes approches complémentaires à différents niveaux de l'organisation biologique.

Au niveau des communautés, l'inventaire de la flore lichénique épiphyte a montré l'impact de la pollution azotée sur la répartition des lichens et le lien entre la biodiversité lichénique et la pression d'urbanisation. L'utilisation des analyses multivariées a permis de caractériser les différents milieux et les différents lichens en fonction de l'écologie et de la fréquence des espèces, des variables environnementales et des teneurs en polluants, et de proposer des échelles d'estimation de la sensibilité des lichens au dioxyde d'azote et à l'ozone.

Au niveau de l'individu, des études de bioindication et de bioaccumulation (chlorures, azote total), réalisées à partir de stratégies d'échantillonnage pertinentes, ont permis d'établir des cartographies des teneurs estimées de la pollution sur l'agglomération grenobloise et d'effectuer des suivis spatio-temporels de l'impact de pollutions issues d'une usine d'incinération et de deux autoroutes urbaines sur l'environnement.

Au niveau biochimique, la recherche d'un biomarqueur de la charge azotée du milieu a nécessité la mise au point d'un protocole de mesure *in vivo* de l'activité enzymatique nitrate-réductase adapté aux lichens, ainsi que la réalisation de chambres de fumigation. L'influence de différentes sources d'azote (nitrates, dioxyde d'azote) sur le métabolisme azoté (activité nitrate-réductase, teneur en azote total et en nitrates) de lichens et de végétaux supérieurs a été recherchée.

MOT-CLES : agglomération grenobloise, analyses multivariées, ANR, azote total, bioaccumulation, bioestimation, bioindication, biomarqueur, cartographies, chlorures, milieu urbain, fumigation, IPA, lichens, niveaux d'organisation biologique, NO_x, O₃, pollution atmosphérique, sphaignes, tabac.

Assessment of urban air quality in the Grenoble area using lichen biomonitoring at different biological levels

ABSTRACT : Although the levels of atmospheric pollution are generally lower than those observed some decades ago, the sharp increase of automobile pollution is becoming a real problem in urban environments. In this study, lichens (and other plants) were used as indicators to characterize and monitor the urban pollution in Grenoble, France. This study was done at the community, species and biochemical level.

At the community level, lichen vegetation showed that nitrogen pollution has an impact on lichen distribution and that there is a positive correlation between lichen biodiversity and urbanization to a certain extent. Sites and lichen species were defined by ecological characteristics, species frequency, environmental criteria and pollutant levels using multivariate analysis. NO_x and O₃ sensitivity scales were determined.

At the species level, relevant sampling strategies in bioindication and bioaccumulation studies (chlorides, nitrogen content) were used to construct maps of estimated pollution levels in the urban area of Grenoble. Impacts of the pollution produced by an incinerator plant and two motorways were monitored in space and time.

At the biochemical level, a biomarker of nitrogen load was investigated. This required the development of an *in vivo* nitrate-reductase activity assay for lichens and the construction of fumigation chambers. The impact of different nitrogen forms (nitrates, nitrogen oxides) on the lichen and vascular plant nitrogen metabolism (nitrate reductase activity, nitrogen and nitrate contents) was investigated.

KEY WORDS : atmospheric pollution, bioaccumulation, bioindication, biological level, biomonitoring, chlorides, fumigation, IAP, lichens, mapping, multivariate analysis, nitrogen content, NO_x, NRA, O₃, *Sphagnum* species, tobacco, urban area of Grenoble.

1 - Contexte général

La pollution de l'air, bien que ses niveaux soient globalement inférieurs à ceux que l'on rencontrait il y a quelques décennies, pose encore de nombreux problèmes, largement relayés par les médias. Si le principal problème concerne la santé des populations, l'impact sur les écosystèmes doit également être pris en considération. La **pollution atmosphérique**, notamment la pollution urbaine a constamment évolué au cours des temps. A l'heure actuelle, si la pollution d'origine industrielle est en nette régression (en particulier la pollution due au dioxyde de soufre), la pollution d'origine automobile s'intensifie, du fait de l'augmentation considérable du nombre de véhicules sur le marché. Ainsi, la pollution due aux oxydes d'azote, aux poussières, aux hydrocarbures et à l'ozone devient préoccupante en milieu urbain. Ces polluants ne sont pas nouveaux, mais c'est leur augmentation dans l'atmosphère et leur large répartition, avec toutes les conséquences environnementales qui en découlent, qui les placent maintenant en première ligne.

En **milieu urbain**, la surveillance de la qualité de l'air est en général assurée par des réseaux de surveillance qui mesurent en continu les concentrations des principaux polluants atmosphériques. Ces méthodes d'analyse physico-chimique très précises permettent de mesurer l'étendue et l'importance d'une contamination de l'environnement. Cependant, ces méthodes d'analyse ne permettent pas de quantifier simultanément tous les contaminants présents dans un échantillon, ni d'évaluer les effets de la présence des polluants sur les organismes vivants ou sur l'état de santé d'un écosystème.

2 - Intérêt de la bioindication

L'utilisation des **bioindicateurs** est basée sur leur caractère intégrateur à l'égard des facteurs du milieu : ils sont en effet le reflet du milieu dans lequel ils évoluent, d'autant plus lorsqu'ils sont fixés, comme c'est le cas des végétaux. Leur observation à divers niveaux de l'organisation biologique peut fournir des indications concernant la qualité et les caractéristiques de ce milieu. Ainsi, les perturbations de l'environnement peuvent se déceler :

1. soit au **niveau de l'écosystème** par l'élimination d'espèces sensibles, la prolifération d'espèces tolérantes ou tout autre changement intervenant dans la structure et le fonctionnement des **communautés**,
2. soit au **niveau des individus**, par des modifications physiologiques ou morphologiques visibles ou par des processus de bio-accumulation tissulaire,
3. soit au **niveau biochimique**, par des changements cellulaires révélant l'exposition précoce à une substance polluante.

L'association de ces diverses approches de bioestimation au niveau des communautés, bioindication et bioaccumulation au niveau des individus et la recherche de biomarqueurs au niveau biochimique permet une évaluation complète de l'état des milieux et des organismes qui y vivent.

3 - Objectifs et caractérisation du travail

L'objectif du travail de thèse était d'utiliser les lichens pour caractériser la pollution urbaine générale et "écrire" l'histoire "environnementale" de l'agglomération grenobloise (constituée des 23 communes de la Communauté de Communes). L'objectif était donc vaste et a offert de nombreuses possibilités de travail.

Afin d'effectuer une étude complète rendant compte de la biodiversité des lichens recensés, des conditions écologiques et environnementales rencontrées, des différents types de pollution et des nombreux polluants caractérisant la pollution urbaine, des méthodes de bioindication existantes et des connaissances acquises d'après la littérature, le travail a été caractérisé par différentes approches complémentaires. Celles-ci, réalisées en conditions de terrain et en conditions contrôlées de laboratoire, ont consisté à aborder cette étude :

- à **différents niveaux de l'organisation biologique** : au niveau de l'agencement des communautés, au niveau de la réaction spécifique des individus, et au niveau biochimique,
- par **plusieurs méthodes de bioindication** : bioestimation, bioindication, bioaccumulation, recherche de biomarqueur,
- avec **différents types de matériel végétal**, présents naturellement sur le terrain (lichens), ou transplantés (sphagnes, tabacs),
- avec **diverses méthodes de récolte et d'analyse des données** : utilisation d'indices (IPA , indice de cotation), dosage d'éléments (chlorures, azote, nitrates), observations morphologiques, mesure d'activité enzymatique, analyses statistiques multivariées.

