

ISSN 0567-6576

# **Bulletin des Académie & Société Lorraines des Sciences**

**ANCIENNE  
SOCIÉTÉ DES SCIENCES DE NANCY**

**fondée en 1828**

**Etablissement d'utilité publique  
(Décret ministériel du 26 avril 1968)**

**BULLETIN TRIMESTRIEL**

**TOME 35 - NUMÉRO 3  
1996**

## AVIS AUX MEMBRES

### COTISATIONS.

Les Membres des Académie & Société Lorraines des Sciences acquittent une cotisation annuelle. Celle-ci est fixée à 150 francs en 1996.

Le paiement de la cotisation donne droit au service du bulletin, et permet de bénéficier de ventes à tarif réduit. La remise accordée aux Membres des Académie & Société Lorraines des Sciences ne peut atteindre ou dépasser 50 % du prix de vente de la publication. Son taux, proposé par le Conseil, est ratifié en simple Assemblée générale annuelle (Statuts, Titre I, Art. III).

Tout règlement est à adresser, de préférence par chèque, à l'ordre du Trésorier des Académies & Société Lorraines des Sciences, Biologie végétale 1<sup>er</sup> Cycle, BP 239, 54506 Vandœuvre Cédex.

Chèque bancaire ou chèque postal au compte 45 24 V Nancy.

### BULLETIN.

Pour la vente exceptionnelle de numéros isolés ou anciens s'adresser au Trésorier ou au Secrétaire Général, 8, rue des Magnolias, Parc Jolimont-Trinité, 54220 Malzéville.

Afin d'assurer une parution régulière du Bulletin, les Membres ayant présenté une communication sont invités à remettre leur manuscrit en fin de séance au Secrétaire Général. A défaut, ces manuscrits seront envoyés à son adresse ci-dessus, dans les quinze jours suivant la séance. Passé ce délai, la publication sera ajournée à une date indéterminée.

Les corrections d'auteurs sur épreuves devront obligatoirement être faites dans les huit jours suivant la réception des épreuves, faute de quoi ces corrections seront faites d'office par la Rédaction, sans qu'il soit admis de réclamations. Les demandes de tirés à part non formulées en tête des manuscrits ne pourront être satisfaites ultérieurement.

Les clichés sont à la charge des auteurs.

Dans la mesure des possibilités financières, 25 tirés à part gratuits sont offerts aux auteurs. Des exemplaires payants supplémentaires peuvent être obtenus. S'adresser au Trésorier ou au Secrétaire Général.

Il n'y a pas de limitation de longueur ni du nombre des publications. Toutefois, les publications des travaux originaux restent subordonnées aux possibilités financières de la Société. En dernier lieu, le Conseil est souverain.

Il est précisé une nouvelle fois, en outre, que les observations, théories, opinions, émises par les auteurs dans les publications de l'Académie & Société Lorraines des Sciences, n'impliquent pas l'approbation de notre Groupement. La responsabilité des écrits incombe à leurs auteurs seuls.

Toute publication en tant que « note » doit être présentée par un membre titulaire de l'Académie. Le « comité » de lecture pour l'agrément d'impression est constitué par les membres titulaires d'une section.

BULLETIN

des ACADEMIE & SOCIETE  
LORRAINES DES SCIENCES

(Ancienne Société des Sciences de Nancy)  
(Fondée en 1828)

BIBLIOTHEQUE INTERUNIVERSITAIRE DE NANCY  
SECTION SCIENCES

Rue du Jardin Botanique  
54600 VILLERS-LES-NANCY  
FRANCE

SOMMAIRE	Pages
PIERRE J. Fr. Communauté algale et acidité des ruisseaux du massif vosgien.	139
VERNIER Fr. Découverte d'une nouvelle buxaie en Lorraine.	157
PUEYO G. Les observations météorologiques des correspondants de Louis Cotte en Alsace et en Lorraine vers la fin du XVIIIe siècle.	165
TRABALON M., PLATEAUX-QUENU C., PLATEAUX L. Comparaison des sécrétions de la glande de Dufour chez différentes populations d'espèces proches parentes d'abeilles halictines : <i>Evylaeus albipes</i> (F.), <i>Evylaeus calceatus</i> (Scop).	171
BEZERT G., CHAPPE P., MOUREY A., LOUBINOUX B. Action de Bacillus et d'Actinomycètes sur les champignons du bleuissement du bois.	177
Procès-verbal : Séance du 11 janvier 1996	191

**COMMUNAUTE ALGALE ET ACIDITÉ DES RUISSEAUX  
DU MASSIF VOSGIEN \***

*ALGAL COMMUNITY AND ACIDITY  
OF SMALL STREAMS IN THE VOSGES MOUNTAINS*

par

Jean-François PIERRE

Hydrobiologie-Algologie, Centre 1er Cycle, Université Henri Poincaré-Nancy I,  
B.P. 239, 54506 Vandœuvre Cedex

**RÉSUMÉ** - Etude de la communauté algale de 22 ruisseaux de la montagne vosgienne répartis en 5 classes en fonction de leur caractère alcalin ou acide. La flore algale (hors diatomées) apparaît peu diversifiée et souvent monoalgue dans les ruisseaux les plus acides. Les diatomées sont représentées par près de 150 taxons dont 3 sont dominants: *Diatoma mesodon* (Ehr.) Kütz. dans les eaux alcalines, *Fragilaria capucina* Desmazières, et *Eunotia exigua* (Bréb.) Rabh. dans les ruisseaux les plus acides. Les espèces de *Pinnularia* et *Eunotia* sont les plus fréquentes dans ces milieux. La diversité algale est plus élevée dans les ruisseaux alcalins, tandis que les diatomées se raréfient dans les plus acides. Les propriétés physiques et chimiques de l'eau ne sont pas les seuls facteurs expliquant la faible diversité algale, car l'existence de substrats tels que des Bryophytes permet le développement d'une flore algale diversifiée.

*Mots clés* : Acidité - Algues - Ruisseaux - Vosges.

**ABSTRACT** - Survey of the algal community of 22 brooks in the Vosges mountains, graduated from 1 to 5 according to the alkaline or acid criteria. The algal flora (diatoms excepted) is little diversified and often unialgal in the most acid streams. About 150 species of diatoms have been recorded, among which 3 are dominant : *Diatoma mesodon* (Ehr.) Kütz. (alkaline streams), *Fragilaria capucina* Desmazières and *Eunotia exigua* (Bréb.) Rabh. (acid streams), *Pinnularia* and *Eunotia* being the most frequent. Algal diversity is higher in alkaline streams whereas diatoms deplete in the most acid ones . The physical and chemical properties of water are not the only factors which explain the low diversity of algae, as the existence of substrates, Bryophyta for example, made it possible for a diversified algal flora to develop.

*Key-words* : Acidity - Algae - Streams - Vosges.

\* Note présentée à la séance du 11 avril 1996

Bien qu'il n'ait pris de l'ampleur que dans les années 1980, le problème de l'acidité de certains cours d'eau vosgiens est connu depuis longtemps (NISBET 1958, PIERRE 1970). Plus récemment et conséquence du dépérissement forestier observé dans l'Est de la France, plusieurs programmes d'évaluation de l'acidité des cours d'eau du Massif Vosgien ont été entrepris.

Les résultats rapportés ici ne concernent que la communauté algale et s'insèrent dans une étude d'ensemble de ruisseaux des Vosges, conduite par le Laboratoire d'écologie de l'Université de Metz sous l'égide de l'Agence de Bassin Rhin-Meuse.

## MATÉRIEL ET MÉTHODES

Vingt-deux ruisseaux, référencés par un nombre, (figure 1) ont fait l'objet de prélèvements pour l'étude algologique, entre le 28 mai et le 17 juin 1991 [Préleveurs F. GUÉROLD (Laboratoire d'Ecologie, Université de Metz) et G. JACQUEMIN (Laboratoire de Biologie des insectes, Université de Nancy I)]. Ces ruisseaux sont représentatifs des différents types d'eaux superficielles rencontrés dans le massif vosgien, notamment de ceux susceptibles de présenter des conditions d'acidification sous l'incidence de précipitations acides confortées par la nature géologique du sol (MASSABUAU *et al.* 1987).

PROBST *et al.* (1990) ont proposé pour ces ruisseaux une classification en cinq groupes en fonction du chimisme complet de leurs cations et anions :

**Le groupe 1** rassemble des ruisseaux alcalins typiques où l'anion  $\text{HCO}_3^-$  est largement dominant. C'est le cas de :

8 : Sarre Blanche, pH 6.96 (Les valeurs de pH citées sont des mesures *in situ* par GUÉROLD & JACQUEMIN)

9 : ruisseau de Marteau, pH 6.98

37 : ruisseau de Wasserfall, pH 6.24

40 : ruisseau de Tihay, pH 6.91

**Le groupe 2** se caractérise par des ruisseaux dont l'alcalinité reste assez importante, de 30 à 40% de la charge totale en anions. Ces ruisseaux relativement bien tamponnés sont :

14 : ruisseau de Surcencord, pH 6.78

15 : ruisseau de Corbeline, pH 6.42

32 : ruisseau de Foulon, pH 6.16

Les groupes suivants correspondent à des ruisseaux de pouvoir tampon nul ou très faible:

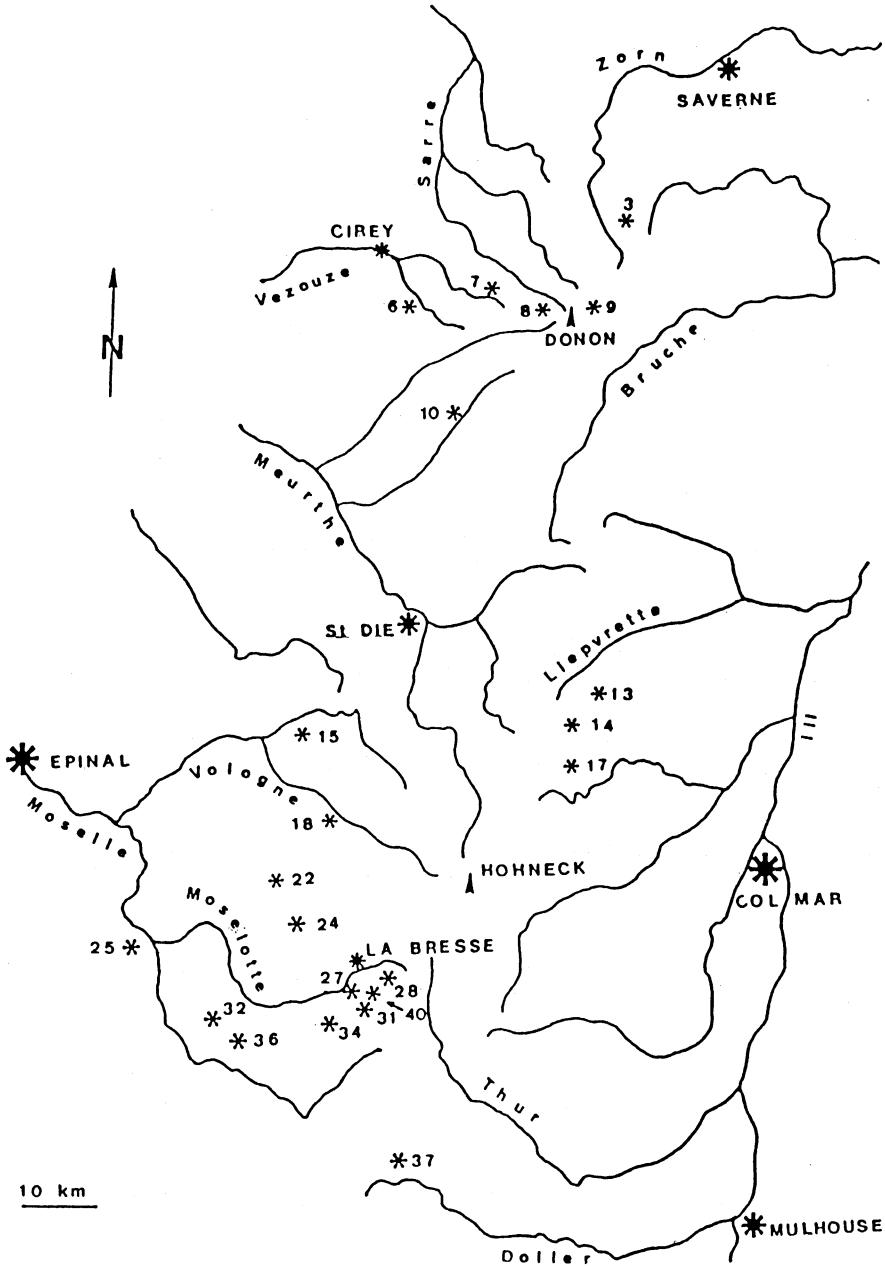
**Le groupe 3** se signale par une alcalinité qui, en période favorable (étiage), peut encore représenter jusqu'à 20-25% de la charge anionique :

3 : Zorn blanche, pH 6.18

13 : ruisseau de Strengbach, pH 6.15

Figure 1 : Réseau hydrographique simplifié du Massif vosgien. Localisation des ruisseaux échantillonnés.

- ▲ : sommet
- \* : localité
- \* : station de prélèvement



**Le groupe 4** rassemble des ruisseaux à la limite de la neutralité, avec une très faible alcalinité et un pouvoir tampon très réduit :

- 6 : ruisseau de Bousson, pH 6.10
- 7 : ruisseau de Chevaux, pH 6.10
- 10 : ruisseau de Grand bras, pH 6.68
- 17 : ruisseau de Fréland, pH 6.41
- 27 : ruisseau du Grand Clos, pH 6.40
- 28 : ruisseau de Machey, pH 5.10
- 34 : ruisseau du Ventron, pH 4.71

Enfin **le dernier groupe** est celui des ruisseaux ayant perdu tout pouvoir tampon et caractérisés par une acidité dominante principalement exprimée sous forme d'acides forts bivalents :

- 18 : ruisseau de Chauffour, pH 3.73
- 22 : ruisseau du Cellet, pH 4.87
- 24 : ruisseau du Fauchon, pH 4.71
- 25 : ruisseau du Fouchot, pH 4.56
- 31 : ruisseau du Rouge Rupt, pH 5.04
- 36 : ruisseau de Morbieu, pH 4.12

A l'échelle du massif vosgien, il n'apparaît pas de localisation préférentielle pour ces ruisseaux, qui peuvent malgré un chimisme opposé se rencontrer à quelques kilomètres de distance (figure 1).

L'étude de la communauté algale, hors Diatomées, a été réalisée à partir de prélèvements formolés. Certains d'entre eux n'étaient constitués que de mèches d'algues filamenteuses, souvent monospécifiques et pratiquement dépourvues d'Algues ou de Diatomées accompagnatrices. De ce fait le peuplement diatomique n'a pu être étudié que dans le cas de 14 ruisseaux . Pour ceux-ci, après attaque du matériel récolté au peroxyde d'hydrogène à 110 volumes, une fraction du sédiment nettoyé a été montée en préparations durables observées en microscopie à contraste différentiel interférentiel. Par suite de la diversité des stations il n'a pas été possible de réaliser des prélèvements homogènes. Aux comptages nous avons préféré dans ces conditions répartir les espèces diatomiques en classes d'abondance.

Ces ruisseaux atteignent rarement une largeur supérieure à 3 ou 4 mètres, avec une faible profondeur d'eau souvent animée d'un vif courant. La végétation rivulaire dense réduit considérablement l'éclairement au sol. Le fond de ces rus est habituellement rocailleux, avec des zones meubles de sable et de débris organiques partiellement biodégradés peu propices au développement algal.

## **RÉSULTATS**

Une caractéristique commune aux différents ruisseaux est la pauvreté de leur flore algale. Dans plusieurs stations il n'existe qu'un peuplement monospécifique, souvent sous l'aspect de mèches filamenteuses (tableau I).

Au total, la communauté algale, hors Diatomées, se révèle peu diversifiée, comprenant moins de 30 taxons. Les déterminations systématiques suivent les travaux de BOURRELLY, COMPÈRE, EITL, HOECK, NURUL ISLAM, et les flores classiques: Süßwasserflora, Kryptogamen-Flora et die Binnengewässer.

*Tableau I : Distribution des Algues (hors Diatomées)  
dans les différents groupes de ruisseaux.*

Groupe de ruisseaux	I	II	III	IV	V
Oscillatoria limnetica Lemm.	8				
Closterium moniliferum (Bory) Fhr.	8				
Oedogonium sp.	8,9				
Closterium tumidum Johns		14			
Ulothrix zonata Kütz.	6,37	15			
Oscillatoria tenuis Ag. ex Gom.	8,9		3		
Lemanea sp.	40	32			
Closterium acutum (Lyngh.) Bréb.			3		
Oscillatoria limosa Ag. ex Gom.	8,9,37,40	15,32	3	17	
Oscillatoria rupicola (Hansg.) Forti	8,37,40		3	6	25
Ulothrix subtilissima Rabh.	37	32		6,27	18,31
Actinotacnium cucurbita fo rotundatum (Krieg.) Teil	8	15,32		27	31,36
Cosmarium sp. 1	8,37,40	15	3	27	36
Staurastrum sp. 1	8				36
Mougeotia sp. 1	9				31,36
Tribonema pyrenigerum Pascher	37				36
Lynghya digueti Gom.			13	10,27	22,24
Lynghya (Phormidium) foveolarum (Gom.) Hansg.			13	10	
Cylindrocystis brebissonii Menegh.				27	31
Lynghya major Menegh. ex Gom.				17	
Phormidium cf. corum (Ag.) Gom.				7,34	
Phormidium cf. inundatum Kütz. ex Gom.				7,34	
Microspora lauterbornii Schmidle				28	
Cladophora cf. basiramosa Schmidle					25
Stigeoclonium cf. protensum (Dillw.) Kütz.				18,22,24,25	
Tribonema fonticulum Ettl					31
Tribonema vulgare Pascher					36

## I. LA COMMUNAUTÉ ALGALE.

### 1°) Le groupe des ruisseaux alcalins typiques.



### **Le ruisseau de la Sarre blanche (n°8).**

La flore algale est comparativement assez variée, avec des enchevêtrements de Cyanophycées (*Oscillatoria limnetica* Lemm., *O. limosa* Ag. ex Gom., *O. rupicola* (Hansg.) Forti et *O. tenuis* Ag. ex Gom.), des Chlorophycées : *Ulothrix zonata* Kütz., et un *Oedogonium* stérile, indéterminable. Un cortège réduit de Desmidiées les accompagne, avec *Actinotaenium cucurbita* fo. *rotundatum* (Krieg.) Teil., *Closterium moniliferum* (Bory) Ehr., *Cosmarium* et *Staurastrum* sp.

