

**ESTIMATION DE LA POLLUTION ATMOSPHERIQUE ACIDE
DANS UN SECTEUR DE LA MOYENNE VALLEE DE LA VIENNE
(REGION DE SAINT-JUNIEN - SAILLAT)
PAR L'ETUDE DES LICHENS EPIPHYTES**

BOTINEAU M., LAURENT M. et GHESTEM A.

Laboratoire de Botanique, Faculté de Pharmacie
2, Rue du Docteur Marcland - 87025 Limoges Cedex

RESUME

Les auteurs confirment l'intérêt des lichens comme bioindicateurs de la pollution atmosphérique acide à l'occasion d'un inventaire des lichens épiphytes d'un secteur de la moyenne vallée de la Vienne. La méthode phytosociologique liée au calcul d'un indice de poléotolérance leur permet de cartographier la pollution atmosphérique acide de cette région.

MOTS CLES : Lichens, Groupements épiphytiques, Bio-indicateurs, Pollution atmosphérique, Limousin.

SUMMARY

The authors confirm the interest of lichens as bio-indicators of acid air pollution, in a "survey" of epiphytic lichens in the mid-valley of the river Vienne. The phytosociological method, associated with the assesment of a "poleotolerance" rate, allowed them to achieve a repartition-map of the acid air pollution in this area.

KEY WORDS : Lichens, Epiphytic communities, Bio-indicators, Air pollution, Limousin.

INTRODUCTION

Saillat sur Vienne est l'un des plus importants sites industriels de la région Limousin. Son activité papetière entraîne des rejets atmosphériques de divers composés soufrés.

Notre démarche a donc été d'évaluer l'impact de la pollution atmosphérique acide, due à l'anhydride sulfureux, sur la flore lichénique épiphytique de la région.

I - GENERALITES

a) Constitution des lichens

Les lichens sont des végétaux symbiotiques formés par la réunion de deux "partenaires" de nature différente :

- d'une part une algue qui, par la photosynthèse, apporte les nutriments carbonés
- et d'autre part un champignon qui assure la protection de l'algue et lui fournit eau et sels minéraux.

Les algues qui s'associent aux champignons dans les lichens appartiennent à une trentaine de genres différents, soit du groupe des Cyanophycées (algues bleues, *Nostoc*), soit le plus souvent du groupe des Chlorophycées (algues vertes, *Trentepohlia* et *Trebouxia*).

Les champignons sont le plus souvent des Ascomycètes (chez les Ascolichens), plus rarement des Basidiomycètes (chez les Basidiolichens).

b) Morphologie

Les lichens sont des Thallophytes : leur appareil végétatif est un thalle (ne présentant ni feuille, ni tige, ni racine, ni appareil conducteur) en lames plus ou moins découpées ou en axes plus ou moins ramifiés. Nous pouvons distinguer plusieurs grands types morphologiques :

- Les thalles fruticuleux : le thalle est divisé en tiges cylindriques ramifiées ou en lanières aplaties entières ou divisées. Il adhère au support par un crampon réduit et peut donner des touffes pendantes ou dressées d'assez grande dimension (*Usnea florida*, *Ramalina fraxinea*, *Evernia prunastri*)

- Les thalles foliacés : ils sont formés par des lames plus ou moins lobées, étalées sur le substrat auquel elles sont fixées par de nombreux petits crampons appelés rhizines ou par un seul pour les thalles dits ombiliqués (*Parmelia caperata*, *Xanthoria parietina*)

- Les thalles squamuleux : ils sont formés de petites écailles juxtaposées ou imbriquées adhérant assez étroitement au substrat.

- Les thalles crustacés : Ils sont fortement appliqués au substrat et il est impossible de les en détacher. Le thalle semble parfois être totalement incorporé au support (*Pertusaria amara*, *Phlyctis argena*).

- Les thalles gélatineux : ce sont des thalles foliacés particuliers, d'aspect noirâtre : coriaces, friables et opaques à l'état sec, ou bien gélatineux, souples et translucides à l'état humide, car il existe une dominance de Cyanophycées (*Collema* sp.).

- Les thalles complexes : sur un thalle primaire foliacé, squamuleux, parfois fugace, se dresse un thalle secondaire fruticuleux formé d'éléments appelés "Podétions" simples ou ramifiés (*Cladonia* sp.).

Dans notre étude il n'y a pas d'exemples de thalle squamuleux ni de thalle gélatineux.

c) Caractères particuliers des lichens justifiant leur choix comme bioindicateurs

Les lichens possèdent de nombreuses particularités et des différences fondamentales avec les végétaux supérieurs expliquant leur choix comme bioindicateurs.