La Thèse est composée de quatre parties.

- **La première partie est consacrée à des généralités** concernant le milieu urbain ; elle est également consacrée à la **présentation générale du site d'étude**.
- **La deuxième partie concerne la bioestimation au niveau des communautés**. Elle a pour objectif de refléter la structure de l'écocomplexe urbain étudié, et de déceler les perturbations qui s'y appliquent par l'étude de la biodiversité lichénique et de ses changements. Les différentes approches mises en œuvre (Indice de Pureté Atmosphérique, indice de cotation des milieux, analyses multivariées) ont pour but d'établir une typologie des différents sites de l'agglomération grenobloise, afin d'établir des relations existant entre la distribution de la végétation lichénique, ses caractéristiques écologiques, les zones de plus ou moins bonne qualité de l'air, les teneurs en polluants et les critères environnementaux (milieux plutôt ruraux ou au contraire plus ou moins artificiels et anthropisés).

- **La troisième partie se place au niveau de l'individu, et est consacrée à la caractérisation de pollutions particulières, par des méthodes de bioindication et de bioaccumulation.** Le premier objectif de cette partie est la réalisation de suivis spatiaux et temporels de l'impact de sources (connues) d'émission de polluants (usine d'incinération, autoroutes). Le deuxième objectif est l'exécution de cartographies de la distribution de ces polluants (ozone, oxydes d'azote), à l'aide de différents types de végétaux utilisés selon leur sensibilité (sensibilité du tabac Bel W₃ à l'ozone, bioaccumulation de chlorures issus de l'incinération par une espèce lichénique neutrophile *Parmelia sulcata* et une espèce bryophytique : *Sphagnum sp.*, bioaccumulation de l'azote en provenance du trafic automobile par deux espèces lichéniques, l'une nitrophile : *Physcia adscendens* et l'autre acidiphile : *Hypogymnia physodes*).
- Dans le but d'expliquer la recrudescence des espèces lichéniques nitrophiles observée sur le terrain, **la quatrième partie**, menée en conditions contrôlées de laboratoire, se propose de **déterminer un biomarqueur biochimique pertinent de la charge azotée du milieu : l'Activité Nitrate-Réductase (ANR).** L'induction de l'activité nitrate-réductase par des nitrates en solution a été recherchée chez plusieurs espèces lichéniques ayant une écologie différente vis à vis de l'azote (espèces nitrophiles, neutrophiles et acidiphiles), ce qui a nécessité la mise au point d'un protocole de mesure adapté. Un dispositif expérimental de fumigation a été mis en place dans le but de vérifier l'impact du dioxyde d'azote sur le métabolisme azoté (activité nitrate-réductase, azote total, nitrates) de deux espèces lichéniques nitrophiles (*Xanthoria parietina*, *Physcia adscendens*), et d'effectuer des comparaisons avec un modèle végétal supérieur : le tabac.

4 - Travail réalisé

Plutôt que de présenter les résultats obtenus dans chaque partie, le travail réalisé reprend de façon synthétique d'une part l'ensemble des méthodes et matériels mis en œuvre et d'autre part l'essentiel des résultats.

4.1 - Méthodes et matériels

Au cours de la thèse, des méthodes et des matériels ont été mis au point (indices, échelles, protocoles, dispositifs expérimentaux) afin de résoudre des problématiques, permettre la réalisation d'expérimentations, faciliter l'interprétation des données, approfondir la recherche en bioindication, proposer des espèces "sentinelles" de la pollution.

Ainsi, un **indice de cotation de la situation environnementale**, défini à partir de descripteurs d'influence (milieu urbain, suburbain, rural), d'exposition (proximité ou éloignement d'une voie de circulation), de milieu (caractérisant l'environnement proche des stations : route, parking, lotissement, square, grand parc, terrain, champ cultivé) et d'ouverture du milieu (phorophytes isolés, alignés, en bosquet) a permis d'établir une hiérarchie des stations en fonction du degré d'artificialisation du milieu.

Intérêts : a permis de caractériser la biodiversité lichénique en fonction de l'artificialisation du milieu.

Limites : peut être amélioré en ajoutant d'autres descripteurs et/ou en leur attribuant un poids différent.

Un **indice d'influence du trafic** a permis de traduire l'impact cumulé de la distance et de l'intensité du trafic de plusieurs voies de circulation automobile sur l'environnement.

Intérêts : a permis de mettre en évidence la très bonne corrélation existant entre l'intensité de trafic et le taux d'azote des lichens, et de démontrer l'accumulation d'azote proportionnelle à la quantité d'oxydes d'azote, sans mesure des polluants.

Limites : gagnerait à être validé par des mesures d'oxydes d'azote.

Deux échelles d'estimation de la sensibilité des lichens au dioxyde d'azote et à l'ozone ont été conçues à partir des résultats tirés des analyses multivariées.

Intérêts : caractérisation des espèces lichéniques par rapport à deux polluants urbains fournissant un travail préliminaire intéressant dans la mise en place d'échelles de sensibilité plus complètes.

Limites : échelles établies à partir d'un faible nombre de mesures (27), réalisées dans la zone sud de la région grenobloise sur une seule campagne de mesures estivales, et élargies aux espèces de l'agglomération grenobloise ; les résultats obtenus diffèrent de ceux d'autres échelles ; propositions d'échelles à donc considérer avec prudence.

Par ailleurs, la recherche d'un biomarqueur a nécessité la mise au point du **protocole de mesure in vivo de l'activité nitrate-réductase** adapté au matériel lichénique afin de vérifier si l'ANR était induite par l'azote du milieu.

Intérêts : le dosage in vivo permet de caractériser les changements des conditions écologiques.

Limites : forte variabilité des résultats inhérente à la méthode in vivo qui ne permet pas de vérifier l'accessibilité des nitrates et donc la quantité de substrat effectivement disponible à la NR, qui nécessite des quantités importantes de matériel végétal, dont le nombre d'opérations à effectuer est important, et dont la méthode colorimétrique interdit l'utilisation des lichens dont les pigments colorent les solutions de macération.

La recherche d'un biomarqueur au niveau biochimique a également nécessité la **construction de chambres de fumigation** dont nous ne disposions pas au laboratoire. Deux chambres (une chambre essai et une chambre témoin) ont été conçues ; elles ont permis la réalisation de fumigations de dioxyde d'azote en conditions contrôlées sur des lichens et des tabacs.

Intérêts pour de prochaines expérimentations : les grandes dimensions des chambres ont permis de réaliser des expérimentations autant sur les lichens que sur des plantes supérieures à croissance rapide ; les chambres ne sont pas spécifiques au NO₂.