Le peuplement diatomique est bien représenté, avec 55 taxons.

### **Le ruisseau de Marteau (n° 9).**

A côté d'*Oscillatoria limosa* et *O. tenuis* se rencontrent seulement des filaments d'*Oedogonium* stérile et de *Mougeotia*, stérile également et non déterminable. La diversité diatomique s'élève à 36 taxons.

### **Le ruisseau de Wasserfall (n° 37).**

Le prélèvement est constitué d'une masse glaireuse d' *Ulothrix zonata*, enchevêtrée en faible quantité à des filaments d'*Ulothrix subtilissima* Rabh., *Oscillatoria limosa* et *O. rupicola*, *Tribonema pyrenigerum* Pascher, et de *Cosmarium* sp. isolé. 39 espèces de Diatomées recensées.

### **Le ruisseau de Tihay (n° 40).**

Ce ruisseau, non retenu dans l'étude de PROBST et al., a été ajouté par GUÉROLD et JACQUEMIN et se rattache au groupe I. L'échantillon est constitué par une Rhodophycée fixée: *Lemanea*, indéterminable en l'absence de cycle de reproduction.

Quelques Algues lui sont associées : *Oscillatoria limosa*, *O. rupicola*, *Cosmarium* sp.

La flore diatomique est diversifiée, avec 41 taxons.

## **2°) le groupe des ruisseaux "Alcalins tamponnés".**

### **Le ruisseau de Surcennord (n° 14).**

Le prélèvement se signale par la rareté des Algues, avec la seule présence de *Closterium tumidum* Johns. parmi des grains de sable et des débris végétaux plus ou moins biodégradés. Les Diatomées ne sont cependant pas rares, avec 54 espèces et variétés.

### **Le ruisseau de Corbeline (n° 15).**

La communauté algale est là encore presque absente, avec seulement quelques filaments d'*Oscillatoria limosa* et d'*Ulothrix zonata*, *Actinotaenium cucurbita* fo. *rotundatum* et *Cosmarium* sp. La flore diatomique est bien représentée, avec une richesse spécifique de 58 taxons.

### **Le ruisseau de Foulon (n° 32).**

Il se caractérise par la présence d'une Rhodophycée : *Lemanea* sp., indéterminable car stérile, accompagnée d' *Oscillatoria limosa*, *Ulothrix*

*subtilissima* et *Actinotaenium cucurbita* fo. *rotundatum*. Les Diatomées sont encore assez bien représentées avec 38 taxons.

### **3°) Le groupe des ruisseaux faiblement tamponnés**

#### **Le ruisseau de la Zorn blanche (n° 3).**

Des Cyanophycées forment un feutrage composé d' *Oscillatoria tenuis*, mêlée à *O. limosa* et *O. rupicola*, avec de rares *Cosmarium* sp. et *Closterium acutum* (Lyngb.) Bréb. Le peuplement diatomique, bien diversifié, s'élève à 53 taxons.

#### **Le ruisseau de Strengbach (n° 13).**

Le prélèvement, constitué de sable et de débris végétaux, est pauvre en Algues autres que Diatomées : minuscules thalles de *Lyngbya (Phormidium) foveolarum* (Gom.) Hansg et *L. diguetii* Gom. dispersée. C'est dans ce ruisseau que la florule diatomique la plus diversifiée a été relevée, comprenant 62 espèces et variétés.

### **4) Le groupe des ruisseaux très faiblement tamponnés, à la limite de la neutralité**

#### **Le ruisseau du Bousson (n° 6).**

Aux tiges de Bryophytes sont accrochés des filaments d' *Olothrix subtilissima* et d' *Oscillatoria rupicola*. La flore diatomique, sous forme notamment d'espèces coloniales en chainettes ou rubans, livre 47 taxons.

#### **Le ruisseau de Chevaux (n° 7).**

Le prélèvement est monospécifique, sous l'aspect de thalles feuilletés zonés, partie interne nécrosée et périphérie bleu-vert; il s'agit d'un *Phormidium* pouvant être rapproché, selon P. COMPÈRE (communication personnelle), de *P. corium* (Ag.) Gom. ou de *P. inundatum* Kütz. ex Gom. .

Il n'y a pratiquement pas de Diatomées visibles.

#### **Le ruisseau du Grand Bras (n° 10).**

Il s'agit encore d'un échantillon monospécifique à *Lyngbya*, avec *L. diguetii* Gom. et *L. (Ph.) foveolarum*. Les Diatomées associées sont peu diversifiées, avec seulement 18 taxons.

#### **Le ruisseau de Fréland (n° 17).**

La flore algale est pauvre, limitée à quelques filaments d'*Oscillatoria limosa* et de *Lyngbya major* Menegh. ex Gom. dispersés parmi d'abondants débris végétaux où de très rares Diatomées sont visibles, insuffisantes pour confectionner des préparations.

#### **Le ruisseau du Grand Clos (n° 27).**

L'échantillon est constitué de thalles de Cyano-phycées formant des placages bicolores: la face interne, brune, est un agglomérat de matières organiques et de filaments de *Lyngbya diguetii* et de *Lyngbya (Phormidium) sp.*, ainsi que de

filaments d'*Ulothrix subtilissima* qui s'épanouissent à la face supérieure, verte. A l'état isolé on reconnaît *Actinotaenium fo. rotundatum*, *Cosmarium sp.*, et *Cylindrocystis brebissonii* Menegh.

Les Diatomées paraissent manquer dans ce milieu.

#### **Le ruisseau de Machey (n° 28).**

Il s'agit d'un prélèvement monospécifique livrant une Chlorophycée Ulothricale, *Microspora lauterbornii* Schmidle à laquelle il n'y a pas de Diatomées associées.

#### **Le ruisseau du Ventron (n° 34).**

Le prélèvement est constitué de mèches grisâtres recouvertes de formations pelliculaires vert-bleuâtre composées des mêmes Cyanophycées que celles du ruisseau de Chevaux (n° 7), à savoir des *Phormidium*.

La flore diatomique est très réduite, avec présence seulement de trois taxons.

### **5°) Le groupe des ruisseaux acides**

#### **Le ruisseau de Chauffour (n° 18).**

L'échantillon est formé de touffes macroscopiques de Chlorophycées : *Stigeoclonium cf. protensum* (Dillw.) Kütz. avec quelques mèches entortillées d'*Ulothrix subtilissima* et de rares filaments de *Mougeotia*. Il n'y a pratiquement pas de Diatomées dans la récolte.

#### **Le ruisseau du Cellet (n° 22).**

Deux Algues, *Stigeoclonium cf. protensum* et *Lyngbya diguetti* forment des mèches verdâtres, pratiquement dépourvues de Diatomées.

#### **Le ruisseau du Fauchon (n° 24).**

Il renferme les mêmes thalles feuilletés que ceux observés dans le Collet, *Stigeoclonium cf. protensum* et *Lyngbya diguetti*, là encore avec très peu de Diatomées.

#### **Le ruisseau du Fouchot (n° 25).**

L'Algue dominante, une Chlorophycée, pose un problème de systématique. Il pourrait s'agir d'un *Cladophora* modifié morphologiquement par l'action du courant, à rapprocher de *C. basiramosa* Schmidle. Mais la rareté de la ramification pourrait également correspondre à un *Rhizoclonium*. L'absence de zoosporange et de zoospore ne permet pas de trancher.

A cette Algue se mêlent *Oscillatoria rupicola* et *Stigeoclonium protensum*. Il n'y a pratiquement pas de Diatomées accompagnatrices.

#### **Le ruisseau du Rouge Rupt (n° 31).**

L'Algue dominante (*Ulothrix subtilissima*) est présente sous forme de flocons verdâtres accrochés à des tiges de Bryophytes ou autres segments végétaux, mêlés à de rares filaments de *Mougeotia sp.* et de *Tribonema fonticolum* Ettl.

Quelques accompagnatrices sont présentes, avec des formes flagellées : *Chlamydomonas* sp., *Euglena* sp., et des Desmidiées : *Actinotaenium cucurbita* fo *rotundatum*, *Cylindrocystis brebissonii*.

D'assez nombreuses Diatomées sont présentes (26 taxons).

### Le ruisseau de Morbieu (n° 36).

Le prélèvement consiste en flocons brunâtres, constitués de *Tribonema pyrenigerum* accompagné de *T. vulgare* Pascher. Il s'y ajoute de rares filaments de *Mougeotia* toujours stériles, indéterminables, et des Desmidiées isolées : *Actinotaenium cucurbita* fo *rotundatum*, *Cosmarium* et *Staurastrum* sp.

Des Diatomées sont présentes bien que rares, avec une diversité atteignant 35 taxons.

## II. LE PEUPELEMENT DIATOMIQUE

Douze ruisseaux seulement, sur les 22 étudiés, possèdent une flore diatomique suffisamment abondante pour permettre les manipulations en vue d'un inventaire. Deux autres, n° 10 et n° 34, ont livré quelques Diatomées mais ne figurent pas dans le tableau car leur pauvreté en individus leur retire toute signification en terme d'abondance. Au total, 148 espèces et variétés ont été recensées dans les 14 ruisseaux. Le tableau II rassemble les espèces dont l'occurrence est égale ou supérieure à 5% dans l'ensemble des relevés.

Tableau II : Distribution des Diatomées dans les différents groupes de ruisseaux

	I	II	III	IV	V
ABONDANCE >= 50%					
<i>Diatoma mesodon</i> (Ehr.) Kütz.	8	15			
<i>Eunotia exigua</i> (Bréb.) Rabh.					31,36
ABONDANCE comprise entre 25 et 50%					
<i>Diatoma mesodon</i>	9,37	32	13		
<i>Fragilaria capucina</i> Desmazières		15,32	3	6	
ABONDANCE comprise entre 10 et 25%					
<i>Achnanthes lanceolata</i> (Bréb.) Grun.	9				
ABONDANCE comprise entre 10 et 25%					
<i>Achnanthes lanceolata</i> (Bréb.) Grun.	9				
<i>A. minutissima</i> Kütz.		32			
<i>Cocconeis placentula</i> Ehr.	9,4				
<i>Cymbella elginensis</i> Krammer	37,4				
<i>Diatoma mesodon</i>		14	3		
<i>Eunotia bilunaris</i> (Ehr.) Mills					31
<i>E. exigua</i>			13		
<i>E. soleiroltii</i> (Kütz.) Rabh.				6	

Fragilaria arcus (Ehr.) Cleve	37			
F. ulna (Nitzsch) Lange-Bertalot	37			
F. virescens Ralfs		14		
Gomphonema parvulum (Kütz.) Kütz.	37,4			
Meridion circulare (Grev.) Ag.	37			
Navicula cryptocephala Kütz.		32		
N. mutica Kütz.	8			
ABONDANCE comprise entre 5 et 10%				
Achnanthes bioretii Germain				6
A. lanceolata	8	14		
Cocconeis placentula	37			
Diatoma anceps (Ehr.) Kirchner		14		
Eunotia soleirolii	8	14	13	
Fragilaria arcus		14		
F. capucina			13	
F. virescens			13	
F. ulna	40			
Gomphonema parvulum		14,15	3,13	
Meridion circulare	8		13	
Navicula cocconeiformis Greg.			13	
N. mutica			3	
Pinnularia interrupta W. Smith			13	
Surirella angusta Kütz.	8			
S. roba Leclercq	8			
Tabellaria flocculosa (Roth.) Kütz.			3	

## DISCUSSION

Provenant d'une récolte unique, non renouvelée dans le temps et en un seul point d'un ruisseau, la communauté algale hors Diatomées apparaît toujours très limitée, comparée aux potentialités décrites à propos d'autres milieux vosgiens (DEHBI-ZEBBOUDJ 1989); mais il s'agissait en ce cas de vastes formations lenticulaires échantillonnées régulièrement sur une période de deux ans.

Les ruisseaux étudiés ici possèdent le plus souvent une flore algale macroscopique monospécifique, ou formée d'une association Cyanophycées-Chlorophycées. Un cas particulier est celui du ruisseau de Morbieu (n° 36) nettement acide (Groupe 5) où prolifèrent plusieurs espèces de *Tribonema* absentes des autres groupes.

Les Cyanophycées s'organisent fréquemment en thalles appliqués sur le fond, constituant parfois un revêtement continu dont la zone profonde se nécrose progressivement. La biodégradation de ce matériel ressemble aux descriptions faites antérieurement dans d'autres écosystèmes. (PIERRE *et al.* 1974, PIERRE 1975). L'ensemble du processus conduit à terme à une structure colmatante isolant le substrat de l'eau et réduisant voire supprimant la faune interstitielle. C'est le cas en particulier des ruisseaux appartenant au groupe des

"faiblement tamponnés" n° 3 et 13 et des "très faiblement tamponnés, à la limite de la neutralité" n° 10, 17, 27, 34 ou "acides" n° 22 et 24. Ce développement peut être en relation avec la tolérance de ces Cyanophycées pour de faibles niveaux d'éclairement, mais également avec le caractère d'autotrophie pour l'azote de beaucoup d'entre-elles, sinon de toutes, ce qui les favorise par rapport aux autres groupes d'Algues.

Les Chlorophycées sont principalement représentées par des formes filamenteuses conduisant à des accumulations en mèches, et sont souvent associées à des Cyanophycées. Cette dualité se rencontre dans le groupe des ruisseaux classés "alcalins" n° 8, 9 et 37 ou "alcalins tamponnés" n° 15, mais également "acides" n° 18, 22, 24, 25.

L'Algue est souvent une *Ulothrix* : *U. zonata* Kütz. ou *U. subtilissima* Rabh. Dans son récent travail DEHBI-ZEBBOUDJ (1989) signale fréquemment *Chlorhormidium flaccidum* v. *lubricum* Chodat, très proche d' *U. subtilissima*. P. COMPÈRE (Meise, Belgique) reconnaît cette dernière dans nos échantillons (communication personnelle). Le rattachement au genre *Ulothrix* repose sur la présence de deux pyrénoides dans de nombreuses cellules et s'accorde avec son caractère fixé.

Les Rhodophycées ne sont présentes que dans deux ruisseaux, le Foulon n° 32, "alcalin tamponné" et le Tihay n° 40. Il s'agit d'une *Lemanea*, stérile donc indéterminable.

Le peuplement diatomique atteint une diversité élevée, même s'il est parfois limité quantitativement. Nous avons utilisé ce critère de richesse spécifique pour classer les ruisseaux, en corrélation avec leur pH: il est possible de définir des ensembles de ruisseaux en s'appuyant sur les facteurs diversité taxonomique et pH. Les résultats sont très proches, que l'on utilise le pH moyen calculé d'après les valeurs de PROBST et *al.* (1990), figure 2A, ou le pH mesuré *in situ* (GUÉROLD & JACQUEMIN, 1992), figure 2B.

Il apparaît à l'évidence que la richesse en espèces est significativement élevée dans les cours d'eau appartenant aux groupes d'alcalinité 1 à 3, qui se séparent ainsi des autres ruisseaux. Tous ont un pH moyen supérieur à 6.

Les ruisseaux relevant des groupes d'alcalinité 4 et 5 se caractérisent par un pH moyen inférieur à 6 et la rareté ou l'absence de Diatomées.

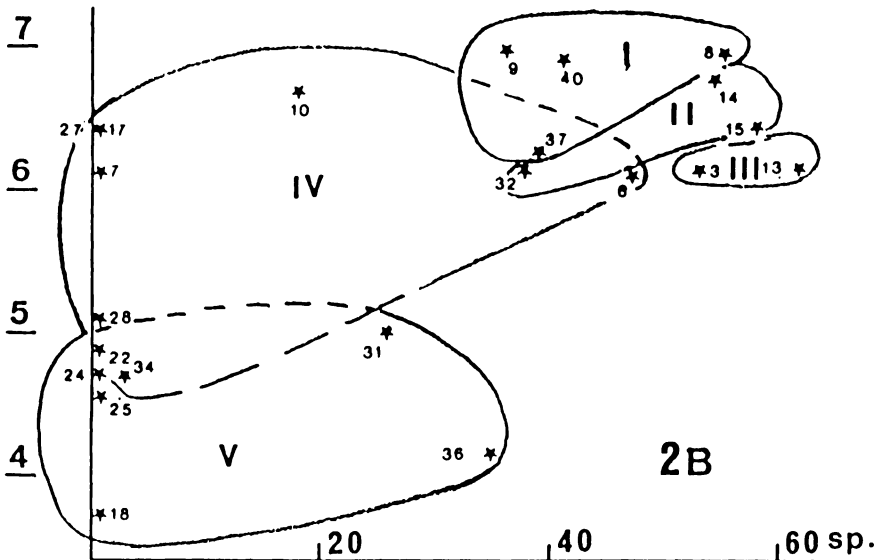
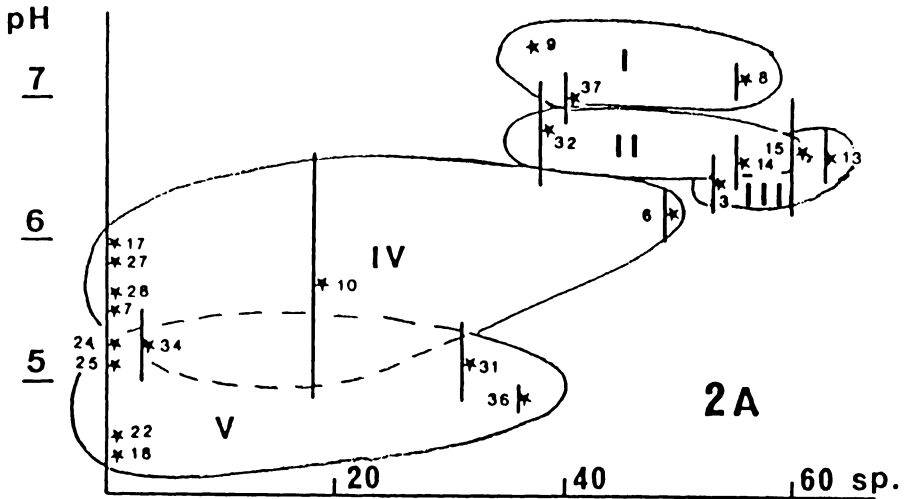
Le ruisseau de Bousson (n° 6) occupe une place à part parmi le groupe 4. La richesse spécifique relevée peut être un artéfact non représentatif du ruisseau, car le prélèvement consistait en tiges de Muscinales auxquelles s'accrochaient des filaments d' *U. subtilissima*, mais aussi des colonies épiphytes de Diatomées trouvant un support, et peut-être un micro-milieu, favorables, faussant en excès le relevé.