- A la différence des végétaux supérieurs qui perdent leurs feuilles l'hiver, les lichens présentent une activité photosynthétique ininterrompue au cours de l'année. Ils subissent donc les effets continus de la pollution résultant de l'augmentation d'émission de polluants au cours de l'hiver (chauffage domestique, brouillards toxiques ...) et de leur manque d'élimination par perte des feuilles. Cette pérennité est une caractéristique essentielle expliquant la sensibilité des lichens à la pollution atmosphérique.

- Le métabolisme très lent des lichens entraîne un faible taux de croissance et une grande longévité permettant de suivre l'évolution de la pollution

- Les cellules lichéniques accumulent de façon non sélective des substances prélevées dans l'atmosphère (soufre, plomb, fluor, éléments radioactifs, etc...). Cette capacité d'accumulation permet d'utiliser les lichens comme bioindicateurs d'une pollution spécifique.

Les lichens absorbent les aliments par toute la surface de leur thalle. La pression osmotique élevée des cellules leur permet de capter la vapeur d'eau en atmosphère non saturée. Ceci souligne l'importance des brouillards qui augmentent au cours des pollutions atmosphériques.

II - L'INFLUENCE DE LA POLLUTION ATMOSPHERIQUE SUR LA FLORE LICHENIQUE

a) Historique

A la suite de nombreuses observations, on soupçonnait depuis longtemps l'influence néfaste des villes sur le développement lichénique. Par ses travaux, dès 1866, NYLANDER confirme cette hypothèse. Il constate que les lichens se raréfient au sein des villes et ne présentent souvent qu'un développement incomplet. NYLANDER est le premier à parler des lichens comme une sorte "d'hygiomètre très sensible" et à établir ainsi une relation entre la salubrité de l'air et la population lichénique (DERUELLE, 1978).

En 1926, les travaux de SERNANDER, effectués dans la région de Stockholm (Suède), déterminent trois zones autour du centre ville. Ces zones sont en relation avec la pollution urbaine et correspondent à différents degrés de développement des lichens.

En 1930, HAUGSJA publie les premières cartes de répartition concernant la distribution d'une vingtaine d'espèces de lichens dans la région d'Oslo (Norvège). Actuellement, plus de cent zones urbaines réparties dans le monde entier ont été étudiées.

En France, les études ont concerné jusqu'ici les régions suivantes :

- le midi de la France, Toulouse, VINCENT en 1968
- la région Parisienne, DERUELLE en 1971 et 1983

- le Nord de la France, DELZENNE-VAN HALUWYN en 1973
- la Normandie, LEROND en 1975 et 1981
- la Champagne, DERUELLE, LALLEMAND et ROUX en 1979
- les Alpes, ASTA en 1980
- le Limousin, Limoges, HENRION-GIRAUD en 1984
- la région Rhône-Alpes, Lyon, BELANDRIA

Incontestablement, ces nombreuses études soulignent l'influence de l'atmosphère urbaine sur la disparition des lichens.

En 1964, DE SLOOVER et LAMBINON définissent un indice de pureté atmosphérique (IPA ou IAP) dont la formule actuelle, après de nombreuses modifications, est celle de LEBLANC et DE SLOOVER (1970).

En 1970, HAWKSWORTH et ROSE établissent une échelle quantitative d'estimation de la pollution atmosphérique en SO₂ en Angleterre et au Pays de Galles. De nombreuses études sont depuis effectuées à l'aide de cette méthode (HENRION, 1984).

b) Les effets sur la flore lichénique

La flore lichénique, à l'approche des villes et des zones industrielles, présente une diminution du nombre et du recouvrement des espèces mais aussi une régression de leur fertilité. On donne à cet ensemble de modifications le terme de poléophobie (ERICHSEN, 1928, in DERUELLE, 1978).

La réduction du nombre d'espèces dans le temps est mise en évidence par comparaison de listes et d'herbiers anciens avec la flore actuelle. Cette réduction va de pair avec l'augmentation de la pollution acide.

A l'inverse, on a observé la réinstallation de lichens dans des lieux dont la qualité de l'air s'est améliorée. Le jardin du Luxembourg, à Paris, en est l'exemple le plus récent.

III - METHODE DE TRAVAIL

A - Présentation des différentes techniques habituellement utilisées

a) Méthodes qualitatives

1 - La méthode de HAWKSWORTH et ROSE

HAWKSWORTH et ROSE (1970), à l'aide d'observations de terrain et de mesures physico-chimiques, ont mis au point une échelle quantitative d'estimation de la teneur en SO₂ atmosphérique (tableau n° 1).