Conditions pour de prochaines expérimentations : les concentrations de NO₂ à l'intérieur des chambres doivent être validées par un analyseur de NO₂ ; les conditions de température, lumière, humidité doivent être standardisées.

4.2 - Estimation de la pollution au niveau des communautés lichéniques

Pour que les lichens soient utilisés comme bioindicateurs de la pollution (ou de la qualité de l'air) sur le site de l'agglomération grenobloise de façon efficace, pertinente et convaincante, il était indispensable de réaliser dans un premier temps un **inventaire de la flore lichénique épiphyte le plus complet possible** sur ce territoire, de façon à connaître la

répartition des lichens, leur fréquence et abondance, et de **comprendre et caractériser les causes et les mécanismes de l'agencement des communautés.**

Ainsi, les résultats ont indiqué qu'environ 80 espèces lichéniques et deux algues étaient présentes sur l'agglomération grenobloise et que près d'une centaine de lichens avait été répertoriée sur les deux sites d'étude (agglomération grenobloise et zone sud de la région grenobloise). **L'observation de la flore lichénique a confirmé la diminution de la pollution soufrée** par la présence de nombreuses espèces sensibles au SO₂ (*Usnea sp.*, *Parmelia perlata*, *P. caperata*, *P. exasperatula*, *P. tiliacea*, *Physcia aipolia*, *Candelaria concolor*,...). *Lecanora conizaeoides*, du fait de la recolonisation du terrain par de nombreuses espèces se trouve reléguée en périphérie de l'agglomération dans des zones qualifiées de "naturelles", et se trouve dans moins de 10 % des relevés. Par contre, l'algue *Pleurococcus viridis*, associée à l'espèce précédente dans les sites fortement pollués en SO₂ est encore très abondante, présente dans 96 % des relevés et associée à tous les types de milieux.

Si les espèces lichéniques sont réparties de façon homogène dans les groupes écologiques nitrophiles, neutrophiles et acidiphiles, la fréquence et le recouvrement moyens des espèces acidiphiles est inférieur à ceux des deux autres groupes. Même si la fréquence et le recouvrement moyens des espèces neutrophiles et nitrophiles sont équivalents, des groupements monospécifiques d'espèces nitrophiles (*Physcia adscendens*) sont observés. De plus, une augmentation de la flore lichénique nitrophile a été démontrée sur certains sites (campus universitaire), ce qui nous a permis de mettre en évidence **l'impact de la pollution azotée en milieu urbain.** Les résultats ont montré que **le recouvrement et l'abondance des espèces caractérisées par l'un des trois groupes écologiques influencent la biodiversité lichénique**, la valeur de l'IPA diminuant dans le sens : % neutrophiles > % nitrophiles > % acidiphiles. La prédominance de l'un des deux groupes d'espèces acidiphiles ou nitrophiles dans un relevé entraîne une baisse de la biodiversité lichénique.

La proportion de l'un des groupes écologiques caractérisant un relevé évolue en fonction de l'artificialisation du milieu. Alors que la flore acidiphile est associée plutôt aux milieux "naturels" de plaine (milieux "protégés" en limite de massifs forestiers), la flore neutrophile caractérise les milieux "naturels" d'altitude variable et les milieux "artificiels" alors que la flore nitrophile est associée aux milieux "très artificiels" de plaine, corroborant l'hypothèse d'un enrichissement en espèces nitrophiles dû à l'influence des oxydes d'azote.

Une comparaison établie entre l'IPA et les données des capteurs a montré la **corrélation négative entre les valeurs de l'IPA et les teneurs en SO₂, NO₂ et NO**, justifiant l'utilisation de l'IPA comme indicateur de la pollution atmosphérique globale. Cependant, il a été démontré que la **biodiversité lichénique était aussi favorisée par l'artificialisation croissante du milieu jusqu'à un seuil où la pression d'urbanisation devenait trop importante et faisait chuter l'IPA.** Ainsi, l'évolution de l'IPA en fonction de l'artificialisation du milieu, de même que l'influence de facteurs tels que la situation géographique, l'altitude, la présence de parcs, remet un peu en cause l'utilisation de l'IPA comme indicateur strict de la pollution atmosphérique. Il serait plus approprié de parler d'indicateur de la qualité de l'environnement.

L'utilisation des analyses multivariées a permis d'établir une **typologie des stations de l'agglomération grenobloise** en définissant six groupes caractérisés en fonction de la composition de leur flore lichénique, de l'écologie des espèces, des critères environnementaux (dont l'artificialisation du milieu) depuis les milieux "naturels" (protégés par des massifs, situés

en altitude, dans les plaines agricoles) aux milieux "artificiels" (caractérisant plutôt des milieux suburbains ou urbains dans des zones "protégées") jusqu'aux milieux "très artificiels" (du centre de l'agglomération, le long des grandes voies de circulation). La typologie des stations permet d'associer un type de milieu à une végétation lichénique, dont l'intérêt dans les études de bioindication est évident : caractérisation des causes de l'association de certaines espèces (proximité ou éloignement d'une source polluante, d'un massif forestier ou montagneux, plaine agricole, milieu urbain dense, parking,...) afin de permettre le suivi de l'évolution de la composition des communautés dans le temps en fonction des changements environnementaux, et de déterminer, à l'intérieur des groupes d'espèces, des espèces "sentinelles" de types d'environnements.

Dans l'objectif de la caractérisation d'espèces "sentinelles", les espèces ont été définies en fonction de leur écologie mais aussi en fonction de leur fréquence sur l'agglomération, des critères "environnementaux" (altitude, urbanisation, biodiversité) et des critères de pollution (NO₂ et O₃). Ainsi, des espèces résistantes à la pollution doivent être recherchées dans le groupe des espèces fréquentes, toxitolérantes, plutôt héliophiles et xérophiles, présentes dans les milieux artificiels ou très artificiels (*Buellia punctata*, *Candelariella xanthostigma*, *Parmelia sulcata*, *Phaeophyscia orbicularis*, *Physcia adscendens*,...), alors que les espèces sensibles à la pollution urbaine sont à rechercher dans les espèces peu fréquentes, plutôt mésophiles, reléguées dans les milieux "naturels" et "protégés" d'altitude ou à proximité des massifs (*Hyperphyscia adglutinata*, *Physcia aipolia*, *Caloplaca cerina*, *Cladonia chlorophaea*, *Parmelia subargentifera*, *Parmelia exasperata*,...). Toujours dans le même objectif, deux échelles d'estimation de sensibilité des espèces au NO₂ et à l'O₃ sont proposées, en les qualifiant d'espèces plutôt sensibles, plutôt indifférentes, plutôt semi-résistantes ou plutôt résistantes quand elles sont "associées" respectivement à des valeurs faibles, faibles à moyennes, moyennes à élevés et élevées en polluants. Ainsi les espèces définies comme résistantes à la pollution urbaine sont plutôt indifférentes ou résistantes au NO₂ et semi-résistantes à l'O₃. Les espèces sensibles à la pollution urbaine sont plutôt sensibles au NO₂ mais plutôt indifférentes ou semi-résistantes à l'O₃ (localisé en périphérie des agglomérations).