En dehors du Bousson, trois autres ruisseaux font exception ; le Grand-Bras (n° 10) présente une grande amplitude de pH, celui-ci pouvant s'élever nettement au-dessus de 6, favorisant ainsi le maintien d'une certaine diversité diatomique. En ce qui concerne les ruisseaux de Rouge Rupt (31) et de Morbieu (36) il faut souligner que l'échantillon consistait comme dans le Bousson en mèches algales accrochées à des Muscinales ou autres végétaux, ce qui

Figure 2 : Relations entre pII et richesse spécifique des ruisseaux. Mise en évidence de sous-ensembles recouvrant les groupes d'alcalinité (chiffres romains)

2A : pII moyen et amplitude de variation de pH (trait vertical) selon PROBST & al. (1990).

2B : pH in situ selon GUÉROLD & JACQUEMIN (1992).

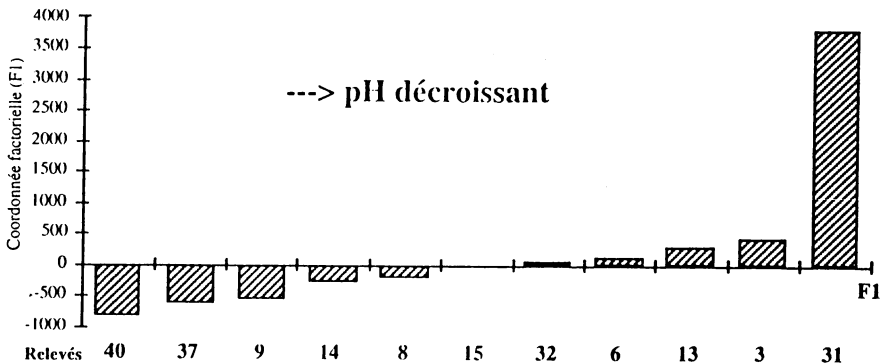


favorisait notamment la présence de Diatomées épiphytes. La présence d'un cortège diatomique non négligeable prouve que certaines de ces Algues sont parfaitement capables de se développer dans des milieux dépourvus d'alcalinité et pour des valeurs de pH inférieures à 5.

Ainsi, l'absence des Diatomées, ou du moins leur grande rareté, dans les 8 ruisseaux appartenant aux groupes d'alcalinité 4 et 5 pourrait ne pas être la conséquence d'une simple inhibition liée au pH ou à l'absence de réserve alcaline de l'eau. Des facteurs édaphiques (granulométrie du substrat, recouvrement végétal forestier ou rivulaire limitant l'éclairement, etc.) pourraient être déterminants.

Une autre approche est possible à partir des données biologiques d'inventaires permettant une hiérarchisation des stations, ou du moins des relevés. A partir du tableau d'inventaire des Diatomées, avec les dominantes exprimées en classes de dominance, une simple AFC montre, malgré le nombre très restreint d'espèces prises en compte que l'ordination des relevés peut être restituée uniquement à partir de l'abondance des taxons. A partir des 4 classes d'abondance du tableau II, transformées en % (médiane de la classe), les relevés se répartissent le long de l'axe vertical (F2) d'une AFC (en fonction de la diversité) et le long de l'axe I (F1) en fonction du pH décroissant de gauche à droite (figure 3).

Figure 3 : Ordination des relevés le long de l'axe F1 d'une AFC.



Parmi les 571 taxons composant l'ensemble des relevés, les genres *Eunotia* et *Pinnularia* se distinguent nettement, avec respectivement 94 et 75 citations, puis viennent les *Fragilaria* (46 citations), *Cymbella* (38) *Gomphonema* (37) *Surirella* (36) puis un groupe déjà plus discret comprenant *Frustulia* (27) *Navicula* (26), *Achnanthes* et *Cocconeis* (22), *Diatoma* (21)...

Trois espèces seulement se partagent la dominance dans les cours d'eau :

- *Diatoma mesodon* domine dans les ruisseaux 8, 9, 37, 15, 32 et 13,
- *Eunotia exigua* dans les ruisseaux 31 et 36, et
- *Fragilaria capucina* en 15, 32, 3 et 6.

Il apparaît que la présence de ces espèces dominantes est en accord avec les groupes d'alcalinité : ainsi, *Diatoma mesodon* caractérise les ruisseaux des



groupes supérieurs d'alcalinité (groupe 1 à 3), *Fragilaria capucina* montre une préférence - ou se satisfait - des conditions d'alcalinité moins élevée des groupes 2, 3 et 4. De ce point de vue, le rattachement du ruisseau de Bousson (n° 6) au groupe 3 d'alcalinité serait justifié.

Enfin, le genre *Eunotia*, avec *E. exigua*, se révèle dominant dans les eaux des ruisseaux "acides".

Depuis très longtemps, les Algologues ont signalé la présence d'Algues, Desmidiées et Diatomées en particulier, dans des eaux naturellement acides. Dans le massif vosgien, le ruisseau de Ravines a fait l'objet d'une étude hydrobiologique (PIERRE 1970). Il s'agit d'un affluent du Rabodeau, tributaire du cours vosgien de la Meurthe, proche par ses caractéristiques morphométriques des ruisseaux présentement étudiés. Le pH variait entre 5,7 et 7,2, avec une dureté totale comprise entre 0,2 et 2° français. La florule non-diatomique y était limitée à quelques *Lemanea* et à de rares filaments d'*Oscillatoria* et de *Lyngbya*. Par contre, le peuplement diatomique était bien représenté, entre 26 et 57 taxons par relevé, caractérisé par l'importance numérique des *Eunotia* et *Pinnularia* et la réduction (*Gomphonema*, *Nitzschia*) ou l'absence (par exemple *Gyrosigma*) de quelques genres. Parmi les espèces les plus communes figuraient *Diatoma mesodon* et *Eunotia exigua*. Ces résultats confirmaient et précisaient les observations réalisées peu avant sur le cours supérieur de la Meurthe (PIERRE 1968). Une étude conduite dans la région de La Bresse sur le lac-tourbière du Lispach (PIERRE 1982-1983) révélait, à côté d'une diversification de la communauté algale, un peuplement diatomique varié où les espèces d'*Eunotia* et *Pinnularia* étaient là également les plus nombreuses.

Aux différents niveaux de pH existent des peuplements diatomiques. HAKANSSON (1993), utilisant les préférences de 490 Diatomées, propose plusieurs formules plus ou moins complexes permettant de restituer un pH calculé, dont l'une est une fonction de transfert (notée HMR). L'application de ce travail réalisé sur des lacs suédois ne peut être transposée directement sur des ruisseaux vosgiens.

Cependant, à partir de 23 espèces retenues par HAKANSSON et présentes dans les ruisseaux, il est possible de reconstituer un tableau (Tableau III) intégrant les classes de pH selon cet auteur (HAK) et les % d'abondance des Diatomées (valeur médiane de l'intervalle de classe, déterminée par ajustement polynomial des 4 classes entre 5 et 100%).

Tableau III : Pourcentage d'abondance de 23 Diatomées et classes de pH selon HAKANSSON 1993.

Transformation classe de % : abondance

75 : abondance = ou > à 50%

37 : abondance comprise entre 25 et 50%

17 : abondance comprise entre 10 et 25%

7 : abondance comprise entre 5 et 10%

Les espèces d'abondance inférieure à 5% sont considérées non significatives.

*Correspondance des classes de pH selon HÅKANSSON (HÅK)*

- 7 : AKP = alcaliphile  
 6 : AKIN = indiffèrent à alcaliphile  
 5 : IND = indiffèrent  
 4 : INAC = indiffèrent à acidophile  
 3 : ACP = acidophile  
 2 : ACPB = acidophile à acidobionte  
 1 : ACB = acidobionte

classe de pH selon HAK													
n° des ruisseaux :	HAK	3	6	8	9	13	14	15	31	32	37	40	Σ
dénomination :													
Diatoma mesodon	7	17		75	37	37	17	75		37	37		332
Eunotia exigua	1	75				17			75				167
Fragilaria capucina	7	37	37			7		37		37			155
Gomphonema parvulum	5	7				7	7	7			17	17	62
Cocconeis placentula	7				17						7	17	41
Eunotia soleirolii	3		17	7		7	7						38
Cymbella elginensis	7										17	17	34
Achn. lanceolata v. lanceolata	7			7	17		7						31
Meridion circulare	7			7		7					17		31
Fragilaria arcus	3						7				17		24
Fragilaria ulna	7										17	7	24
Fragilaria virescens	5					7	17						24
Navicula mutica	5	7		17									24
Achnanthes minutissima	6									17			17
Eunotia bilunaris	3								17				17
Navicula cryptocephala	7									17			17
Achnanthes bioreti	3		7										7
Diatoma anceps	7						7						7
Navicula cocconeiformis	4					7							7
Pinnularia interrupta	4					7							7
Surirella angusta	6			7									7
Surirella roba	3			7									7
Tabellaria flocculosa	3	7											7
Σ :		150	61	127	71	103	69	119	92	108	129	58	1087

Le tableau IV fait apparaître le pH calculé (pHcalc.) à partir des moyennes pondérées entre % d'abondance (P) et les 9 classes de pH définies par HÅKANSSON (G) :

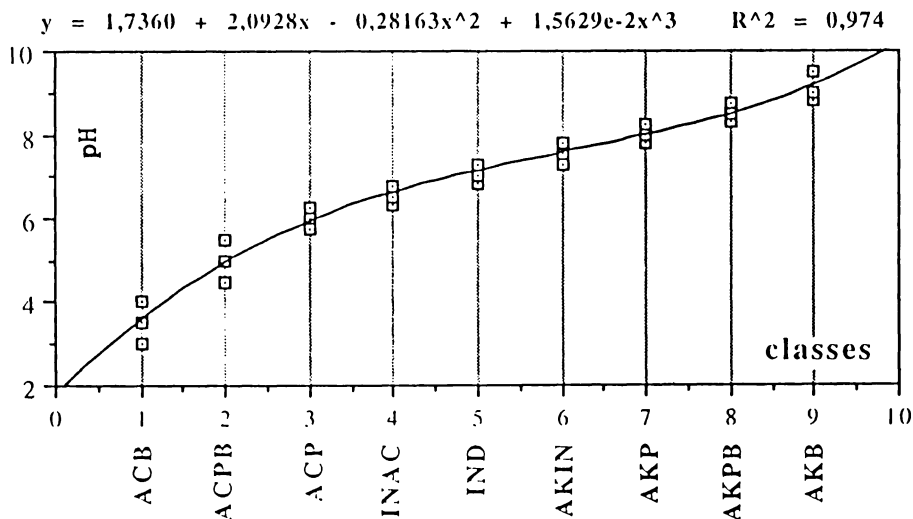
$$pH \text{ calc.} = \sum_{j=1}^n P_j \cdot G_j$$

*Tableau IV: pH calculé selon HÅKANSSON*

classe pH :	ACB	ACPB	ACP	INAC	IND	AKIN	AKP	Σ P	Σ GP	Σ GP/Σ P	pHcalc.	HMR
ruisseau n°												
3	500		47		94		360	1001	3631	3,63	6,37	4
6			395				605	1000	5420	5,42	7,29	7,15
8			110		134	55	701	1000	6237	6,24	7,63	7,73
9							999	999	6993	7	7,95	8,53
13	163		67	134	134		500	998	5070	5,08	7,15	6,23
14			202		347		347	896	4770	5,32	7,25	6,87
15					59		941	1000	6882	6,88	7,89	8,43
31	815		185					1000	1370	1,37	4,11	1,03
32						157	843	1000	6843	6,84	7,88	8
37			132		132		737	1001	6215	6,21	7,61	7,85
40					293		707	1000	6414	6,41	7,7	8,03

Il suffit ensuite d'appliquer la relation obtenue par simple ajustement polynomial des 9 classes de pH (Tableau V). Il faut cependant remarquer que la fonction de transfert proposée par HÅKANSSON (HMR) par régression multiple donne des résultats aberrants, par suite d'un nombre trop limité de données par relevé, et par l'inadéquation des propositions de l'auteur aux milieux lotiques ici étudiés.

Tableau V: Relation pH - Classes de pH



## CONCLUSION

L'étude algologique d'une série de ruisseaux du Massif vosgien révèle une corrélation entre le degré d'alcalinité des ruisseaux et la composition du peuplement diatomique.

La flore algale hors Diatomées est limitée à quelques Chlorophycées et Cyanophycées dont les proportions relatives correspondent grossièrement au niveau d'alcalinité des ruisseaux.

Les ruisseaux les moins tamponnés et les plus acides ont une communauté algale le plus souvent réduite à une seule espèce susceptible d'un recouvrement macroscopique envahissant, les Diatomées étant absentes ou rares au point de ne permettre leur étude systématique.

Pendant il ne semble pas que cette réduction ou absence soit directement liée aux caractéristiques intrinsèques de l'eau car, dans ces milieux, l'existence

d'une végétation muscinale servant de support s'accompagne régulièrement de la présence d'une flore diatomique localement diversifiée, sinon abondante.

## REMERCIEMENTS.

Nous remercions tout particulièrement Michel COSTE (CEMAGRF Bordeaux) pour sa critique constructive de ce travail et l'aide qu'il nous a apportée dans le traitement informatique des données.

## BIBLIOGRAPHIE

- BOURRELLY P., 1966-1970 - Les Algues d'eau douce. 3 vol., Boubée & Cie, Paris.
- COMPÈRE P., 1988 - Flore pratique des algues d'eau douce de Belgique. 1. Cyanophycées. 120 pp., Jar. Bot. nat., Meise, Belg.
- DEHBI-ZEBBOUDJ A., 1989 - Les algues dulcaquicoles des Vosges et les pluies acides., Thèse Doct. Univ. Paris VI, 233 pp.
- ETTL H., 1978 - Xanthophyceae I, Süßwasserflora von Mitteleuropa III.1, 530 p., Stuttgart.
- GUÉROLD F., VEIN D., JACQUEMIN G., PIERRE J.F., 1992 - Impact de l'acidification des cours d'eau sur les peuplements de Macroinvertébrés benthiques. Rapp. Agence bassin Rhin-Meuse, 30 pp.
- HÅKANSSON S., 1993 - Numerical methods for the inference of pH variations in mesotrophic and eutrophic lakes in Southern Sweden. A progress report. *Diatom Res.*, 8, 2, 349-370.
- HOECK C. van den, 1963 - Revision of the European Species of *Cladophora*. 248 p., Leiden.
- KRAMMER K. & LANGE-BERTALOT H., 1986-1991 - Bacillariophyceae 1-4, Süßwasserflora von Mitteleuropa II. Stuttgart.
- MASSABUAU J.C., FRITZ B., BURTIN B., 1987 - Mise en évidence de ruisseaux acides (pH ≤ 5) dans les Vosges. *C.R. Acad. Sci. Paris*, 305, III:121-124.
- NISBET M., 1958 - Aperçu chimique sur quelques ruisseaux des Vosges : le Rabodeau et ses affluents. *Ann. Stat. Centr. Hydrobiol. appl.*, 7, 271-284.
- ÑURUL ISLAM A.K.M., 1963 - A revision of the genus *Stigeoclonium*. *Nova Hedwigia*, 10, 1-164.
- PASCHER A. 1913 - Die Süßwasserflora Deutschlands, Oesterreichs und der Schweiz, I - XV, Jena.
- PIERRE J.F., 1968 - Etude hydrobiologique de la Meurthe. Contribution à l'écologie des populations algales. *Bull. Acad. Soc. lorr. Sci.*, 7, 4, 261-412.
- PIERRE J.F., 1970 - Etude hydrobiologique du ruisseau de Ravines (Vosges). *Bull. Soc. Bot. Fr.*, 117, 89-96.
- PIERRE J.F., KILBERTUS G., REISINGER O., 1974 - Observations ultrastructurales de la biodégradation d'une algue dans un écosystème aquatique. *Bull. Acad. Soc. lorr. Sc.*, 13, 2, 137-152.

- PIERRE J.F., 1975 - Etude au microscope électronique de la biodégradation de quelques algues par des bactéries. C.R. 1er Congr. internat. Biodégradation Humification, Nancy 1974, Pierron Edit., Sarreguemines.
- PIERRE J.F., 1982-1983 - Etude algologique du lac-tourbière de Lispach. *Bull. Acad. Soc. lorr. Sc.*, 21-22, 2, 17-21.
- PROBST A., MASSABUAU J.C., PROBST J.L., FRITZ B., 1990. - Etat d'acidification des cours d'eaux vosgiens. *Rapp. Agence bassin Rhin-Meuse*, 1-30.
- STARMACH K., 1985 - Chrysophyceae und Haptophyceae. Süßwasserflora von Mitteleuropa, I, 515 p. Stuttgart.

## DECOUVERTE D'UNE NOUVELLE BUXAIE EN LORRAINE

François VERNIER  
6 rue de PORT-CROS. 54180 HEILLECOURT

Note acceptée pour publication le 15 avril 1996

### RÉSUMÉ

La découverte d'une buxaie en Lorraine revêt une grande importance. En effet, outre le fait que cette espèce végétale soit protégée dans notre région, une dizaine de buxaies, seulement, y sont connues.

La buxaie de Bralleville, située au sud de la Meurthe-et-Moselle, est assise sur un coteau calcaro-marneux surplombant la vallée du Madon.

Les études concernant la datation des buxaies lorraines sont contradictoires. PARENT énonce qu'elles dateraient de la dernière période interglaciaire alors que des études récentes tendent à démontrer que le buis ne serait apparu qu'à l'époque romaine. La position de cette buxaie, hors des zones colonisées par les romains, renforcerait la thèse de PARENT, en l'amendant

Mots-clés : botanique, buis, *Buxus sempervirens* L., espèces végétales protégées.

## DISCOVERY OF A NEW GROVE OF BOX-TREES IN LORRAINE

### SUMMARY

The discovery of a grove of box-trees in Lorraine is very important. Indeed, not only is this species protected by the law in our region but only ten groves of boxtrees are known there.

Note présentée à la séance du 08 février 1996.  
Transmise par M. J.Fr. PIERRE

The Bralleville's grove of box-trees, in the south of departement of Meurthe-et-Moselle, is situated on a calcareous marly slope overhanging the valley of Madon river.

The studies about the dating of grove of box-trees in Lorraine are contradictory. PARENT states that they would date back to the last glacial period while recently studies tend to prove that the box-tree would have appeared at the time of Romans. The position of this grove of box-trees, out of the areas settled by the Roman people, would tend to strengthen and to amend the thesis of PARENT.

Key-words : botany, box-tree, *Buxus sempervirens L.*, protected vegetable species.

## 1) INTRODUCTION

Le 25 janvier 1995, alors que nous faisons le "tour du propriétaire" de la forêt communale de Bralleville (Meurthe-et-Moselle) que nous gérons, notre regard est attiré par la présence de buis (*Buxus sempervirens L.*).

Dans un premier temps l'hypothèse émise est l'introduction volontaire dans un endroit anciennement réservé au pâturage des animaux, le lieu-dit se nomme Pâquis de l'Arbois. Cependant, au fur et à mesure de notre avancée dans cette forêt d'une quarantaine d'hectares, nous découvrons de nombreux pieds de buis, dont certains atteignent 3 à 4 mètres de haut environ pour un diamètre de tronc de 5 à 10 cm à hauteur d'homme. La surface couverte par ces arbustes est de 4 ha environ. Ainsi toutes ces données contribuent à attester l'ancienneté du peuplement.

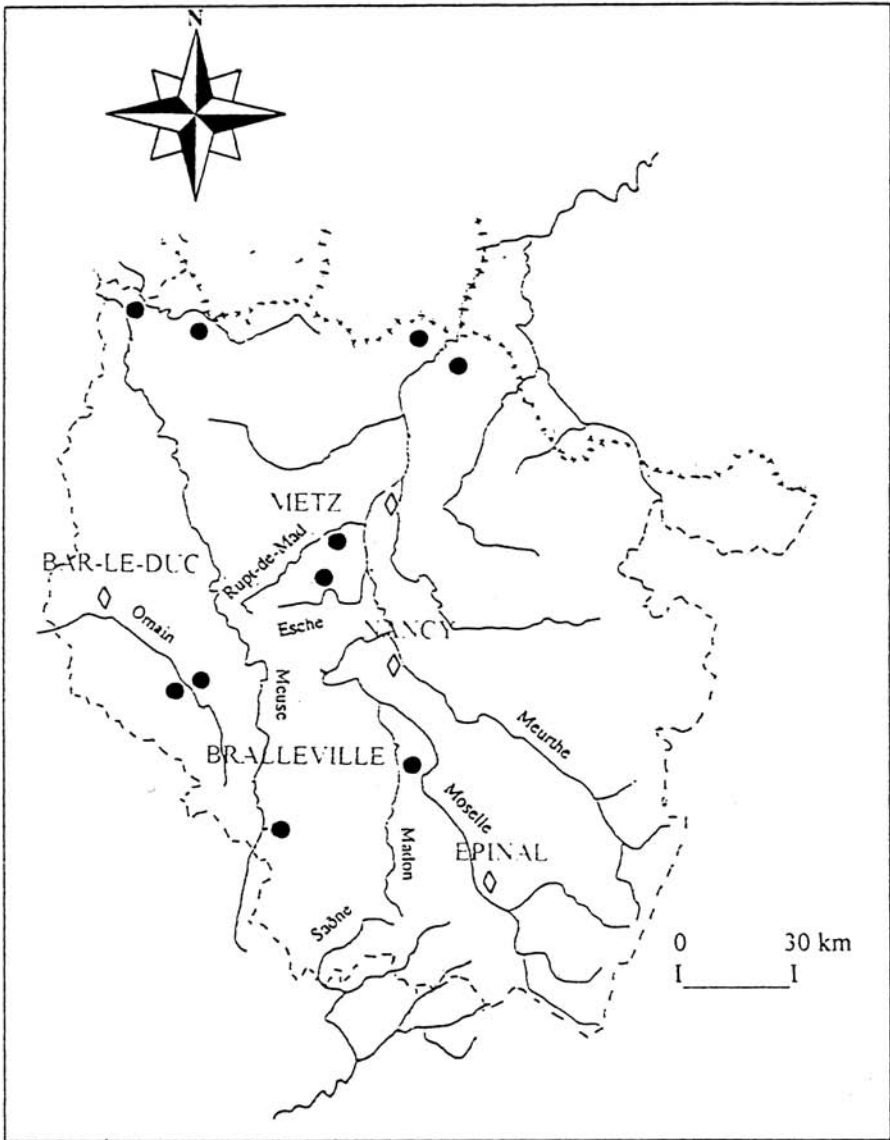
Les buxaies connues en Lorraine administrative française sont au nombre d'une dizaine et se trouvent sur plusieurs axes hydrographiques. Quatre sont situées dans le bassin de la Moselle (PARENT 1974), trois dans le bassin de la Meuse et deux sur l'Ornain (DURIN *et al.* 1964) - bassin de la Marne - (Cf. fig. n° 1). Le buis est dans notre région en limite nord-est de son aire qui est, de ce fait, disjointe (JACAMON 1983). La découverte d'une nouvelle buxaie ou buissaie (peuplement de buis) dans notre région revêt donc une grande importance. Le buis est en effet une plante protégée en Lorraine par arrêté interministériel du 3 janvier 1994.

## 2) MATÉRIEL ET MÉTHODE :

Nous avons divisé notre travail en deux phases. D'une part, l'étude sur le terrain afin d'apprécier les aspects géologique, pédologique et phytosociologique de la buxaie que nous nommerons "buxaie de Bralleville".

D'autre part, une étude bibliographique nous a permis de compléter les observations de terrain mais aussi d'essayer de replacer cette découverte dans le contexte historique et phytogéographique.

Figure n°1: cartographie des stations de buis connues en Lorraine



- - - : Limites de la Lorraine

• : Stations de buis

+ + + : Limites d'Etats

◇ : Villes



### 3) DESCRIPTION DE LA BUXAIE DE BRALLEVILLE

#### 31) POSITION GÉOGRAPHIQUE ET TOPOGRAPHIQUE

La buxaie de Bralleville se trouve au nord de ce village sud meurthe-et-mosellan à proximité du département des Vosges, à une dizaine de kilomètres de Charmes.

Elle est assise sur un coteau surplombant la vallée du Madon par sa rive droite. Ce relief est orienté ouest et sud-ouest. On trouve le buis sur l'ensemble de la pente selon des densités variables comme nous allons le voir.

#### 32) GÉOLOGIE ET PÉDOLOGIE

Ce coteau boisé repose sur plusieurs couches géologiques (MINOUX *et al.* 1978).

En haut de pente, les étages Hettangien et Sinémurien inférieur sont reconnaissables par le calcaire constituant des pierriers. Le buis s'y développe en abondance et forme un taillis dense sur une largeur pouvant atteindre 40 à 50 mètres. C'est ici que l'on retrouve les sujets les plus anciens. Dans la partie la plus au sud on remarque des terrasses laissant supposer que ce terrain moins abrupt aurait pu servir pour des cultures.

Les étages suivants sont:

- Le Rhétien supérieur et ses marnes rougissant à l'air que l'on retrouve à la sortie de quelques trous de blaireau. Cet étage est encore colonisé assez abondamment par le buis.

- Le Rhétien inférieur dont le Grès Infraliasique est moins visible en surface car le colluvionnement est important.

- Le Keuper supérieur, où l'on trouve les marnes irisées donnant des sols plus compacts.

Sur ces deux derniers étages le buis est plus éparé et d'installation plus récente, mais son implantation se remarque jusqu'en bas de pente. La colonisation très active est corrélative au boisement d'anciens pâquis datant, pour les premiers, des années 30.

Les sols sont en général des brunisols colluviaux, sauf en bas de pente où nous avons des pélosols brunifiés. (BAIZE 1992)

#### 33) PHYTOSOCIOLOGIE

En association avec le buis, nous trouvons:  
dans la strate arborescente :

*Fraxinus excelsior* L., *Acer campestre* L., *Carpinus betulus* L., *Ulmus glabra* Huds., *Picea abies* (L.)Karst., *Pinus nigra* Arnold ssp. *nigra*, *Pinus sylvestris* L.

dans la strate arbustive :

*Buxus sempervirens* L., *Daphne mezereum* L., *Rosa canina* L., *Clematis vitalba* L., *Euonymus europæus* L., *Ligustrum vulgare* L., *Sambucus nigra* L., *Cornus sanguinea* L., *Cratægus monogyna* Jacq., *Viburnum lantana* L., *Lonicera xylosteum* L., *Ribes uva-crispa* L., *Prunus spinosa* L., *Fagus sylvatica* L.

dans la strate herbacée :

*Orchis purpurea* Huds., *Arum maculatum* L., *Veronica chamædrys* L., *Brachypodium sylvaticum* (Huds.) Beauv., *Listera ovata* (L.) R. Br., *Pulmonaria obscura* Dum., *Carex sylvatica* Huds., *Phyteuma spicatum* L. ssp. *occidentale* R. Schultz, *Cephalanthera damasonium* (Miller) Druce, *Hedera helix* L.

Compte tenu d'une analyse floristique sommaire qui mériterait d'être affinée, on peut remarquer que les plantes de l'alliance du Carpinion-betuli sont les plus représentées (20 sur 28). Cette association correspond donc à (RAMEAU *et al.* 1989) :

- la classe des Querco-Fagetea
- l'ordre des Fagetalia sylvaticae
- le sous-ordre des Carpino-fagenalia
- l'alliance du Carpinion betuli.

## 4) DISCUSSION

### 41) STATIONS CONNUES EN LORRAINE AVANT 1995

La première flore de Lorraine (WILLEMET 1805) ne nous renseigne pas sur la répartition de l'espèce buis, la seule chose que l'on puisse dire est que le buis était présent en Lorraine.

Par contre dans la Flore de Lorraine, Godron (1861) nous apporte des précisions intéressantes. C'est ainsi que nous relevons que le buis se développe dans les bois montagneux, dans la région de Metz (carrière du Mont-Saint-Quentin), sur le Rupt-de-Mad, dans le Bois de Buret, à Sierck-les-Bains pour le bassin de la Moselle. Pour le bassin de la Meuse des buxaies sont indiquées, à Saint-Mihiel, sur les coteaux autour de Montmédy et de Stenay, à Neufchâteau, à Bazoilles et sur l'Ornain à Naix. Une flore du

début du siècle (GODFRIN et PETITMENGIN 1909) est moins généreuse. Les stations lorraines désignées sont les suivantes : Metz, Saint-Mihiel, Montmédy, Neufchâteau.

Dans sa thèse de doctorat (1974) PARENT fait le point sur les buxaies mosellanes. DURIN *et al.* (1964) citent les buxaies connues en Meuse. Parmi ces buxaies on retrouve celles connues par GODRON que nous noterons (GO) ou (GO?) s'il y a doute :

Sur le bassin de la Moselle :

- 1) Manonville (Meurthe-et-Moselle) - Bois de Noviant, Bois dit de l'Usure-Vallon de l'Esche
  - 2) Rembercourt (Meurthe-et-Moselle) Waville (Meuse) Bois de la Grande Fontaine-Bois Buret Vallée du Rupt-de-Mad (GO)
  - 3) Sierck-les-Bains (Moselle) entre Mahling et Rettel - Ravin de Palmbusch (GO?)
  - 4) Contz-les-Bains (Moselle) - Le Stromberg (GO?)
- 15 autres stations sont réparties le long de la Moselle au Luxembourg et en Allemagne.

Sur le bassin de la Meuse :

- 1) Forêt de Montmédy et environs (Meuse) (GO)
- 2) Bois des Pâques à Brouennes (Meuse) (GO) - Stenay -
- 3) Bazoilles-sur-Meuse (Vosges) (GO)

Sur l'Ornain :

- 1) Naix-aux-Forges (Meuse) (GO)
- 2) Saint-Âmand-sur-Ornain (Meuse) (GO) - Naix

On peut s'apercevoir en comparant les informations que la plupart des buxaies connues au XIX<sup>e</sup> siècle ont été retrouvées. Deux ont disparu (Le Mont-Saint-Quentin à Metz et Saint-Mihiel), une a été découverte à Manonville par PARENT.

## 42) DATATION DES BUXAIES LORRAINES

Selon PARENT les buxaies lorraines auraient survécu aux glaciations et seraient d'âge éémien (dernier interglaciaire). Des études font état de présence de buis sur les zones colonisées par les romains. (PARENT 1974).

L'essaimage des buxaias mosellanes se serait fait par le biais des relais biogéographiques des vallées de l'Esche et du Rupt de Mad, anciens affluents de la Meuse. C'est par ce fleuve que le buis, espèce supraméditerranéenne, aurait remonté par l'actuelle Haute-Marne.

Cependant selon des études récentes, l'arrivée du buis serait plus récente. Il n'apparaîtrait qu'après le subatlantique et aurait été introduit à l'époque romaine. L'analyse palynologique faite sur le site de Waville démontrerait que "le buis n'est pas présent dans la séquence subatlantique qui est probablement antérieure à l'époque romaine" (BLOUET *et al.* 1994).

Il serait intéressant de parfaire ces études en les étendant à l'ensemble des buxaias lorraines pour étayer l'une ou l'autre des hypothèses.

## 5) CONCLUSION

Le Madon, dans la vallée duquel se trouve la buxaie de Bralleville, était également un affluent de la Meuse (FRECAUT, BONNEFONT 1983). Sa source ne se trouve qu'à 3 kilomètres de celle de la Saône. Si l'on s'en rapporte à la thèse de PARENT, et si on l'adapte à la position de la buxaie de Bralleville, il serait possible que le buis remontant par la vallée de la Saône soit passé dans la vallée du Madon. Ce dernier aurait servi de relais biogéographique sur les réseaux hydrographiques lorrains.

La deuxième éventualité, introduction du buis à l'époque romaine pourrait être plausible. Il faut cependant noter qu'à cette époque, la colline de Sion était fortement colonisée (DEROCHE 1965), et aucun vestige de buis ne s'y trouve à l'heure actuelle. Les conditions naturelles sont pourtant très favorables pour cette espèce. En effet, les buxaias mosellanes françaises se trouvent sur calcaire bajocien ou dolomie du muschelkalk (PARENT 1974) et en milieux xérothermiques, conditions que l'on retrouve sur ce relief. La vallée du Madon n'aurait fait l'objet d'une colonisation que vers l'an 150 de notre ère.

Sans être tout à fait affirmatif sur la provenance de cette buxaie, nous serions tentés, pour les raisons historiques exposées ci-dessus, d'admettre la première hypothèse. Il serait cependant intéressant de procéder à des analyses palynologiques fines pour déterminer la période exacte de son installation.

## 6) REMERCIEMENTS

Je tiens à remercier les personnes suivantes : mon ami Jean-Paul FERRY, responsable du Conservatoire Botanique National de NANCY et son collaborateur Guy SEZNEC, Elisabeth GUERIN, bibliothécaire du Jardin Botanique, Francis MULLER, responsable du Conservatoire des Sites Lorrains pour la Meurthe-et-Moselle, pour leur aide et la communication d'informations précieuses.

## BIBLIOGRAPHIE

- BAIZE D. 1992 - Référentiel pédologique principaux sols d'Europe. Association française pour l'étude des sols I.N.R.A. Paris.
- BLOUET V., RICHARD H. et RUFFALDI P. 1994 - Les débuts de l'agriculture en Lorraine - Étude palynologique - Projet collectif de recherche.
- DEROCHE L. 1965 - Edifices gallo-romains découverts à Sion - Gallia t. XXIII, 241-242.
- DURIN L., MULLENDERS W. ET VANDEN BERGHEN C. 1964. Les forêts à Buxus des bassins de la Meuse française et de la Haute-Marne - Bull. Soc. Roy. Bot. Belgique, Tome 98.
- FRECAUT R., BONNEFONT J. Cl. 1983 - Géographie de Lorraine. Presse Universitaire de Nancy - Editions Serpenoises.
- GODFRIN J. et PETITMENGIN M. 1909 - Flore analytique de poche de Lorraine et des régions limitrophes - A. MALOINE Éditeur - Paris.
- GODRON D.A. 1861 - Flore de Lorraine 2<sup>e</sup> édition, N. GROSJEAN Libraire Éditeur - Nancy, Tome 2.
- JACAMON M. 1983 - Arbres et forêts de Lorraine, Édition SAEP, Ingersheim 68000 Colmar.
- MINOUX G., MAROTEL Cl. et GUILLAUME Ch. 1978 - Carte géologique de la France au 1/50000, Feuille XXXIV-17, Mirecourt, et sa notice explicative, B.R.G.M. - pp. 9 à 12.
- PARENT G.H. 1974 - Contribution à la phytogéographie de la Lorraine et des régions limitrophes. Thèse de Doctorat, Université Catholique de Louvain, pp.11 - 149.
- RAMEAU J.C.- MANSION D.- DUMÉ G.- TIMBAL J.- LECOINTE A.- DUPONT P.- KELLER R. 1989 - Flore forestière française, Tome 1 Plaines et collines, Institut pour le Développement Forestier.
- WILLEMET M. 1805 - Phytographie encyclopédique ou flore de l'ancienne Lorraine et des départements circonvoisins - Guivard, Nancy.