Certaines espèces "sentinelles" ont alors été utilisées comme bioindicateurs ou bioaccumulateurs dans la réalisation de cartographies ou dans la caractérisation de types de pollution spécifiques.

4.3 - Cartographies

Trois cartographies ayant pour but d'estimer la qualité de l'environnement sur la totalité du territoire étudié ont été réalisées en utilisant différentes approches.

La carte d'estimation de la qualité globale de l'air effectuée à partir de l'IPA indique que la zone d'étude est surtout caractérisée par une qualité de l'air moyenne, les zones de bonne et très bonne qualité (situées en altitude, sur les contreforts des massifs de la Chartreuse et du Vercors) et de médiocre et mauvaise qualité (situées surtout dans les plaines agricoles, le centre-ville de Grenoble et le contrefort sud-ouest de Belledonne) représentant chacune environ 20 % de la zone cartographiée.

La carte de répartition de l'ozone, estimée à partir de l'observation des nécroses foliaires de la variété de tabac sensible, montre que les fortes teneurs estimées d'ozone sont éloignées des zones de production de polluants précurseurs et sont situées en périphérie du centre urbain dense (Grenoble et communes avoisinantes proches), dans la zone ouest de l'agglomération (contreforts du Vercors), en altitude (contreforts du Vercors et de la

Chartreuse), et dans la zone sud de l'agglomération (communes d'Echirolles, Claix, Pont de Claix, ainsi que sur les contreforts de Belledonne).

La **carte d'estimation de la quantité d'azote atmosphérique issu de la pollution (oxydes d'azote)** a été réalisée à partir de la teneur en azote total du lichen nitrophile *Physcia adscendens*, après avoir démontré que les teneurs en azote étaient influencées par le trafic automobile. Les valeurs importantes d'oxydes d'azote estimées se situent à proximité des sources d'émission comme dans le centre urbain dense de l'agglomération, le long des axes autoroutiers (A 48, A 480, rocade sud), et à proximité de certaines sources fixes (cimenterie, usine).

Ces trois cartes, bien que réalisées à partir de matériel biologique différent, selon diverses approches de bioindication, et lors de périodes distinctes, sont complémentaires (corrélation négative entre l'IPA et le taux d'azote de *Physcia adscendens*, zones source et zones puits d'ozone caractérisées respectivement sur la carte d'estimation de l'ozone et de NO_x). De plus, la plupart des résultats obtenus sont en accord avec les données concernant la dispersion et la localisation des polluants. **Ces résultats nous permettent de confirmer que ces cartes expriment une tendance générale de la répartition des polluants sur l'agglomération quelle que soit la période considérée.**

4.4 - Bioindication au niveau de l'individu

Les travaux concernant la bioindication au niveau de l'individu ont permis la mise en place de **suivis spatio-temporels de types spécifiques de pollutions** participant à la pollution urbaine globale.

Le travail effectué sur **l'usine d'incinération des ordures ménagères** à partir de la bioaccumulation des chlorures par le lichen neutrophile *Parmelia sulcata* a montré dans un premier temps que l'usine était une **source polluante dans un rayon de 1 km**. Elle a démontré dans un deuxième temps le **phénomène de dépollution** ayant eu lieu suite à la rénovation de l'usine. Ce travail a également mis en évidence que l'utilisation de sphaignes (transplantées) représentait un indicateur plus sensible aux faibles niveaux de pollution chlorée que les lichens in situ. Par contre, cette étude a montré les limites de la méthode de transplantation utilisée dans le cas des lichens (essentiellement dues au matériel employé pour la construction des sachets et aux conditions de transplantation).

L'étude concernant **l'influence de la circulation automobile sur l'environnement** constitue le premier travail de bioaccumulation d'azote dans les lichens réalisé en milieu urbain. Il a montré que **seuls les taux d'azote du lichen nitrophile *Physcia adscendens* étaient influencés par l'intensité du trafic**, les teneurs en azote du lichen acidiphile *Hypogymnia physodes* ne montrant pas de lien avec la circulation (bien que cette dernière espèce ait été utilisée de nombreuses fois comme bioaccumulateur d'azote dans les pays d'Europe du Nord). D'autre part, l'utilisation de l'indice de trafic mis au point a révélé que la teneur en azote de *Physcia adscendens* évoluait le long de transects perpendiculaires à des autoroutes, non seulement en fonction de la distance et de l'intensité de trafic de l'autoroute considérée mais également en fonction de la distance et de l'intensité de trafic des voies de circulation secondaires. Ces résultats nous permettent d'affirmer que **les taux d'azote de *Physcia adscendens* sont nettement corrélés à l'indice de trafic et reflètent donc indirectement les quantité d'oxydes d'azote émises par la circulation automobile**, ce qui a été confirmé par

l'étude de deux transects (transect 1 sur la commune de Meylan, transect 2 sur la commune de Saint Martin d'Hères), lors de deux campagnes de mesures. Un suivi dans le temps nous a permis de constater que les teneurs en azote du lichen n'étaient pas significativement différentes entre l'été et l'hiver, ce qui indique que les taux d'oxydes d'azote n'évoluent que peu entre les deux campagnes de mesures (séparées de 4 mois) ou que le métabolisme des lichens est trop lent pour rendre compte de ces changements. Enfin, l'influence du lavage des échantillons nous a permis de conclure que **l'azote des thalles ne provenait pas d'un dépôt superficiel d'azote facilement lessivable mais plutôt d'une absorption et d'une assimilation des oxydes d'azote gazeux.**

4.5 - Influence du NO₂ sur le métabolisme azoté

Afin de vérifier cette hypothèse, nous avons mis en place un **dispositif expérimental de fumigation** des lichens par du NO₂ en conditions contrôlées de laboratoire, nous permettant de **tester l'influence de différentes concentrations réalistes de NO₂ sur trois paramètres du métabolisme azoté : l'ANR, le taux d'azote et la teneur en nitrates.**

Dans les **conditions expérimentales choisies** (14 h de conditionnement en présence de nitrates à 25 mM ou 48 h de fumigation par des concentrations de NO₂ variant de 50 à 200 µg/m³ chez les différentes espèces testées), **l'hypothèse d'une induction de l'ANR in vivo par les teneurs en azote du milieu n'a pas été vérifiée.** Cependant, une activité constitutive plus "importante" a permis de différencier le groupe des espèces nitrophiles des deux autres groupes. Les résultats concernant l'ANR des lichens ont été caractérisés par une **variabilité importante et systématique** due au matériel lichénique (variabilité de l'échantillonnage), et due à la méthode de mesure in vivo.

D'autre part, **aucune évolution de la teneur en azote total et en nitrates des deux lichens testés n'a été démontrée après 48 h d'expérimentation, quelle que soit la concentration en NO₂ appliquée.** Il semble donc que la durée d'expérimentation, de même que la concentration en NO₂, aient été insuffisantes pour induire un changement significatif de ces paramètres du métabolisme azoté des lichens, connus pour leur métabolisme lent. Pour cette raison, il serait intéressant de renouveler de telles expérimentations sur des périodes beaucoup plus longues.