**LES OBSERVATIONS METEOROLOGIQUES DES  
CORRESPONDANTS DE LOUIS COTTE EN ALSACE ET EN  
LORRAINE VERS LA FIN DU XVIII<sup>e</sup> SIECLE**

Guy PUEYO

38, Rue du Louvre 75001 PARIS

Note acceptée pour publication le 25 janvier 1996

*RESUME*

*Dans une partie de l'est de la France, quelques savants firent connaître, de 1750 à 1790, leurs observations météorologiques en envoyant leurs résultats à Paris à la Société Royale de Médecine, où à la Société Royale d'Agriculture, ou bien directement à Louis COTTE. Ce fut le cas en Alsace principalement de MEYER depuis 1753 pour la ville de Mulhouse et ses environs, ou en Lorraine avec MAILLETTE pour Nancy et sa région.*

*Ainsi, pour la deuxième partie de XVIII<sup>e</sup> siècle, quelques observateurs bénévoles ont relevé les principaux éléments atmosphériques dans une région s'étendant de Metz à Mulhouse et de Nancy à Strasbourg, apportant leur contribution à une science en plein développement.*

*Mots-clés : Alsace, Lorraine, Vosges, météorologie, correspondance.*

*SUMMARY*

*From an east part of France, some scientists sent their meteorological observations to the "Société Royale de Médecine", to the "Société Royale d'Agriculture" in Paris or privately to Louis COTTE.*

*For exemple, MEYER payed a graet attention to atmospheric conditions in Alsace, since 1753. MAILLETTE did likewise in Lorraine.*

*So, from 1750 to 1790, many papers described changes in the weather in the region who are situated between Metz and Mulhouse and also between Nancy and Strasbourg.*

*Key words : Alsace, Lorraine, Vosges, meteorology, correspondence.*

Note présentée à la séance du 08 février 1996, transmise par M. G. BERNA.

Il faut remonter au XVIII<sup>e</sup> siècle pour voir les premières tentatives de créer de véritables réseaux de points d'observations météorologiques afin de couvrir plus parfaitement un pays. Mais il faudra attendre un ou deux siècles pour y arriver. En France, dès le siècle suivant cependant, on pense à multiplier ces points en sollicitant les bonnes volontés de ceux qui voudraient donner un peu de leur temps pour faire quelques observations journalières. Pour ce faire, la Société Royale de Médecine rédige un mémoire en 1776 qu'elle destine aux académies, aux médecins, aux corps constitués et aux savants isolés dans les lointaines provinces, leur demandant de porter leur attention dans ce sens (Correspondance de la Société Royale de Médecine, Paris, 1775-1789). Les nouveaux adeptes se procurent des instruments et adoptent la méthode toute nouvelle de COTTE (COTTE, 1774). Ils commencent leurs observations et ne manquent pas d'envoyer à Paris leurs premiers résultats au bout de quelques années seulement (COTTE, 1788).

Donc, Louis COTTE entreprend une correspondance avec quelques savants en France dès les années où, jeune curé de Montmorency, il vient de commencer ses premières observations météorologiques, sur le toit de son presbytère, qu'il poursuit régulièrement. Il en informe certains d'entre eux, encourage certains auteurs à faire de même. Peu à peu des lettres s'échangent avec des observateurs de province à partir des années 1775. Il venait de publier son *Traité de Météorologie* l'année précédente (COTTE, 1774). A cette époque-là, il reçoit les premières lettres de MEYER l'informant qu'il a commencé des observations météorologiques à Mulhouse en 1753 et qu'il les poursuit encore actuellement dans cette ville ; les 16 lettres que COTTE lui enverra à partir de 1777 prouveront l'intérêt qu'il porte à ces résultats. Etant les plus anciennes pour l'est de la France, nous les prendrons comme point de départ chronologique pour l'énumération des auteurs qui suivirent ce chef de file en ce qui concerne les observations météorologiques dans ces régions à travers le courrier et les archives de COTTE pour cette époque.

Il faut remonter à 1753, pour voir MEYER se procurer d'excellents instruments et entreprendre des mesures précises qu'il poursuivra pendant plus de trente années consécutives et qui parviendront à Louis COTTE lors de leurs échanges épistolaires. Il commence avec de très bons thermomètres et baromètres de MOSSY et de COPPY ; viendront plus tard hygromètres et pluviomètres. Au début, il étudia soigneusement la température de l'air en établissant des tableaux d'où se dégagèrent très vite les degrés extrêmes de chaleur ou de froid ; ce qui permit de trouver en lecture directe ces constantes et leurs moyennes. Plus les années passent et plus la fréquence augmente, de une mesure au début, elle passa insensiblement à deux, puis à trois, le tout assorti de nombreux détails supplémentaires. COTTE dira plus tard : "M. Meyer n'oublie rien pour donner à ses observations le degré d'utilité et d'intérêt dont elles sont susceptibles. Il n'a rien épargné non plus pour se procurer d'excellents instruments, il les a tous tirés de Paris et ils ont été faits sous mes yeux par l'artiste de l'Académie". Ainsi rend-il hommage à la

constance d'un observateur bénévole et fort savant qui, de 1753 à 1784, a donné le reflet du ciel mulhousien accompagné des principales manifestations atmosphériques.

Rien n'est signalé dans les papiers de COTTE pendant vingt ans en ce qui concerne les observations météorologiques dans cette partie de la France. Il faut attendre 1775 pour voir, dans la région voisine les relevés atmosphériques précis qu'effectue MAILLETTE sous le ciel lorrain. En effet, ce dernier, "professeur Royal de Géographie à l'Université de Nanci", cherche à compléter son enseignement et à l'illustrer par une bonne connaissance du temps qu'il fait en fonction des saisons. Il entreprend aussitôt de regarder le ciel, de noter ses aspects à différents moments de la journée et de reporter le produit de ses constatations sur des grands registres bien vite remplis de longues colonnes de chiffres, jour après jour. On y trouve ainsi pour le matin et pour l'après-midi la température de l'air exprimée en degré centigrade, la pression atmosphérique, la quantité de pluie, la direction du vent et la nébulosité. Des tableaux rassembleront les mois pour chaque année, des moyennes seront établies pour chaque mois. Des résultats annuels seront publiés plus tard dès qu'une série de six ans sera terminée et envoyée à Paris. Lorsqu'il aura rassemblé ses résultats, il accompagne ses divers tableaux par la phrase suivante : "Ces observations ont été faites avec soin et exactitude. Voici les résultats de cette série d'observations que j'ai rédigées."

Après la Lorraine, repassons en Alsace, mais à Strasbourg cette fois. Il s'agit maintenant du docteur SPIELMANN qui entretient régulièrement une correspondance avec la Société Royale de Médecine dont Louis COTTE fréquentait assidûment la bibliothèque et les archives, en même temps que celles de l'Académie Royale des Sciences toute voisine et à quelques centaines de mètres sur les quais de la rive gauche de la Seine. C'est deux ans plus tard, en 1777, que le Docteur SPIELMANN entreprend, à l'aide de quelques instruments qu'il vient d'acquérir, les relevés de température de l'air, de pression barométrique ; il note les jours de pluie et en relève la quantité, enfin il consigne la direction et la force du vent. Tout cela est fait avec minutie et il signale en outre les particularités exceptionnelles qui surviennent. Il précise que les observations du matin lui paraissent primordiales et l'on peut au fil des mois et des années comparer celle de sept heures du matin auxquelles il n'a jamais dérogé. Hélas, lui aussi n'a fait parvenir que celles de ses toutes premières années à l'académie parisienne.

En remontant un peu plus au nord, on atteint Metz où deux ans plus tard un avocat au parlement, LE GAUX fils, entreprend une bonne série d'observations météorologiques en 1779 pour sa région. Il intéressera très vite les pouvoirs publics qui lui décerneront le titre d "observateur météorologique du Roi". Dès lors, il effectue deux relevés quotidiens, matin et soir, où figurent au minimum : température, humidité, pluie, vent. Il les poursuivra jusqu'à son départ pour la Guadeloupe en 1781 et confie, dès cette année, la suite de son travail à un certain A. LAURIAN, maître tapissier ; COTTE dira de lui "il les a continués avec autant de zèle et d'intelligence que Monsieur LE GAUX, y



apportant jusqu'à 1784 tout le soin nécessaire". Il passe alors sa succession à M. LALLEMENT, qui continue ces relevés, tout en établissant des moyennes annuelles de l'état du temps en pays messin. Etudiant la pression de l'air, il en relève les variations en se servant d'un baromètre à surface plane ; de même essaye-t-il de corriger l'effet de la chaleur sur le comportement du mercure. En 1785 il résume un ensemble de sept ans consignés dans des tableaux ; l'année précédente l'un de ces trois observateurs successifs avait rassemblé quelques résultats qu'il avait envoyés à Paris.

Nous restons sensiblement sur la même latitude mais en nous dirigeant vers le Rhin, avec Haguenau où M. KELLER, docteur en médecine, entreprend lui aussi des observations météorologiques. Il se conforme à la méthode de COTTE que lui a fait parvenir la Société Royale de Médecine avec qui il entretient une correspondance très suivie. Il s'y conforme point pour point en consignait trois fois par jour et aux mêmes heures les divers états de l'air et du ciel. On retrouve dans ses notes les relevés classiques établissant les degrés de chaleur et de froid, l'humidité atmosphérique, la pression barométrique, la pluie et sa quantité, le vent en direction et en intensité. COTTE apprécie la qualité de son travail en ces termes : "les observations de Monsieur KELLER sont faites avec beaucoup de soin 3 fois par jour et rédigées à la fin de chaque mois, selon la méthode que j'ai publiée et que la Société de Médecine a envoyée à Messieurs les correspondants". Ces résultats sont d'autant plus les bienvenus qu'ils informent le lecteur sur l'état climatique d'une zone située dans la partie la plus orientale de la région c'est-à-dire la plus à l'est de notre département actuel du Bas-Rhin pour la période 1780-1784.

C'est en Lorraine que nous terminons avec des résultats issus de trois charmantes localités situées dans le magnifique massif vosgien : Bruyères, Saint-Dié, Mirecourt. Monsieur POMA, Docteur en médecine, exerce successivement dans ces deux premières villes sa profession. S'étant intéressé aux observations météorologiques dès son installation, il n'avait pu les entreprendre que lorsqu'il fut en possession de la méthode de Louis COTTE. En quittant Bruyères, il avait fait parvenir à Paris les résultats complets qu'il avait obtenus dans cette ville en 1781 et 1782 ; ceux-ci concernent la température, l'humidité, la pression et la pluie pour les plus importants avec tableaux et moyennes. Citant ces observations régulières et minutieuses, COTTE y ajoute ce témoignage : "Monsieur POMA donne le nombre des malades entrés et sortis chaque jour de l'hôpital dont il a le soin, l'espèce de maladie dont chacun est attaqué et le nombre de ceux qui meurent". Signalons qu'il fait usage d'un thermomètre à "esprit de vin". Il se rend ensuite à Saint-Dié où il poursuit désormais ses observations, également deux fois par jour, mais en ayant remplacé son thermomètre à alcool défectueux pour un autre à mercure, utilisant aussi un nouveau baromètre ; ces deux instruments sont l'oeuvre de MOSSY. En 1786, il envoie à la Société Royale de Médecine les résultats détaillés couvrant trois années complètes : 1783 - 1784 - 1785.

A Mirecourt, véritable joyau au coeur des Vosges, cette petite ville d'art possède une magnifique église du XV<sup>e</sup> siècle et reste encore au XX<sup>e</sup> siècle le paradis des luthiers. L'un de ses habitants, le docteur AUBRY, médecin de son état, s'essaye dans les années 1780 à la météorologie, il commence quelques observations éparses et peu à peu se perfectionne dans ces pratiques pour aboutir à une série complète de relevés classiques des principaux éléments, air, luminosité, ensoleillement, humidité, pluie, vent, etc... en relevant les principaux paramètres. L'année 1784 est la seule qui comporte des résultats complets qu'il envoya à la Société Royale de Médecine. Consultant ces documents, COTTE y constate : "Voici les résultats généraux de l'année 1784. Les observations sont faites avec un thermomètre à esprit de vin ; le baromètre paraît défectueux".

Nous avons vu ainsi, ces quelques hommes de bonne volonté qui répondirent aux sollicitations de la Société Royale de Médecine, ou en tout cas ceux dont nous avons connaissance pour l'Alsace et pour la Lorraine. Ils ont consacré une partie de leur temps à observer le ciel, à utiliser des instruments et à effectuer des mesures pour déterminer les constantes physiques à un moment donné de l'atmosphère à tel endroit. Les paramètres concernés sont toujours les principaux : température, humidité, insolation, pluie, vent. Pour toute la France, dans les années 1780, une bonne centaine d'observateurs avaient répondu aux sollicitations de la Société Royale de Médecine en lui envoyant leurs premiers résultats (Correspondance de la Société Royale de Médecine, Paris, 1775-1789) (DETTWILLER, 1981). Certains en enverront également à la Société Royale d'Agriculture dont ils sont correspondants (Société Royale d'Agriculture, 1785-1791). COTTE en a reçu également dans son courrier personnel (PUEYO, 1982).

Avec ces quelques auteurs qui ont bien voulu faire parvenir le résultat de leurs observations, nous avons une idée du temps qu'il a fait dans cette partie Est de la France entre 1750 et 1790 dans les principales villes et leurs environs. Durant cette même époque, COTTE correspondait aussi avec des autres observateurs répartis dans tout le pays (PUEYO, 1994) ; nous verrons prochainement, ceux des régions voisines, en nous limitant à celles appartenant au nord-est de la France afin de rester dans les limites régionales que cet exposé s'est assigné.

## BIBLIOGRAPHIE

- Correspondance de la *Société Royale de Médecine*. Paris, 1775-1789.  
COTTE, L., 1774 - Traité de Météorologie. Paris, *Imprimerie Royale*.  
COTTE, L., 1788 - Mémoire sur la météorologie. Paris, *Imprimerie Royale*.

- DETTWILER, J., 1981 - Chronologie de quelques événements météorologiques, en France et ailleurs...Paris, *Direction de la météorologie (Monographies, n°1, nouvelle série)*).
- Mémoires d'Agriculture, d'Economie rurale et domestique. Paris, *Société Royale d'Agriculture*, 1785-1791.
- PUEYO, G., 1982 - Les observations météorologiques des correspondants de Louis Cotte dans diverses.villes de France. *C. R. Acad. Agr. Fr.*, **68**, 658-663.
- PUEYO, G., 1994 - Les deux vocations de Louis Cotte, prêtre et météorologiste (1740-1815). *Bull. Acad. Soc. Lor. Sc.*, **33**, 205-212.

**COMPARAISON DES SECRETIONS DE LA GLANDE DE DUFOUR CHEZ DIFFERENTES POPULATIONS D'ESPECES PROCHES PARENTES D'ABEILLES HALICTINES : *EVYLAEUS ALBIPES* (F.), *EVYLAEUS CALCEATUS* (Scop.).**

Marie TRABALON, Cécile PLATEAUX-QUENU, Luc PLATEAUX

Laboratoire de Biologie et Physiologie du Comportement, URA-CNRS 1293,  
Université Nancy I, B.P. 239, 54506 Vandoeuvre-les-Nancy Cédex.

Note acceptée pour publication le 15 avril 1996

**RÉSUMÉ**

Les Abeilles Halictines creusent en terre un nid contenant plusieurs cellules qu'elles tapissent d'un vernis largement issu de leur glande de Dufour. Cette glande produit des substances dont l'odeur sur le corps sert aux reconnaissances individuelles. Les différentes populations de l'espèce *Evylaeus albipes* se montrent les unes sociales (Aquitaine), les autres non sociales (Lorraine), et ces différences de comportement sont jointes à des différences dans les substances sécrétées par la glande de Dufour. L'espèce très voisine *Evylaeus calceatus* est sociale dans ses populations lorraine et aquitaine, et les glandes de Dufour de ces deux populations montrent peu de différences entre elles.

**MOTS-CLÉS** : Glande de Dufour, Halictinae, Pheromones, Population, Socialité.

**ABSTRACT**

The Halictine bees dig in the earth a nest containing several cells that they line with a varnish widely issued from their Dufour's gland. This gland produces substances whose smell on the body helps individual recognitions. The various populations of the species *Evylaeus albipes* are some social (Aquitaine), others non-social (Lorraine) and these differences in the behaviour are combined with differences in the substances secreted by the Dufour's gland. The closely related species *Evylaeus calceatus* is social in its populations from both Lorraine and Aquitaine, and the Dufour's glands in these two populations show only small differences between them.

**KEY-WORDS** : Dufour's gland, Halictine bees, Pheromones, Populations, Sociality.

Note transmise à la séance du 14 mars 1996 par M. J.M. KELLER.

## INTRODUCTION

Comme toutes les Abeilles, les Halictines se nourrissent de pollen et de nectar dont elles alimentent également leurs descendants durant la vie larvaire. Le pollen est récolté à l'aide de groupes de soies placés en divers points du corps : face ventrale de l'abdomen, tibias postérieurs et fémurs postérieurs.

Les Halictines de nos régions construisent leur nid dans la terre. Elles creusent un conduit vertical qui mène à des cellules parfois groupées en rayons entourés d'une galerie. Ce sont les femelles qui construisent le nid et récoltent les provisions. Les mâles ont une existence éphémère et un unique rôle de fécondation. Chaque nid est fondé au printemps par une femelle fécondée : la fondatrice. Celle-ci creuse un nid, en approvisionne chaque cellule en pollen, qu'elle façonne à l'aide de nectar en un "pain d'Abeille", puis pond un oeuf sur ce pain d'Abeille et ferme la cellule. De cet oeuf éclot une larve qui dévore entièrement son pain d'Abeille, puis se transforme en nymphe et finalement en adulte. Les premiers adultes élevés sont différents selon que l'espèce est sociale ou non sociale, c'est-à-dire solitaire.

Les fondatrices solitaires produisent une descendance constituée de mâles et de femelles. Ces femelles, semblables à leur mère, quittent le nid natal, sont fécondées par des mâles, hivernent sous terre et deviennent de nouvelles fondatrices au printemps suivant.

Les fondatrices sociales produisent une descendance plus complexe faite d'au moins deux "couvées". La première couvée est constituée principalement d'ouvrières, qui demeurent dans le nid natal où leur fonction est de creuser de nouvelles cellules et de les approvisionner en pains d'Abeille. La fondatrice assume alors la fonction de reine, seule reproductrice du nid, et pond un oeuf sur chaque pain d'Abeille. De cette ponte naît une deuxième couvée constituée de mâles et de futures fondatrices. Celles-ci sont fécondées, hivernent sous terre et fondent, au printemps suivant, de nouvelles sociétés. La plupart des fondatrices vivent un an, les ouvrières quelques mois. La taille moyenne de ces ouvrières est le plus souvent inférieure à celle des reines.

La glande de Dufour, située dans l'abdomen, émet sa sécrétion le long de l'aiguillon. Utilisée dans le vernis hydrofuge qui revêt l'intérieur des cellules (May, 1974), cette sécrétion est aussi déposée à l'entrée des nids (Brooks et Cane, 1984). Cette glande est encore productrice d'une bonne part des phéromones qui parfument le tégument de ces Abeilles. Elle joue donc un rôle important dans la reconnaissance du nid et la reconnaissance entre individus.

Selon Hefetz et Gaur (1988), il faut peu de composés pour discriminer les individus de deux espèces différentes ; il en faut davantage pour discriminer les individus de deux nids différents d'une même espèce, et plus encore pour distinguer entre eux deux individus d'un même nid. Les espèces sociales auraient donc besoin d'un plus grand nombre de composés que les solitaires, car il leur faut généralement faire les discriminations les plus précises. Les mêmes

auteurs ont montré que la glande de Dufour contenait cinq grands groupes de produits : lactones, paraffines, hydrocarbures, isopenténylestères et éthylestères. Les produits qu'ils ont étudiés se montrent plus nombreux chez l'espèce sociale *Evylaeus marginatus* (Brullé) que chez l'espèce solitaire *Lasioglossum leucozonium* (Schrank).

Une telle différence entre sociales et solitaires peut-elle commencer à se manifester entre deux populations divergentes d'une même espèce, l'une étant sociale, l'autre solitaire ? On connaît en effet une espèce d'Halictine, *Evylaeus albipes* (F.) dont les populations lorraines sont solitaires, tandis que ses populations aquitaines et parisiennes sont sociales (Plateaux-Quénu, 1993). Nous allons donc comparer les sécrétions de la glande de Dufour chez la forme solitaire et la forme sociale. Nous étendrons la comparaison à l'espèce très voisine *Evylaeus calceatus* (Scop.), qui se montre sociale aussi bien en Lorraine qu'en Aquitaine et Ile-de-France.

## MATERIELS ET METHODES

On capture et place en glacière les femelles, prises en période de pleine activité pour que leur glande de Dufour soit en bon fonctionnement. Sans tarder, on dissèque ces animaux sur un bac de glace pour prélever la glande de Dufour, qui est lavée dans 10 ml de pentane durant 20 minutes. L'extrait obtenu est analysé en chromatographie en phase gazeuse ; les comparaisons des résultats chimiques sont faites à l'aide d'une analyse de variance (ANOVA). Une détermination précise des différents composés chimiques isolés par chromatographie exigera une étude ultérieure en spectrométrie de masse.

## RÉSULTATS

Nous avons obtenu des chromatogrammes relativement semblables pour les divers groupes étudiés. La figure 1 montre un chromatogramme de *calceatus* d'Aquitaine, un *albipes* sociale d'Aquitaine et un *albipes* solitaire de Lorraine. Chacun porte une cinquantaine de pics principaux correspondant à autant de composés ; toutefois quelques composés s'étalent sur plusieurs pics voisins (le 1, le 3 et quelques autres). Les pics trop faibles sont négligés pour éviter les artefacts. A gauche, l'étalon introduit est un *n*-hexadécane. Les divers composés ont entre 17 et 34 atomes de carbone. Le premier (1) est un *n*-heptadécane, le second (2) est un *n*-octadécane, mais la détermination exacte de tous les composés exigerait une identification par spectrométrie de masse.

En traitant les données à l'aide d'une analyse de variance, on voit apparaître des différences significatives sur les proportions de 17 composés numérotés sur la figure. Cependant, les chromatogrammes de

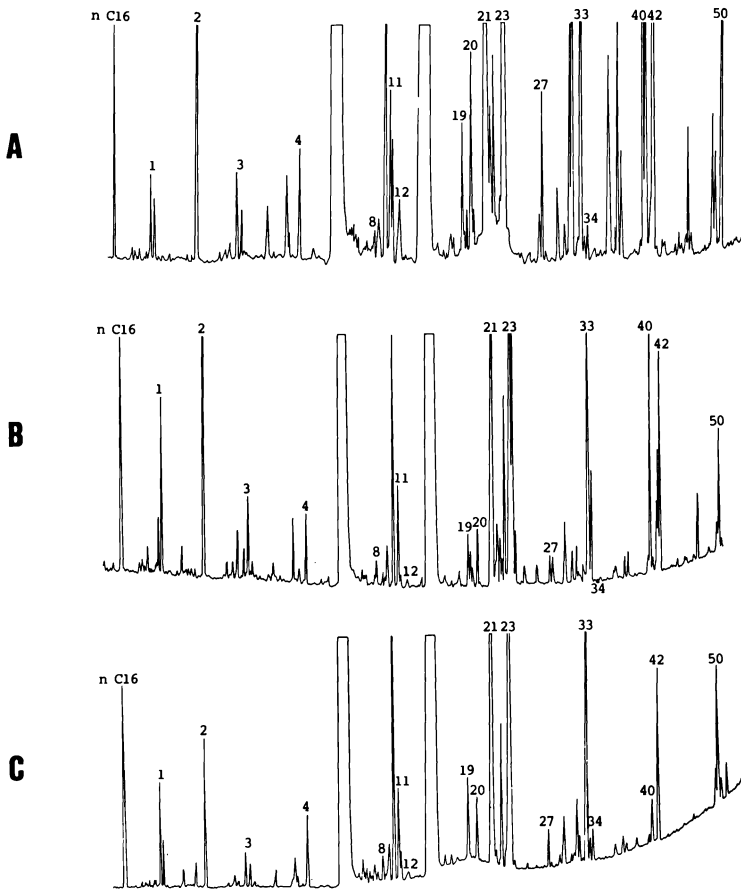


Figure 1 : Chromatogrammes individuels pris dans trois populations différentes :

- (A) - *Evylaeus albipes* solitaire (Lorraine)
- (B) - *Evylaeus albipes* sociale (Aquitaine)
- (C) - *Evylaeus calceatus* (Aquitaine)

la figure sont individuels et ne manifestent pas à chaque pic des différences qui n'apparaissent que statistiquement.

Ces différences sont exprimées pour les 17 composés dans le tableau I, qui compare les 4 populations. Les signes (+) portés sur ce tableau ont une signification relative, indiquant une surface plus ou moins grande du pic dans une population par rapport aux autres populations. Deux (+) d'écart entre deux populations indiquent une différence significative, mais non un seul (+) d'écart ; toutefois le zéro est significativement différent d'un seul (+).

Nous constatons que les *albipes* solitaires de Lorraine sont séparées des *albipes* sociales d'Aquitaine par 13 différences significatives, tandis que les *calceatus* d'Aquitaine et de Lorraine, toutes sociales, ne sont séparées que par 6 différences significatives. Les différences entre *albipes* et *calceatus* ont une moindre portée, car les deux espèces sont suffisamment séparées pour que certaines similitudes puissent provenir de convergences et non de parentés (on remarque 5 différences entre *calceatus* et *albipes* lorraines, 13 entre *calceatus* et *albipes* aquitaines, 11 entre *calceatus* lorraine et *albipes* aquitaine, 6 entre *calceatus* aquitaine et *albipes* lorraine).

Contrairement à notre attente, l'*albipes* solitaire n'a pas moins de composés que l'*albipes* sociale : le tableau montre même un composé de plus, le pic n°34.

N° pics du chromatogramme	<i>E. albipes</i> Lorraine, solitaire N = 20	<i>E. albipes</i> Aquitaine, sociale N = 13	<i>E. calceatus</i> Lorraine, sociale N = 12	<i>E. calceatus</i> Aquitaine, sociale N = 19
1	+	+++	+	++
2	+	+++	+	+++
3	+	+++	+	+
4	+	+++	+	+
8	+	+++	+	+
11	+	+++	+	+
12	+	+++	+++	+
19	+++	+	+	+
20	+++	++	+++	+
21	+	+	+++	+++
23	+++	+	+++	+++
27	+	+++	++	+
33	+	+++	+++	+
34	+	0	+	+++
40	+++	+++	+	+
42	+	+++	+	+
50	+	+	+	+++

Tableau I : Comparaison à l'aide de l'ANOVA des analyses chromatographiques des glandes de Dufour entre les populations d'*Evylaeus albipes* et *Evylaeus calceatus*. Les différences ne sont significatives que s'il y a deux (+) de différence, mais le 0 est significativement différent d'un seul (+).



## CONCLUSION

Il est remarquable que les *albipes* sociales aquitaines et solitaires lorraines se montrent nettement plus différentes entre elles que les *calceatus* aquitaines et lorraines, toutes sociales. On peut y voir le signe de différences génétiques plus grandes entre les deux types d'*albipes* qu'entre les deux populations de *calceatus*. *E. calceatus*, abondante partout en France, maintient des communications entre toutes ses populations. *E. albipes* est beaucoup plus localisée et il est douteux que les communications soient courantes entre un groupe de l'Est, solitaire et adapté aux courtes saisons chaudes, et un groupe de l'Ouest, social et adapté aux saisons chaudes plus longues.

D'autre part, nous remarquons un même nombre de composés chez les *albipes* sociales et solitaires, ce qui peut décevoir notre première attente. Cependant, on peut rapprocher cela de la notion de "réversion" du type social vers le type solitaire, évoquée par Packer (1991) et Packer *et al.* (1994). Ces auteurs envisagent en effet que certaines espèces ou populations d'Halictines solitaires pourraient dériver d'un ancêtre social et non d'un ancêtre primitivement solitaire (bien entendu, cela n'exclut pas l'existence d'un ancêtre solitaire beaucoup plus lointain). D'autres études permettront de mieux préciser les faits.

## BIBLIOGRAPHIE

- BROOKS R. W. et CANE J. H., 1984 - Origin and chemistry of the secreted nest entrance lining of *Halictus hesperus* (Hymenoptera : Apoidea). *J. Kansas Entomol. Soc.*, 57, 161-165.
- HEFETZ A. et GRAUR D., 1988 - The significance of multicomponent pheromones in denoting specific compositions. *Biochemical Systematics and Ecol.*, 16, 557-566.
- MAY D. G. K., 1974 - An investigation of the chemical nature and origin of the waxy lining of the brood cells of a sweat bee, *Augochlora pura* (Hymenoptera, Halictidae). *J. Kansas Entomol. Soc.*, 47, 504-516.
- PACKER L., 1991 - The evolution of social behavior and nest architecture in sweat bees of the subgenus *Evylaeus* (Hymenoptera : Halictidae) : a phylogenetic approach. *Behav. Ecol. Sociobiol.*, 29, 153-160.
- PACKER L., TAYLOR J. et RICHARDS M., 1994 - Social devolution in sweat bees. *Les Insectes Sociaux, 12th Congress of I. U. S. S. I.*, Paris, Août 1994, pp. 358.
- PLATEAUX-QUENU C., 1993 - Flexibilité sociale chez *Evylaeus albipes* (F.) (Hymenoptera, Halictinae). *Actes Coll. Insectes Sociaux*, (Tanger 1992), 8, 127-134.

## **ACTION DE BACILLUS ET D'ACTINOMYCETES SUR LES CHAMPIGNONS DU BLEUISSEMENT DU BOIS**

Géraldine BEZERT, Pascal CHAPPE, André MOUREY, Bernard LOUBINOUX

LERMAB, Equipe Chimie Organique-Microbiologie, Université Henri Poincaré Nancy I,  
54506 VANDOEUVRE-LES-NANCY, FRANCE

Note acceptée pour publication le 15 avril 1996.

### RESUME

Afin de lutter contre le bleuissement du bois, nous avons étudié les possibilités d'exploitation de souches bactériennes ayant une action contre les champignons responsables.

Dans un premier temps, l'action de 3 *Bacillus* et de 4 Actinomycètes a été analysée en effectuant des tests de confrontation entre les champignons et les bactéries. Ces essais ont permis de sélectionner les souches ayant une activité inhibitrice sur la croissance des champignons et de repérer les plus actives. Certaines souches inhibent 80% de la croissance du champignon.

Dans un deuxième temps, nous nous sommes attachés à déterminer le mode d'action de ces bactéries. Ces dernières n'agissent ni par la synthèse d'une substance volatile, ni par compétition trophique. L'antagonisme est lié à la production par les Actinomycètes d'une ou de plusieurs substances inhibitrices constitutives qui diffusent dans le milieu de culture.

*Mots clés : bois, préservation, antagonisme, Bacillus, Actinomycètes*

Note transmise à la séance du 11 avril 1996 par M. J.M. KELLER.

# RESEARCH ON ACTINOMYCETES AND BACILLUS ACTIVITIES ON BLUE STAIN FUNGI

## SUMMARY

The concept of using biological control for the protection of wood has become more attractive in recent years due largely to the awareness of the dangers to the environment in the use of toxic chemicals.

Our laboratory has since been interested in this problem. We attempt to bring on the one hand chemical and on the other biological solutions.

The article discusses the possibilities of biological control of wood decay fungi. The research aims to exploit the possibilities of using antagonistic bacteria (3 *Bacillus* and 4 Actinomycetes). After selection of bacteria to determine their antagonistic activity against the blue stain fungi, we have determined the method of action. The antifungal potential of the antagonistic microorganisms depends only upon the activity of their metabolites.

*Key-words* : wood, protection, antagonism, *Bacillus*, Actinomycètes

## INTRODUCTION

Le bleuissement du bois peut varier du bleu clair au bleu presque noir. Les symptômes apparaissent après l'abattage (sur les grumes gisant en forêt ou entreposées dans les chantiers) ou après le débit. Cette coloration résulte de l'action de champignons. C'est la présence d'un mycélium de couleur foncée qui par diffraction de la lumière détermine la coloration du bois (Anonyme 1941). Bien que la législation ne permette pas l'utilisation du bois bleui pour la fabrication d'échelles et d'allumettes, les propriétés mécaniques ne sont que peu altérées. Le bleuissement présente surtout des inconvénients du point de vue esthétique, notamment pour les bois non peints employés en menuiserie. Les bois bleuis sont plus difficiles à négocier. Le consommateur détermine son choix en fonction de l'aspect du produit. Le bleuissement induit généralement des pertes de valeurs marchandes comprises entre 6% et 50% suivant l'intensité de l'altération et l'utilisation envisagée.

Les produits chimiques utilisés à l'heure actuelle pour lutter contre les agents responsables présentent des inconvénients. La plupart d'entre eux sont toxiques pour les utilisateurs qui entrent en contact avec la substance de préservation. Cela justifie les recherches actuellement menées dans ce domaine, qui tendent à mettre au point de nouvelles méthodes de lutte moins nuisibles pour l'environnement.

Certaines bactéries sont connues pour avoir une action inhibitrice sur les champignons. *Streptomyces rimosus* Sobin entraîne une inhibition de la croissance du mycélium en boîte de Pétri. Des traitements effectués sur des éprouvettes de pin et sur des sections transversales de tronc de pin, montrent que le métabolite inhibe la germination des conidies et prévient la coloration (Suki *et al.* 1991). De même, après avoir testé *Pseudomonas cepacia* 6253 Burkholder en boîte de Pétri et sur bûchettes de bois, Benko (1989) utilise en champs ces mêmes bactéries. Les essais ont été moins satisfaisants, la protection n'a été totale que pendant 3 semaines.

Greaves (1969) ainsi qu'Efransjah (1988) en travaillant sur l'augmentation de la perméabilité de l'épicéa à l'aide de différents microorganismes ont constaté que certains d'entre eux, *Bacillus polymyxa* et *B. subtilis* avaient un effet sur les champignons du bleuissement. *B. subtilis* sécrète des molécules acides de faible

poids moléculaire qui agissent contre certains champignons tels que *Ceratocystis ulmi* (Buism.) C. Moreau (Asante et Neal 1963). Cette bactérie se développe et sécrète des amylases, des xylanases, ainsi que des pectinases dans le bois où elle se trouve (William *et al.* 1973). Elle est également connue pour produire des antibiotiques tels que la bacitracine (Krieg et Holt 1984). *B. polymyxa*, qui semble aussi inhiber l'effet des champignons du bleuissement, synthétise de la polymyxine (Krieg et Holt 1984).