Il est à noter que le même type d'expérimentation a été réalisé sur des plantules de tabac avec des concentrations de 100 µg/m³ de NO₂ pendant une durée variant de 1 à 3 semaines. Les résultats ont montré **l'influence significative du NO₂ sur la croissance des plantules de tabac par rapport aux témoins.** Cependant, de même que pour les lichens, **aucune augmentation de la teneur en azote total et en nitrates des feuilles et des tiges de tabac n'a été démontrée par rapport aux témoins.** Ainsi, d'autres expérimentations seraient à renouveler en utilisant des concentrations plus importantes de NO₂ et des conditions moins contraignantes (notamment concernant le nombre de plantules par pot). Il serait également intéressant de prendre en considération les organes souterrains permettant éventuellement de constater l'exportation d'éléments depuis les organes aériens vers les organes souterrains où ils peuvent être stockés.

La démarche de ce travail, caractérisée par différentes approches au niveau de l'organisation biologique a permis de décrire l'état "environnemental" de l'agglomération grenobloise par la caractérisation :

- de divers types de pollution (pollution urbaine globale, pollution chlorée due à l'incinération des ordures ménagères, pollution azotée due à la circulation automobile, pollution par l'ozone) et leur répartition spatiale sur l'agglomération ainsi que leur impact sur l'environnement,
- des différents milieux de l'agglomération grenobloise,
- des espèces lichéniques recensées.

D'autre part, ce travail a abordé l'influence de l'azote du milieu urbain sur le métabolisme azoté des lichens en démontrant le transfert d'azote depuis les oxydes d'azote vers l'azote de lichens nitrophiles en conditions réelles de terrain. Bien que ces résultats n'aient pu être validés en conditions contrôlées de fumigation, les expérimentations effectuées constituent une première étape dans la connaissance de l'influence des nitrates et du NO₂ sur le métabolisme azoté de certains lichens (activité nitrate-réductase, taux d'azote total, teneur en nitrates). Ainsi, ce travail de thèse offre de nombreuses perspectives de recherche.

**ASSEMBLÉE GÉNÉRALE 1999
DE L'ASSOCIATION FRANÇAISE DE LICHÉNOLOGIE
À FONTAINEBLEAU LE 19 FEVRIER 2000**

La Présidente, Juliette ASTA, ouvre la séance à 14 h 30. Elle remercie les participants et fait connaître les excusés (pouvoirs).

PRÉSENTS : Mmes et MM. ASTA, AVNAIM, BAUBET, BEGAY, BELLEMERE, BOISSIERE M. et Mme, BLONDEL, COLLIN, CUNY M. et Mme, DOUTRE, FORTIER, GAVEVIAUX M. et Mme, GUILLOUX, GOMBERT, KONRAD, LAMELE, LAUNE, LETROUT, MONTAVONT, RAVEL, REMY, ROLLEY, ROYAUD, SIGNORET, SUSSEY, VAN HALUWYN.

EXCUSÉS : Mmes et MM. ALLIER, ANDRE, BELLEMERE Mme, BLUSSON, BORNAND, BOTINEAU, COSTE, DAILLANT, DE FOUCAULT, DERUELLE, DESCHATRES, EYHERALDE, FOURNIGAULT, FRANCOIS, GADON, GIRAUDEAU, GUEIDAN, HASTINGS, HOACHER, HUGOT, JANEX, KHALIL, LALLEMANT, LEROND, MONTAVONT Mme, NICOLAS-CHESNE, PELLETIER, REY, TURGIS, VERNA, VIDECOQ.

I. COMPTE RENDU MORAL

A. ACTIVITES COMMUNES DE L'AFL

1. La session de Fontainebleau s'est déroulée du 19 au 21 février 1989 et regroupa une trentaine de participants. La plupart déterminèrent les lichens récoltés en Bretagne et au Danemark essentiellement.

L'Assemblée Générale eut lieu le samedi 20 février et a fait l'objet d'un C.R. publié dans le Bulletin AFL, 1999, 24 (1), 59-62. La session fut agrémentée d'une projection de diapositives par J.P. MONTAVONT et la dernière soirée réunit une vingtaine de participants autour d'un repas « moules » sympathique au restaurant « La Fourchette ».

J.C. BOISSIERE organisa une excursion le dimanche 21 février au matin en forêt de Fontainebleau (Le Bois Rond, Forêt des Trois Pignons).

2. Voyage de Corse

Le voyage s'est déroulé du 14 au 21 avril 1999. Il fut organisé par Damien CUNY que nous tenons à remercier et, en l'absence de ce dernier, le relais fut pris par Chantal VAN HALUWYN pour l'organisation sur place.

L'excursion réunit 40 participants, français en majorité, mais d'autres nationalités étaient représentées (anglaise, suisse, croate, italienne, néerlandaise et syrienne). Malgré un temps plus que frais, la session connut un franc succès et nous avons eu le plaisir de découvrir la flore lichénique des environs d'Ajaccio (les rochers de la Pointe de la Parata et la lande

sableuse de Campo dell'Oro), les environs de Bonifacio (l'Ermitage de la Trinité, littoral calcaire).

Une 1^{ère} tentative réfrénée par la neige en direction du col de Vizzavone nous a permis, sous l'initiative de notre chauffeur, de découvrir les gorges de Prunelli.

Nous avons pu découvrir la belle forêt de chêne-liège de Chiavari et sous la direction des forestiers, essentiellement M. POLI, la forêt d'Aitone. Enfin le temps devenu plus clément nous permit de terminer par la visite du col de Vizzavone et la cascade dite des Anglais.

3. Stage de Meymac (Corrèze)

Le stage eut lieu durant la dernière semaine d'août 1999 par R. BEGAY, C. VAN HALUWYN et D. VIDECOQ et réunit 17 participants. Ce stage fut l'occasion de nombreuses découvertes, en particulier *Lobaria laetevirens*, *Peltigera cf. degenii*, ...

4. Exposition AFL au Muséum National d'Histoire Naturelle à Paris

Le MNHN de Paris, par l'intermédiaire de B. DENNETIERE, avait demandé à l'AFL de participer à l'exposition de mycologie qui a lieu chaque année à Paris en octobre (une dizaine de jours).

F. GUILLOUX a été mandatée par l'AFL pour participer à l'opération. Elle a récolté de gros et nombreux échantillons de lichens et a assuré à elle seule 4 jours de permanence, C. GUEIDAN assurant une journée. Cette exposition de lichens a connu un énorme succès par le nombre de visiteurs et a entraîné 3 nouvelles adhésions.

B. DENNETIERE désire dans l'avenir une implication plus importante des membres de l'AFL : participation aux réunions préparatoires, confection d'un panneau sur l'AFL, de tracts, etc. Le thème proposé pour les 4 prochaines années est celui des « Pigments » et devrait permettre des présentations lichéniques adaptées. M. BELLEMERE souligne la qualité des échantillons présentés, responsables pour une bonne part du succès de l'exposition.