Ces différents résultats nous ont incité à mener des recherches de lutte contre le bleuissement en utilisant des bactéries du genre *Bacillus* et des Actinomycètes. Les *Bacillus* présentent plusieurs avantages tels que leur ubiquité, la thermo-résistance de leurs spores ainsi que leur capacité à sporuler et à produire des antibiotiques. De plus, le recours à des bactéries, par comparaison aux champignons, offre une plus grande facilité de multiplication, une aisance de mise en œuvre, une efficacité, *a priori*, supérieure et une tolérance aux produits de préservation (Greaves 1973). Les Actinomycètes sont la principale source d'antibiotiques. Ils produisent plus de 60% des substances d'origine microbienne. Le laboratoire de microbiologie de l'Institut Universitaire de Technologie de l'UHP-Nancy I a isolé des souches d'Actinomycètes de différents substrats, sols ou composts. Ces souches ont une activité sur des champignons levuliformes. Il nous a semblé intéressant de connaître leur action sur les champignons provoquant le bleuissement.

## MATERIEL ET METHODES

### 1. Matériel

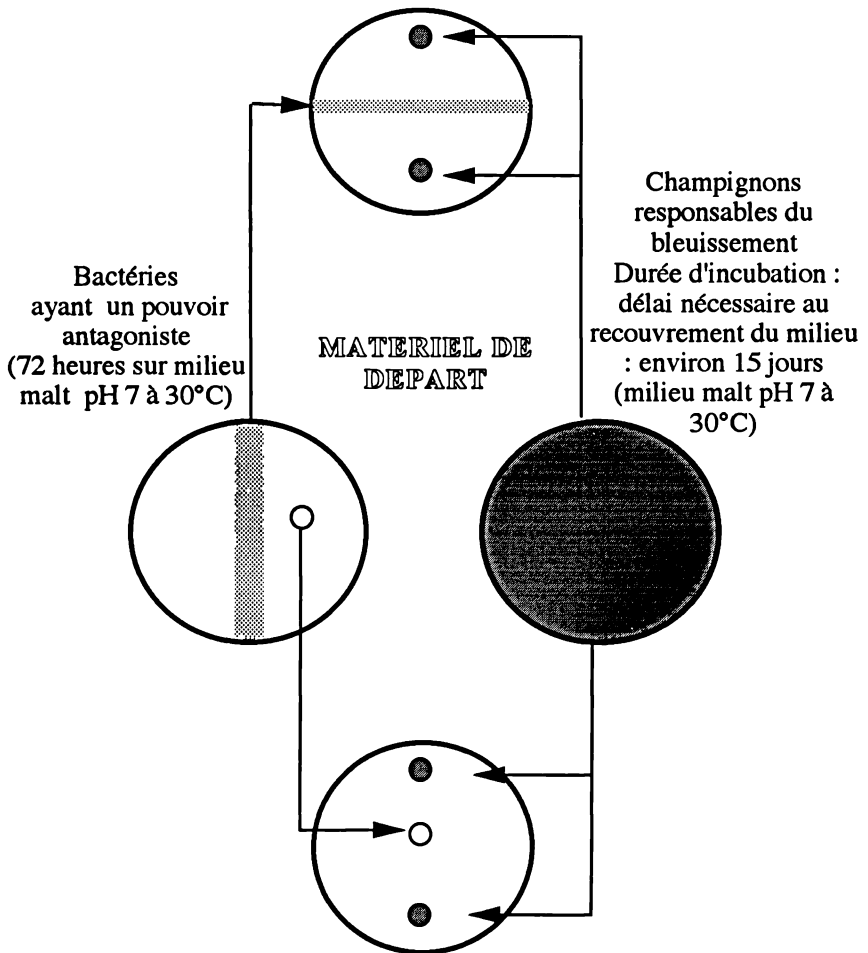
- Souches bactériennes : Les bactéries, présentées dans le tableau I, ont été choisies en fonction de la production d'antifongiques actifs sur des champignons levuliformes. Elles proviennent de la collection de l'Institut Universitaire de Technologie, Département "B3 A" (UHP - Nancy I).

Tableau I : Souches bactériennes testées pour leur activité antagoniste vis à vis des champignons du bleuissement

BACTERIES	SOUCHES	PROVENANCE
<i>Bacillus polymyxa</i> (Prazmowski) Macé	Na 18	Non connue
<i>Bacillus polymyxa</i> (Prazmowski) Macé	CC	Non connue
<i>Bacillus subtilis</i> (Ehrenberg) Cohn	Na 1	Non connue
Actinomycète	C6	Compost de verre de terre, San Marino, Italie
Actinomycète	Fb 35 2	Fumier de lapin non mûré, Vosges
Actinomycète	La 4	Lisier de porc, Alsace, 2 mois de stockage
<i>Streptomyces</i>	T313	Terre de Thaïlande

Figure 1 : Recherche d'une substance constitutive active sur le développement des champignons responsables du bleuissement

1.1 - Confrontation du champignon et de la bactérie en boîte de Pétri



1.2 - Recherche d'une substance constitutive par confrontation du champignon et d'un disque de gélose se trouvant à proximité de la bactérie

- Champignons : Les champignons testés sont présentés dans le tableau II. Les souches d'*Ophiostoma ips* (Rumb) Nannf., d'*Ophiostoma querci* (Georgév) Nannf. et d'*Hormonema dematioïdes* Lagerberg et Melin nous ont été confiées par Monsieur Morelet. Elles proviennent de la collection de l'INRA de Champenoux, laboratoire de pathologie forestière (Anonyme 1993). *Ophiostoma ips* et *Hormonema dematioïdes* ont été isolés de *Pinus sylvestris*. *Ophiostoma querci* a été isolé de *Quercus petraea*. *Aureobasidium pullulans* (De Bary) Arnaud provient du Muséum National d'Histoire Naturelle de Paris. *Ophiostoma piceae* (Münch) H. et P. Sydow a été fourni par le laboratoire d'Ecologie Microbienne de la Faculté des Sciences de l'UHP - Nancy I.

Tableau II : Souches fongiques provoquant le bleuissement du bois

ESPECES	SOUCHES
<i>Aureobasidium pullulans</i>	73A
<i>Hormonema dematioïdes</i>	MPFN 224
<i>Ophiostoma ips</i>	MPFN 223
<i>Ophiostoma querci</i>	MPFN 222
<i>Ophiostoma piceae</i>	M.L.B

## 2. Méthodes

### 2.1. Confrontation du champignon et de la bactérie en boîte de Pétri (figure 1.1)

La bactérie est inoculée sous forme d'une strie rectiligne qui partage la boîte en deux parties égales. Deux disques, de 5 mm de diamètre, obtenus à l'emporte-pièce, d'une culture de champignon sur gélose au malt à pH 7, sont déposés de part et d'autre de la strie à 1 cm du bord de la boîte. Les boîtes témoins ne sont pas ensemencées avec la bactérie. Lorsque le champignon de la boîte témoin a recouvert le milieu de culture, on calcule le pourcentage de croissance du champignon dans les autres boîtes à l'aide d'un planimètre. On en déduit le pourcentage d'inhibition.

### 2.2. Recherche d'une substance active sur le développement des champignons

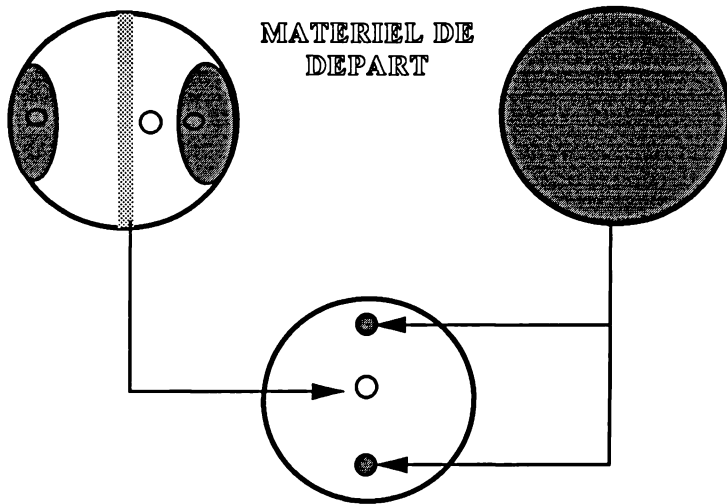
Recherche d'une substance constitutive : On répète l'expérience portant sur la confrontation du champignon et de la bactérie en boîte de Pétri (décrite dans le paragraphe 2.1). Cependant, en lieu et place de la bactérie, on dispose un disque de gélose prélevé à proximité de la bactérie (figure 1.2).

Recherche d'une substance inductible : On utilise comme matériel de départ des milieux en boîtes de Pétri ensemencés avec le champignon et la bactérie. Un disque gélosé provenant de ces boîtes est prélevé dans la zone d'inhibition (entre le champignon et la bactérie). Il est placé entre 2 disques gélosés supportant le champignon (figure 2).

Figure 2 : Recherche d'une substance inductible active sur le développement des champignons responsables du bleuissement

Boîte de Pétri ensemencée avec le champignon et la bactérie et présentant un phénomène d'antagonisme (5 jours sur milieu malt pH 7 à 30°C)

Culture des champignons responsables du bleuissement (milieu malt pH 7 à 30°C)



Recherche d'une substance inductible par confrontation du champignon et d'un disque de gélose se trouvant à proximité de la bactérie et du champignon

### 2.3. Recherche d'une compétition trophique entre le champignon et la bactérie (figure 3)

On utilise une boîte ensemencée avec le champignon et la bactérie. Cette boîte doit traduire un antagonisme entre la bactérie et le champignon. L'élimination de la moitié de la strie centrale en enlevant la gélose et la bactérie permet les interprétations exposées sur la figure 3.

### 2.4. Recherche d'une substance inhibitrice volatile

Utilisation de boîtes de Pétri compartimentées (figure 4.1) : Les champignons et les bactéries sont ensemencés dans une boîte de Pétri (sans ergots) à 3 compartiments. On ensemence le champignon dans l'un des compartiments et la bactérie dans les deux autres. Les boîtes témoins sont ensemencées avec le champignon uniquement. On observe si la présence de la bactérie entraîne un retard de croissance du champignon.

Utilisation de boîtes de Pétri contenant une couche de gélose dans le fond de la boîte et une couche de gélose sur le couvercle (figure 4.2) : Le champignon est ensemencé dans le fond de la boîte sur du milieu gélose au malt pH 7. La bactérie est ensemencée dans la boîte sur le couvercle. Les boîtes témoins ne sont pas ensemencées avec la bactérie.

## RESULTATS ET DISCUSSION

### 1. Confrontation d'un champignon et d'une bactérie en boîtes de Pétri

Lorsqu'un champignon responsable du bleuissement se développe en présence d'une des trois bactéries du genre *Bacillus*, on observe une inhibition de la croissance du champignon. Les % d'inhibition, calculés pour les différentes confrontations (champignon-bactérie), sont indiqués dans le tableau III.

Tableau III : Pourcentage d'inhibition de la croissance du champignon en présence d'un *Bacillus* ou d'un *Actinomycète*

BACTERIES	CHAMPIGNONS				
	<i>A. pullulans</i>	<i>H. dematioïdes</i>	<i>O. piceae</i>	<i>O. ips</i>	<i>O. querci</i>
<i>B. subtilis</i> Na 1	48	46	27	54	28
<i>B. polymyxa</i> Na 18	38	57	68	66	67
<i>B. polymyxa</i> CC	13	48	22	60	52
Actinomycète C6	59	75	29	65	10
Actinomycète Fb35 2	65	82	12	69	50
Actinomycète La 4	30	46	16	0	0
<i>Streptomyces</i> T313	0	0	0	0	0



Figure 3 : Recherche d'une inhibition trophique entre le champignon et la bactérie

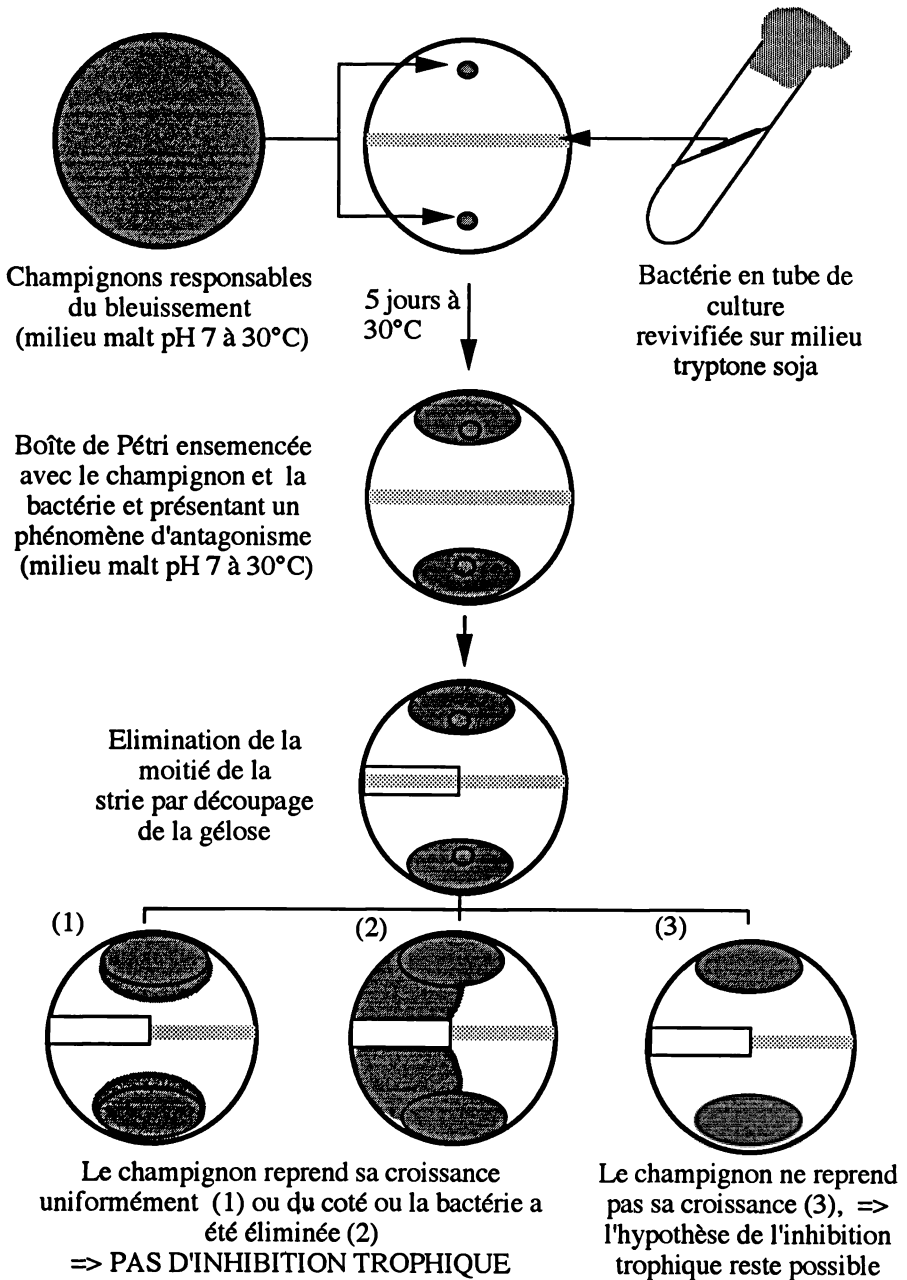
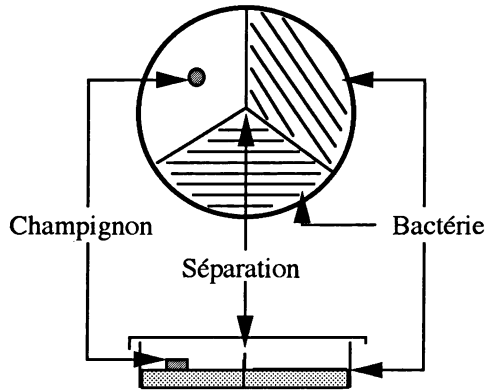
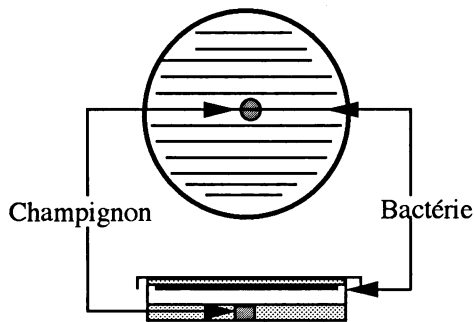


Figure 4 : Recherche d'une substance volatile inhibitrice de la croissance des champignons responsables du bleuissement

4.1 - Utilisation de boîtes compartimentées



4.2 - Utilisation de boîtes de Pétri contenant une couche de gélose dans le fond de la boîte et une couche de gélose sur le couvercle



La souche *Bacillus polymyxa* Na 18 semble la plus active. Elle inhibe le développement des champignons dans des proportions variant de 38 à 68 %. Les autres souches ont une efficacité beaucoup plus spécifique. *Bacillus polymyxa* souche CC par exemple, provoque une inhibition de 60% de la croissance d'*Ophiostoma ips* et une inhibition de seulement 22% de la croissance de *Ophiostoma piceae*.

*Aureobasidium pullulans* et *Hormonema dematioides* sont les plus sensibles à l'action des Actinomycètes. Fb 35 2 inhibe à 65% la croissance d'*A. pullulans* et à 82% la croissance d'*H. dematioides*. *O. piceae* est le plus résistant à l'action des Actinomycètes. La souche La 4 n'agit que sur certains champignons. La souche T313 n'a pas inhibé la croissance des champignons testés. Elle est éliminée des expériences futures.

On peut constater que la croissance de certains champignons est fortement inhibée par une bactérie et peu par une autre alors que celle-ci démontre son efficacité sur un autre champignon. Ainsi, en inoculant dans le bois plusieurs bactéries différentes, on peut espérer cumuler l'effet de deux bactéries sur un champignon et améliorer l'efficacité du moyen de lutte dans un environnement naturel où les spores de plusieurs champignons se déposent sur le bois durant la même période.