Un appel est lancé pour que les lichénologues de la région parisienne puissent davantage s'impliquer dans cette exposition. M. BELLEMERE demande aux adhérents de prêter des échantillons intéressants et/ou rares.

5. Publications du Bulletin

Deux bulletins ont été édités en 1999, le tome 24 (1) et 24 (2). Chantal VAN HALUWYN en assure la responsabilité et nous la remercions vivement à l'occasion.

B. ACTIVITES REALISEES PAR LES MEMBRES DE L'AFL DANS LEURS REGIONS RESPECTIVES

a. Directions scientifiques

1. Thèses

Damien CUNY : « Les impacts communautaires, physiologiques et cellulaires des éléments-trace métalliques sur la symbiose lichénique. Mise en évidence de mécanismes de tolérance chez *Diploschistes muscorum*. Thèse présentée à l'Université de Lille le 8 janvier 1999 (Dir. C. VAN HALUWYN).

Florence LANGUEREAU : « Les endomycorhizes à arbuscules chez *Arrhenaterum elatius*. Leur rôle dans l'acquisition de la tolérance aux métaux lourds ». Thèse présentée à l'Université de Lille le 3 septembre 1999 (Dir. C. VAN HALUWYN).

Sandrine GOMBERT : « Utilisation de la bioindication lichénique dans l'estimation de la qualité de l'air de l'agglomération grenobloise : étude à différents niveaux d'organisation biologique ». Thèse présentée à l'Université Grenoble I le 29 octobre 1999 (Dir. J. ASTA).

2. DEA

Guenaël COLLIN : « La diversité lichénique en montagne, vers un outil de gestion spatiale ». DEA présenté à l'Université de Grenoble I (Dir. J. ASTA et P. DUMOLLARD).

Jonathan SIGNORET : « Contribution des bioindicateurs et biomarqueurs lichéniques à l'évaluation de la qualité de l'air en Lorraine ». DEA présenté à l'Université de Metz (Dir. S. MULLER, J.F. FERARD et C. VAN HALUWYN).

Cécile GUEIDAN : « Phylogénie des Graphidacées ». DEA présenté au MNHN Paris (Dir. B. DENNETIERE).

3. Stages de maîtrise

Plusieurs étudiants ont réalisé un mémoire sur le thème des lichens durant l'année 1999 :

- 8 à l'Université de Grenoble (Dir. J. ASTA et S. GOMBERT)
- 2 à Briançon (Dir. C. REMY)
- 1 dans le département de la Nièvre (Dir. O. DAILLANT)
- 1 en Charente, en relation avec l'ONF (Dir. R. BEGAY)

b) Autres travaux

1. Sur la biodiversité

Grâce à la tempête (!) R. BEGAY a découvert de nouvelles stations de lichens, suite à la chute des arbres en Charente, en particulier *Teloschistes chrysophthalmus*.

Le groupe lichens de La Roche sur Foron (Haute-Savoie) organisa des réunions hebdomadaires d'une demi-journée durant 6 mois dans l'année pour la détermination des lichens récoltés dans la semaine par quelques membres. R. BAUBET a réalisé à Poisy une initiation aux lichens et mousses des jeunes du Lycée Agricole, dans le cadre de la Société Mycologique et Botanique.

C. COSTE a préparé une publication sur le catalogue des lichens du Tarn dans une revue locale « Protection de la Nature, les Naturalistes ». Pour signer comme membre AFL, C. COSTE a demandé l'autorisation de la présidence.

2. Sur la bioindication

J.P. GAVERIAUX poursuit avec les collègues et les lycées du Nord Pas-de-Calais la cartographie de la qualité de l'air à l'aide des lichens. En outre il prépare un CD-ROM avec l'IUFM de Lille.

F. PELLETIER continue à travailler sur l'échelle de bioindication-pollution azotée avec R. LALLEMANT et M.A. LETROUIT dans la région parisienne.

C. VAN HALUWYN encadre les écogardes du PN Régional Scarpe-Escault (Douai) et du Bruyais (W du bassin minier) pour réaliser le recensement des lichens.

O. DAILLANT a réalisé un travail de bioindication dans la Nièvre.

C. REMY a travaillé, dans le Briançonnais, sur la bioindication de l'ozone par le tabac et la bioindication lichénique par les lichens sur la pollution azotée le long de la route Briançon-Montgenèvre.

3. Conférences et stages de formation

J.C. BOISSIERE a fait une conférence au Muséum sur le sujet « Atteintes biologiques aux biens culturels » à la demande de Mme ROCQUEBERT.

J.P. GAVERIAUX a encadré deux stages sur les lichens pour des enseignants du Secondaire.

Le groupe Lichens de la Roche sur Foron a fait trois conférences d'initiation et de découvertes des lichens dans différentes sociétés d'Histoire Naturelle.

Deux sorties lichens ont été réalisées en Forêt de Fontainebleau, une animée par F. GUILLOUX et P. COLLIN pour la Société de Sannois, l'autre animée par F. GUILLOUX, J.P. KONRAD et B. FORTIER.

SNPN : J. ME ?EZ, C. LANET et B. FORTIER.

J. SIGNORET : sortie lichens et bryophytes pour les magazines « Nature et Découverte ».

A. ROYAUD a animé une sortie d'initiation lichens-mousses dans la forêt de Pins maritimes de Gironde pour la Soc. Linéenne de Bordeaux.

C. REMY a organisé un stage de détermination de lichens les 2 et 3 octobre à Briançon pour des scolaires avec des TP en lycée et élaboré un manuel de stage. En outre, il a présenté une conférence sur les lichens à l'École d'Infirmières de Briançon.

C. REMY et J. ASTA ont fait chacun une conférence à la Soc. Linéenne de Lyon sur « Végétaux et conditions extrêmes », la première sur « Lichens, végétaux pionniers », la seconde sur « Lichens et pollutions ».

4. Expositions

Dans le cadre d'une exposition au cours de la Semaine de la Science, C. REMY a réalisé un poster avec des élèves de 1^{er} S sur le thème de la bioindication de l'ozone.

P. COLLIN a participé à une exposition sur les lichens au cours de la semaine mycologique qui a eu lieu à Villandry, près de Bourg St-Maurice du 15 au 22 août.

R. REGAY a présenté la première exposition de lichens à Ecuras (Charente) associé à une exposition de mycologie.

A La Roche sur Foron, les membres de l'AFL ont présenté une cinquantaine d'échantillons de lichens au cours de 3 expositions (expositions mycologique et botanique). De la laine teintée à partir de lichens a été présentée.

Le bilan moral est adopté à l'unanimité.

II. COMPTE-RENDU FINANCIER

R. REGAY présente le Compte de résultat et le bilan de trésorerie. Le compte rendu est adopté à l'unanimité.

III. CONSEIL D'ADMINISTRATION ET BUREAU

4 membres sont arrivés en fin de mandat fin décembre 1999 : R. REGAY, O. DAILLANT, P. LAUNE et J.P. MONTAVONT. Au cours de l'AG 1998, nous avons déjà envisagé leur remplacement. D. CUNY, J.P. GAVERIAUX, F. GUILLOUX et M. AVNAIM acceptent d'entrer au Conseil d'Administration qui est ainsi constitué :

J. ASTA, Présidente
C. REMY, Vice-Président
D. CUNY, Secrétaire
J.P. GAVERIAUX, Trésorier
F. GUILLOUX
M. AVNAIM

On peut remarquer que 3 régions sont représentées, chacune par 2 membres, ce qui facilite l'organisation (Nord-Pas-de-Calais, région parisienne, région Rhône-Alpes).

La présidente rappelle que le mandat habituel est de 4 ans. J. ASTA et C. REMY arriveront en fin de mandat fin 2001. M. AVNAIM accepte un mandat de 2 ans, afin qu'en 2002 le Conseil d'Administration soit renouvelé par moitié.

L'assistance approuve cette proposition.

IV ACTIVITES 2000 ET ANNES SUIVANTES

A. THESES SOUTENUES OU A PREVOIR

Franck-Olivier DENAYER : « Ecotoxicité des éléments traces métalliques chez les Bryophytes. Mise au point d'un bryocapteur des retombées atmosphériques à l'aide de *Ceratodon purpureus* (Hedw.) Brid. ». Thèse de l'Université de Metz soutenue le 28 janvier 2000 à l'Université de Lille (Dir. C. VAN HALUWYN).

Kamel KHALIL : « Utilisation de végétaux (lichens et tabac) dans la détection de la pollution atmosphérique de la région lyonnaise ». Thèse à soutenir le 14 avril 2000 à l'Université de Grenoble (Dir. J. ASTA).

Emmanuel PAUL : « Impact de la pollution atmosphérique sur les écosystèmes de montagne (végétation lichénique). Thèse de géographie à soutenir avant fin 2000 à l'Université de Grenoble (Dir. P. DUMOLLARD et J. ASTA).

Jonathan SIGNORET a obtenu une bourse ADEME et démarre une thèse à l'Université de Metz sur le thème « Lichens et pollution dans la région Lorraine ».

B. CONGRES

Deux congrès internationaux auront lieu en l'an 2000 :

- Un à Orierton Field Center, West Wales (Angleterre) du 18-22 août sur « *Lichens Monitoring* », organisé par Pat WOLSELEY. Y participeront C. VAN HALUWYN, J. ASTA, R. LALLEMANT, J. SIGNORET, D. CUNY et S. GOMBERT (poster).

- Un à Barcelone du 1-8 septembre (Congrès IAL4) « *Progress and problems in lichenology at the term of the Millenium* ». Des posters et une communication seront présentés (C. VAN HALUWYN, J. ASTA, D. CUNY, J. SIGNORET et F. ROLLEY).

C. EXCURSIONS

1. Plusieurs propositions d'excursions sont proposées : la Baie de Somme (C. VAN HALUWYN), la Haute-Savoie (J.M. SUSSEY), le Pays Basque (A. ROYAUD). La proposition de R. BEGAY et A. ALLIER en Charente est retirée, suite à la tempête qui a endommagé de nombreuses stations lichéniques.

Deux stages de MEYMAC auront lieu cette année.

P. COLLIN propose la semaine mycologique de Villandry.

La présidente lit le FAX envoyé par O. DAILLANT sur la préparation du voyage prévu antérieurement en Croatie.

Après discussion, l'assistance décide que :

- En 2000 aucune excursion spécifique AFL ne sera organisée, mais que les membres peuvent participer aux stages de MEYMAC et à la semaine de Villandry.
- En 2001, la session aura lieu en Haute-Savoie durant la dernière semaine d'août.
- En 2002, pourrait avoir lieu l'excursion en Croatie qui pourrait être organisée avec un mini Congrès international. A. ROYAUD propose d'organiser la sortie en Pays Basque la même année.

2. Informations fournies par O. DAILLANT sur la préparation du voyage de Croatie.

Différents lieux d'excursion sont envisageables : Zagreb et l'intérieur, très boisé ; Dubrovnik, sur la côte ; d'autres sites sur la côte. Après un premier contact avec Ana Maria PARTL, il semblerait que la côte, avec de nombreuses falaises calcaires serait la partie la plus intéressante. Il se peut néanmoins que le Département de Botanique de l'Université de Zagreb souhaite nous faire visiter des stations dans l'intérieur. A voir ...

Voici, en attendant, des informations pour un voyage à Dubrovnik, ville à partir de laquelle des excursions sont possibles vers d'autres endroits de la côte.

- Voyage pour Dubrovnik

Au départ de Paris, le billet d'avion (vol direct deux fois par semaine en 1999) coûte entre 2 000 et 2 400 francs (à vérifier et sous réserve de modifications). Liaison possible tous les jours en transitant par Zagreb.

Train + bateau : train de nuit, puis en bateau :

Venise-Dubrovnik : 1 fois par semaine

Rijeka-Dubrovnik : 1 fois par jour.

Ou encore, Paris-Zagreb, puis vol intérieur ou bus (12 heures) plusieurs fois par jour

Voiture : compter 10 à 12 h à partir de Trieste (une des plus belles routes qui soient) ; à faire en deux étapes à partir de Paris.

- Hébergement

Les conditions dépendront grandement de la période de l'excursion : en juillet et août les places sont plus chères et plus difficiles à trouver. Il y a des hôtels de toutes les catégories et des logements chez l'habitant. Dans ce dernier cas, le prix varie actuellement de 40 à 80 DM par chambre.

Plusieurs campings existent, un peu en dehors de la ville.

- Formalités

Un passeport en cours de validité permet l'entrée dans le pays, une carte d'identité est également suffisante mais des formalités à l'entrée sont alors nécessaires.

- Monnaie

C'est le **Kuna**, qui est convertible et vaut environ 80 centimes.

- Université de Dubrovnik

Une salle de travail nous est quasiment assurée dans le bâtiment de l'Université, rénové après la guerre, à deux pas de la vieille ville. Du matériel pour des conférences, peut-être même une interprétation simultanée (croate, anglais, français) sont envisageables. L'hôtel

Impérial est à 200 m et on pourrait essayer d'avoir un prix de groupe en passant par l'Université.

- Divers

En face de la vieille ville, il y a l'île de **Lokrum**, avec une réserve naturelle et une station de l'Université avec un (petit) jardin botanique. Dans le village de **Brsecine**, à 20 km au Nord, le long de la côte, se trouve une villa ancienne avec un arboretum. La ville est entourée de remparts anciens (comme Carcassonne) dont on peut faire le tour. Il est possible qu'ils recèlent des richesses lichéniques (pierres calcaires). Dans une des forteresses se trouve un aquarium.

- Financements

O. DAILLANT va essayer de solliciter diverses sources potentielles, qui pourraient permettre d'alléger certains frais (séjour, car, conférences); programme TEMPUS de la Commission Européenne, autres programmes...