## **2. Recherche du moyen utilise par les bacteries pour inhiber la croissance des champignons**

### **2.1. Recherche d'une substance constitutive inhibitrice de la croissance des champignons**

La gélose prélevé à proximité de la bactérie est placé entre deux disques de gélose supportant le champignon. Deux lectures ont été réalisées à une semaine d'intervalle (Tableau IV).

Dans le cas des *Bacillus*, le disque de gélose supposé contenir la substance inhibitrice, ne permet pas l'arrêt de la croissance des champignons. L'inhibition de la croissance n'est pas due à une substance constitutive, ou bien la rémanence de la substance est trop faible pour être mise en évidence dans ces essais. En effet, l'expérience dure de 15 à 25 jours (délai nécessaire au recouvrement par le champignon de la boîte témoin). Il est possible que la dégradation de la substance survienne bien avant la fin de l'expérience.

Cette expérience met en évidence une (ou des) substance produite par les Actinomycètes et active sur la croissance du champignon. Dans certains cas, l'inhibition disparaît d'une observation à l'autre (confrontations Fb35 2-A. *pullulans*). On peut penser dans ce cas, que la substance active s'est dégradée durant le temps qui sépare les deux observations. De même, il se peut que la souche La 4 donne des résultats négatifs dans ce test alors que les résultats étaient positifs dans le test de confrontation bactérie-champignon car la rémanence de la substance est faible.

Après 3 semaines, on constate que la souche Fb 35 2 n'est plus active sur *A. pullulans* et *O. ips* alors qu'elle le reste sur *H. dematioides*. Cela peut s'expliquer par le fait que *H. dematioides* est plus sensible que les autres champignons à l'action des bactéries. Une autre hypothèse est que la bactérie

filamenteuse produit plusieurs substances. Celles actives sur *O. ips* et *A. pullulans* se dégradant plus rapidement que celle(s) active(s) sur *H. dematioides*.

Aucune substance ne permet l'inhibition d'*O. piceae* et d'*O. querci*. Compte tenu de l'inhibition observée en présence des bactéries (Tableau III), ces résultats peuvent s'expliquer par la faible vitesse de croissance de ces champignons. Ainsi, les hyphes mettront, plus de temps pour arriver à proximité du disque de gélose et la substance devra être active plus longtemps pour avoir une action sur les champignons.

Tableau IV : Mise en évidence d'une substance constitutive produite par les bactéries et inhibitrice de la croissance des champignons

IV.I : Observation 2 semaines après le début de l'expérience

BACTERIES	CHAMPIGNONS				
	<i>A. pullulans</i>	<i>H. dematioides</i>	<i>O. piceae</i>	<i>O. ips</i>	<i>O. querci</i>
<i>B. subtilis</i> Na 1	-	-	-	-	-
<i>B. polymyxa</i> Na 18	-	-	-	-	-
<i>B. polymyxa</i> CC	-	-	-	-	-
Actinomycète C6	+	+	/	+	/
Actinomycète Fb352	+	+	/	+	/
Actinomycète La 4	/	/	/	/	/

IV.II : Observation 3 semaines après le début de l'expérience

BACTERIES	CHAMPIGNONS				
	<i>A. pullulans</i>	<i>H. dematioides</i>	<i>O. piceae</i>	<i>O. ips</i>	<i>O. querci</i>
<i>B. subtilis</i> Na 1	-	-	-	-	-
<i>B. polymyxa</i> Na 18	-	-	-	-	-
<i>B. polymyxa</i> CC	-	-	-	-	-
Actinomycète C6	+	+	-	+	-
Actinomycète Fb352	-	+	-	-	-
Actinomycète La4	-	-	-	-	-

- : Le champignon entre en contact avec le disque de gélose ; + : Zone d'inhibition entre le champignon et le disque de gélose ; / : Croissance fongique insuffisante pour donner un résultat

## 2.2. Recherche d'une substance inductible inhibitrice de la croissance des champignons

Certaines bactéries produisent des métabolites de façon constante, c'est à dire indépendamment du milieu dans lequel elles se trouvent, d'autres par contre ne produisent qu'en présence d'un inducteur. Dans le cas qui nous intéresse, l'inducteur pourrait être une substance produite par le champignon. L'expérience,

décrite dans le paragraphe 4.2.1, ne permet pas la synthèse de ces substances inductibles si elles existent puisque le disque de gélose est prélevé d'une boîte de Pétri ne contenant que la bactérie. C'est pourquoi nous avons réalisé une seconde expérience où le disque gélosé est prélevé d'une boîte de Pétri dans laquelle sont cultivés à la fois la bactérie et le champignon.

Les résultats obtenus à la suite de cette expérience sont identiques aux précédents. Le champignon n'a aucune influence sur la production d'antifongiques.

### **2.3. Recherche d'une compétition trophique**

Lorsque la moitié de la strie bactérienne est éliminée du milieu de culture, le champignon poursuit sa croissance de façon homogène, qu'il y ait, ou qu'il n'y ait plus la bactérie (Figure 6 cas 1). Cette expérience montre que la croissance du champignon est ralentie, mais toujours possible. L'inhibition de la croissance n'est pas due à une compétition trophique, ou bien la substance inhibitrice n'est pas stable.

### **2.4. Recherche d'une substance volatile inhibitrice de la croissance des champignons**

Utilisation de boîtes compartimentées : Le compartimentage évite le contact entre la gélose supportant la bactérie et la gélose sur laquelle se trouve le champignon. On empêche ainsi la diffusion de substances dans le milieu de culture. Seule une substance volatile produite par la bactérie pourra dans cet essai provoquer une inhibition de la croissance du champignon.

Utilisation de boîtes contenant une couche de gélose dans le fond de la boîte et une couche de gélose sur le couvercle : Dans cette expérience, la gélose supportant la bactérie et la gélose supportant le champignon ne sont toujours pas en contact. Seule la disposition de la bactérie par rapport au champignon change. Cette expérience nous semblait plus appropriée pour mettre en évidence une faible production de substance volatile.

La croissance du champignon dans les boîtes tests est identique à la croissance du champignon dans les boîtes témoins (boîte de Pétri sans bactérie). Lorsqu'elle a lieu, l'inhibition de la croissance du champignon n'est pas due à la synthèse par la bactérie d'une substance volatile (Figure 8).

## **CONCLUSION**

Le bleuissement du bois est le résultat d'une attaque fongique. C'est dans le cadre de la recherche d'une méthode de lutte biologique que nous avons testé les possibilités de recourir à des souches du genre *Bacillus* et d'Actinomycètes.

Certains *Bacillus* inhibent jusqu'à 68% de la croissance mycélienne et quelques Actinomycètes inhibent 80% de la croissance de plusieurs champignons. De plus, les résultats laissent supposer que plusieurs substances sont capables de provoquer une inhibition de la croissance des champignons. Il est donc probable que l'application de deux substances différentes permette l'augmentation du pourcentage d'inhibition.

Les souches de *Bacillus* et d'Actinomycètes testées présentent toutes deux des avantages et des inconvénients qui vont déterminer les perspectives de recherche. Les *Bacillus* sont ubiquistes. Ils ont souvent été isolés du bois. Il y a donc de fortes chances pour qu'ils puissent se multiplier et vivre dans ce matériau. De plus, sous forme sporulée, ces microorganismes résistent au moins à 80°C pendant 10 minutes. Ils résisteront donc à de grandes variations de température et d'humidité. Pour finir, ils augmentent la perméabilité du bois sans induire de modification notable des caractéristiques mécaniques du bois. Cette caractéristique est intéressante car elle peut faciliter un traitement chimique ultérieur et cela d'autant plus que les bactéries sont souvent plus résistantes aux produits de préservation que les champignons. Les essais effectués au cours des recherches montrent que l'action antagoniste a lieu si la bactérie est présente. Il est donc préférable d'appliquer celle-ci dans le bois afin qu'elle assure une sécrétion continue. Il faudrait alors, favoriser la colonisation et le maintien de la bactérie dans le bois.

Les Actinomycètes, autorisent des niveaux d'inhibition tout à fait intéressants. Ils n'ont cependant pas été isolés du bois mais de composts, de pailles, ... Nous ne savons donc pas si ils peuvent vivre et se multiplier dans le bois. Afin de connaître avec précision leurs possibilités de développement sur le matériau, il convient de procéder à une série d'expériences permettant de définir le biotope qui leur convient. Ces microorganismes sont connus pour produire des pigments très colorés qui varient suivant le pH et le substrat. Des tests sur le bois permettront de définir avec précision l'incidence des différents pigments. Les essais effectués montrent que les Actinomycètes agissent par l'intermédiaire de substances inhibitrices constitutives qui diffusent dans le milieu de culture. Il est donc possible de s'intéresser directement aux substances. Leur isolement et leur identification sont un préalable à leur application directe. Une telle méthode pourrait cumuler les avantages de la lutte biologique (méthodes moins toxiques pour l'utilisateur et moins dangereuses pour l'environnement) et de la lutte chimique (facilité de manipulation, de stockage, maîtrise de la concentration appliquée, fabrication à l'échelle industrielle, commercialisation, ...). Enfin, les Actinomycètes étant déjà utilisés pour produire industriellement des enzymes, des antibiotiques ou des inhibiteurs enzymatiques, il devrait être possible d'adapter à notre cas un procédé déjà mis en œuvre pour une autre application

Les résultats que nous avons obtenu sont encourageants et nous incitent à poursuivre la mise au point d'une méthode de lutte biologique dont l'application dans le cadre du bleuissement du bois pourrait constituer une alternative intéressante à la lutte chimique.

## REMERCIEMENTS

Ce travail a été effectué avec l'aide financière de l'agence de l'environnement et de la maîtrise de l'énergie (ADEME, PARIS) que nous remercions vivement.

## REFERENCES

ANONYME, (1941) : Le bleuissement du bois des résineux. Annales de l'école nationale forestière. Bull. N°27, tome VIII, fascicule 1, 1-7.

- ANONYME, (1993) : Répertoire des collections françaises de microorganismes, 2<sup>ème</sup> édition. Coédité par le Bureau des Ressources Génétiques BRG, 57 rue Cuvier, 75231 Paris cedex 05, et par la Société Française de Microbiologie SFM, 28 rue du Docteur Roux, 75724 Paris cedex 15.
- ASANTE G.S., NEAL A. L., (1963) : Characterization of Fungistatic Substances Produced by a *Bacillus* Antagonistic to *Ceratocystis ulmi*. *Phytopathology*. Vol. 54, 819 pp.
- BENKO R., (1989) : Biological control of blue stain on wood with *Pseudomonas cepacia* 6253. Laboratory and field test. Document N° : IRG/WP/1380.
- EFRANSJAH F., (1988) : Contribution à l'étude de la préservation du bois : Amélioration de l'impréniabilité du bois d'épicéa (*Picea sp.*) par un pré-traitement bactérien et caractérisation du comportement du bois par l'utilisation des ultrasons. Thèse Doctorale. Université de Nancy I. 230 pp.
- GREAVES H., (1969) : Micromorphology of the Bacterial Attack of Wood. *Wood Science and technology*. Vol. 3, 150-166.
- GREAVES H., (1973) : Bacterial Uptake of Elements from a Copper-Chrome-Arsenic Containing Medium. *Material und Organismen* 8. Bd. Heft 2.
- KRIEG N.R., HOLT J.G., (1984) : *Bergey's manual of systematic bacteriology*. Vol. 1. 964 pp. Williams et Wilkins, Baltimore, London.
- SUKI C., CROAN, TERRY L. HIGHLEY, (1991) : Antifungal activity in metabolites from *Streptomyces rimosus*. Document N° : IRG/WP/1495.
- WILLIAM M., FOGARTY, OWEN P. WARD , 1973 - Growth and Enzyme Production by *Bacillus subtilis* and *Flavobacterium pectinovorum* in *Picea sitchensis*. *Wood Science and Technology*. 7, 261-270.

## PROCES-VERBAL DE LA SEANCE DU 11 JANVIER 1996

Après l'Assemblée Générale annuelle des Académie et Société Lorraines des Sciences, la séance mensuelle est ouverte par le Président Jean-Marie Keller à la Communauté Urbaine du Grand Nancy en présence de 51 personnes dont 21 non-membres.

Parmi les membres de l'A.S.L.S., étaient présents:

- Mesdames LIONEL-PELERIN M.J., GIAMBERINI L., BERNA M.T., GRAND'EURY J.M., PATARD M.T., WAGNER M., MATHIOT B.,
- Messieurs KELLER J.M., MAUBEUGE P.L., BERNA G., FLECHON J., ORY P., COUDRY G., PHILIPON J.P., DELIVRE J., PERRIN C., DOSSMANN J., PARGNEY J.C., STEPHAN F., BOULAY J., PIERRE J.F., COMBREMONT G., VALCK P., BOURGOIN R., HEYDORFF A., HARTEMANN P., HOUPERT G., PENTENERO A., CLAUDON J.F., NOURISSON M..

Etaient excusés:

- Mesdames COLIN S., KELLER-DIDIER C., BESSON S.,
- Messieurs HAUMARET B., ROUFOSSE O., CONDE B., Frère BASILE, KEVER-PASCALIS, GALOTTE L., REICHLING, DELMER A., CHOUVIAC C., CUVELIER A., DELSATE, BLOCH J.M., VALLET F., RAUBER, BEGORRE, BELMONT, GAY R., LEONARD G., GUERRIER de DUMAST B., CHONE C., WENZEL G., Lieutenant Colonel De RIBIER, LEHR P., ROSSINOT A..

### COMMUNICATIONS

Le Président J.-M. KELLER donne la parole à **Mademoiselle GIAMBERINI L.** pour la présentation de sa communication intitulée: "**Implication des hémocytes et du système excréteur dans les mécanismes d'accumulation et de détoxification du plomb chez la moule d'eau douce *Dreissena polyphorma*: étude morphologique et microanalytique.**"

Après cet exposé, Monsieur PARGNEY a demandé si l'on observe bien une prolifération et une accumulation des toxines et Monsieur GUEROLD, si celles-ci se fixent à des protéines de transport. Mademoiselle GIAMBERINI a répondu par l'affirmative.

Monsieur DELIVRE s'est interrogé sur le risque éventuel d'apparition de saturnisme. Mademoiselle GIAMBERINI a reconnu qu'à cause de ce risque, ces animaux ne sont pas comestibles.

Monsieur KELLER s'est alors inquiété du devenir des sujets intoxiqués. l'intervenante a répondu qu'ils survivent.

La parole est ensuite donnée à **Monsieur MAUBEUGE P.L.** pour la présentation de la communication de **Monsieur PARENT C.** portant sur: "**La Lorraine et l'Alsace dans la nomenclature botanique, zoologique et paléontologique, en minéralogie, en stratigraphie et en préhistoire. Etude critique.**"

### CONFERENCE

La conférence du jour est présentée par **Monsieur le Professeur PIHAN J.C.**, Directeur du Centre de recherche écologique



de l'Université de Metz, sur le sujet: "De l'Ecologie à l'Ecotoxicologie".

### Résumé

Le Professeur PIHAN définit l'écologie, la toxicologie et l'écotoxicologie, discipline récente, science de l'habitat et du poison. C'est l'étude des polluants dans les écosystèmes, de leur circulation entre les biotopes et les communautés vivantes et les conséquences de leur action au niveau des systèmes écologiques naturels et artificiels.

L'orateur analyse successivement les aspects descriptifs et explicatifs de l'écotoxicologie ainsi que les aspects appliqués en biosurveillance de l'état de santé des écosystèmes aquatiques: bioindicateurs, biocapteurs, biomarqueurs. En aucun cas l'écotoxicologie ne peut se développer sans une croissance simultanée de nombreuses autres spécialités scientifiques. Elle a besoin d'évoluer au sein d'une interdisciplinarité très large ce qui est une difficulté dans l'acquisition des moyens en chercheurs. Il faut rapidement envisager une montée en puissance de recrutement multidisciplinaire de jeunes chercheurs, la constitution de réseaux régionaux, la réalisation de plateformes analytiques lourdes. L'observation des écosystèmes doit être poursuivie sur du long terme, l'effort doit être soutenu avec un équilibre entre les recherches de terrain et les recherches de laboratoire.

Suite à cet exposé, Monsieur FLECHON a demandé pourquoi on ne trouve plus d'écrevisses dans nos campagnes et si ce phénomène est lié à la pollution. Monsieur PIHAN explique que la disparition des écrevisses est liée à une épidémie d'origine virale. Il a également précisé que l'élevage des écrevisses devrait reprendre en France, notamment en Corse.

Monsieur VALCK s'est inquiété de savoir si nous sommes en sursis sur cette Terre. Monsieur PIHAN, sans vouloir être alarmiste, a cependant fait remarquer qu'aux Etats-Unis, les organochlorés utilisés comme pesticides, et notamment le D.D.T., ont une incidence négative sur le pourcentage de fertilité masculine. Il est clair aujourd'hui qu'il existe une baisse de la fécondité dans l'espèce humaine.

Monsieur MAUBEUGE a tenu à préciser que le sel affleure bien en Meurthe-et-Moselle (exemples de Dombasle et Rosières-aux-salines) et que celui-ci, entrant dans un cercle infernal, contribue à la pollution des rivières. A ce sujet, le conférencier a fait remarquer que, dans les années à venir, la tendance ne sera plus à la dilution des déchets mais plutôt à leur concentration et que l'avenir est aux éco-traitements et aux éco-industries.

Monsieur DELIVRE a rappelé que, durant la guerre du Pacifique, le rôle néfaste du D.D.T. sur l'instinct sexuel a été à l'origine de la naissance des pin-ups pour raviver le désir sexuel des G.I..

Après avoir remercié les personnes présentes de leur attention et les différents intervenants, le Président KELLER met fin à la séance et fixe la suivante au 8 février 1996.