- Période et durée

Il est très important de définir aussi rapidement que possible le moment de l'excursion, une période en dehors des vacances de juillet et août étant préférable (ou alors fin août, dans la semaine du 27/8 au 22/9). Le pont de l'Ascension ou de la Pentecôte avec une petite rallonge seraient de très bonnes périodes, aussi bien pour la température que pour les hébergements.

- Programme

Au vu des possibilités logistiques de l'Université, il pourrait être possible de prévoir un congrès riche en conférences ou travaux pratiques. Peut-être pourrions-nous même inviter quelques autres lichénologues méditerranéens (NIMIS) ou de pays de l'Est (Equipe de Ljubljana par exemple) et ce congrès pourrait alors être un lieu de rencontre privilégié. Faut-il commencer des sondages dans ce sens ?

A noter également que, depuis les changements politiques des dernières semaines, la Croatie est considérée comme un pays fréquentable et que les choses peuvent évoluer très vite en ce qui concerne le rapprochement avec l'Union Européenne et les programmes de coopération.

V. QUESTIONS DIVERSES

A.- J.C. BOISSIERE indique que les travaux qui sont effectués au Laboratoire de Fontainebleau avancent. Des salles de travail sont en cours de réalisation. L'herbier lichens de J.C. BOISSIERE sera déposé dans une des salles. L'AFL y aura accès. Il est proposé que l'adresse du siège puisse être affectée au Laboratoire de Fontainebleau dans l'avenir.

B.- M.A. LETROUIT donne des informations sur ce qui a été prévu, suite à sa retraite. Pratiquement tous les tirés à part de lichénologie du Laboratoire ont été donnés à la bibliothèque du Laboratoire de Cryptogamie du MNHN Paris. B. DENETTIERE en assure le suivi. Les préparations microscopiques du matériel de tout ce qui a été publié sur les pycnides et les ascocarpes ont été déposées au même laboratoire.

La bibliothèque AFL qui comprenait, outre les archives, des ouvrages constituant le fond hérité du Professeur MOREAU a été déposée au Laboratoire d'Ecologie Végétale de l'Université de Lille (C. VAN HALUWYN).

Sous l'impulsion de M.A. LETROUIT, un programme « mousses-polluants atmosphériques » a pris corps à partir de 1996. Les membres de l'AFL ont été contactés et ont collaboré à la récolte d'échantillons. Un rapport publié par l'ADEME vient d'être publié, dans lequel l'AFL est citée.

Toutes les données des relevés lichéniques sur Paris ont été léguées à F. PELLETIER (Service Parcs et Jardins de la ville de Paris) qui en assurera le traitement statistique.

C.- C. REMY relance l'idée d'établir une liste rouge des lichens. La présidente propose qu'une commission se mette en place pour avancer la réflexion sur le sujet. C. REMY, J. SIGNORET et A. ROYAUD se proposent. C. COSTE, qui a proposé à C. REMY son aide sur ce sujet, pourra en faire partie s'il le souhaite.

C. REMY nous fait savoir que l'ONF demande un protocole pour le suivi de placettes lichéniques. Le Parc des Ecrins est intéressé pour un suivi identique.

Une demande est faite pour réaliser une plaquette de présentation de l'AFL. M. BEGAY se chargera de cette réalisation.

D.- C. VAN HALUWYN fait part des points suivants :

- ADEME et Conseil Régional Nord-Pas de Calais : financement d'une étude de faisabilité sur la création d'un pôle de compétence national en bioindication végétale de la qualité de l'air
- Ecole doctorale : conférences les 18 et 19 mai 2000 par l'Ecole Doctorale du Muséum National d'Histoire Naturelle de Paris (utilisation des cryptogames en bioindication) , B. DENNETIERE ET C. GUEIDAN présenteront l'utilisation des lichens.

E.- On note l'adhésion de 9 nouveaux adhérents durant l'année 1999.

F.- J.P. GAVERIAUX se charge d'envoyer un rappel pour les cotisations non versées en 1999.

Tous les points de l'ordre du jour étant épuisés, la séance est levée à 17 h 30.

J. ASTA

ACTIVITÉS CONDUITES EN LICHÉNOLOGIE DANS LA RÉGION RHÔNE-ALPES. II

J.ASTA* et C. REMY**

* Laboratoire Ecosystèmes et Changements environnementaux
UMR UJF-Cemagref Université Joseph Fourier Grenoble I
BP 53X 38041 Grenoble Cedex 9

** Les Hameaux du Villard 46b rue Joseph Silvestre
05100 BRIANÇON

Suite de l'article publié dans le Bull. Inform AFL 1999 - 24(2)

Les activités dans le Briançonnais ont été réalisées en collaboration avec l'association ARNICA MONTANA

III - EXPERTISES ET DISTINCTION

C.REMY est expert auprès de la DIREN pour le Plan Régional de la Qualité de l'Air (Région PACA). Dans le cadre du groupe pluridisciplinaire RESEAU SANTE DECHETS (impact de la pollution causée par les déchets sur la santé et l'environnement), J.ASTA participe à la publication Info-Santé-Déchets financé par les industriels (RECORD par des analyses d'articles et à divers travaux de recherche sur l'impact de sites aménagés sur l'environnement et les lichens (sites de traitement de déchets, cimenteries,..j.

J.ASTA a reçu en 1994 le PRIX GANDOGGER DE CRYPTOLOGIE qui lui fut remis par la Société Botanique de France au cours de son Assemblée Générale (Paris, 24 Mars 1995).

IV - ENSEIGNEMENT, VULGARISATION ET INFORMATION

On peut regretter que la lichénologie ne soit pratiquement pas enseignée dans les Universités françaises. Cependant un effort est fait en région Rhône-Alpes pour faire connaître les lichens et les applications en bioindication par quelques enseignements auprès des étudiants ou par des exposés et des conférences auprès de scolaires, associations et grand public.

Des cours, Tp etTD sont assurés à l'Université de Grenoble en maîtrise de Biologie des Populations et des Ecosystèmes, en préparation au concours du Capes, aux étudiants de 3ème année de Pharmacie, au DEA Environnement et Santé, au DESS de Géographie, ainsi qu'à Lyon (exposition pour la préparation à l'Agrégation à l'ENS de préparation à l'Agrégation) et cours à l'INSA de Lyon pour le Mastère" Management de l'Environnement ". C.REMY a assuré des cours sur la bioindication lichénique et sur végétaux et pollution à Briançon (Université du temps libre, Ecole d'infirmières) et réalise des ateliers-lichens pour des scolaires et diverses activités péri-éducatives sur les lichens.

Diverses publications destinées à la formation sont parues (voir paragraphe publications).

Des conférences ont été présentées auprès des associations de naturalistes à Briançon, Grenoble et Lyon (Bio-Club, Gentiana, Arnica Montana, Société Botanique de Nyons, Société Linnéenne de Lyon...). Des stages d'initiation sur le terrain sont réalisés régulièrement à Briançon sous la direction de C.Remy et dans la région grenobloise par J.ASTA, à la demande des associations, du Parc des Ecrins ou de l'ONF.

Diverses interventions ont eu lieu dans les médias (presse locale et régionale, radio, Télévision FR3 et M6) à Grenoble et à Briançon.