Cette échelle met en correspondance une zone de pollution caractérisée par une teneur en SO₂ en µg/m³ (soit 11 gradients) avec la présence d'un ensemble d'espèces caractéristiques (80 espèces lichéniques) que l'on peut ensuite cartographier.

Cette méthode s'applique uniquement aux lichens épiphytes.

Le niveau de pollution d'une station est déterminé en comparant les relevés de la station et l'échelle de HAWKSWORTH et ROSE.

Zones	Espèces caractéristiques	Teneur en SO ₂ (µg/m ³)
0	Epiphytes absents.	> 170
1	<i>Pleurococcus viridis</i> s.l. présent mais limité à la base du tronc.	170
2	<i>Pleurococcus viridis</i> s.l. s'étend sur le tronc; <i>Lecanora conizaeoides</i> limité à la base.	150
3	<i>Lecanora conizaeoides</i> s'étend sur le tronc.	125
4	<i>Parmelia physodes</i> et/ou <i>Parmelia saxatilis</i> ou <i>Parmelia sulcata</i> apparaissent à la base du tronc mais ne s'étendent pas.	70
5	<i>Parmelia physodes</i> ou <i>Parmelia saxatilis</i> s'étendent jusqu'à 2,5 m ou plus; <i>Lepraria candelaris</i> , <i>Pertusaria amara</i> peuvent apparaître; si <i>Ramalina farinacea</i> et <i>Evernia prunastri</i> sont présents, ils sont limités à la base.	60
6	<i>Parmelia caperata</i> présent au moins à la base; riches communautés de <i>Pertusaria albescens</i> ; <i>Parmelia furfuracea</i> présent dans les régions montagneuses.	50
7	<i>Parmelia caperata</i> s'étend sur le tronc; apparition de <i>Pertusaria hemisphaerica</i> , <i>Usnea subfloridana</i> .	40
8	<i>Usnea ceratina</i> et <i>Parmelia perlata</i> apparaissent.	35
9	<i>Lobaria pulmonaria</i> ou <i>Usnea florida</i> présents; si ces espèces sont absentes, les lichens crustacés sont très développés avec généralement plus de 25 espèces sur des arbres bien illuminés.	30
10	<i>Lobaria scrobiculata</i> .	"pur"

Tableau n° 1

ECHELLE QUALITATIVE UTILISANT LES LICHENS EPIPHYTES
DES ARBRES A ECORCE NON EUTROPHISEE
(d'après DERUELLE et LALLEMANT, 1983)

Cependant, cette méthode nécessite, quand elle est utilisée hors de Grande-Bretagne, quelques correctifs car les modifications des facteurs climatiques entraînent des variations de la flore locale et par conséquent du comportement des lichens.

En outre, il faut pouvoir justifier la présence ou l'absence des espèces retenues dans l'échelle. Une espèce peut être présente ou absente pour d'autres raisons que la qualité de l'air (influence du substrat).

2 - La méthode phytosociologique

Il est vite apparu (ISERENTANT et DE SLOOVER, 1976 in VAN HALUWYN et LEROND, 1988) qu'une communauté végétale apporterait une indication plus précise sur les conditions ambiantes que les espèces considérées isolément.

Des travaux ont été effectués sur la variation de la composition floristique des groupements épiphytes selon l'intensité de la pollution atmosphérique (Nord/Pas-de-Calais par VAN HALUWYN, 1978, Normandie orientale par LEROND, 1981).

Ces travaux ont débouché sur l'élaboration de tableaux de végétation présentant une structure en escalier. Ces décrochements correspondent à des démantèlements progressifs du synsystème lichénique (VAN HALUWYN et LEROND, 1988) directement en relation avec l'intensité de la pollution.

Par cette méthode, le choix des espèces indicatrices correspond obligatoirement à la flore locale et au type de pollution ambiante. Il n'y a donc ni extrapolation de résultats, ni limite géographique.

b) Méthode quantitative

2 - La méthode de LEBLANC et DE SLOOVER

Cette méthode permet le calcul d'un indice de pollution à partir d'une formule mathématique faisant intervenir différents paramètres relatifs à la flore lichénique épiphyte observée :

$$I.A.P. = 1/10 \times \sum_{i=1}^n Q \times f$$

n = nombre d'espèces dans chaque station

f = coefficient de recouvrement et de fréquence de chaque espèce évalué de 1 à 5

Q = indice écologique de chaque espèce (moyenne du nombre d'espèces accompagnantes d'une espèce donnée)

B - Protocole opératoire choisi

a) Cartographie en réseau

Cette pratique permet des observations de terrain uniformément réparties dans l'espace. Nous avons utilisé le quadrillage U.T.M. des cartes au 1/50.000^{ème} de l'I.G.N. (Feuilles de Rochechouart et Oradour-sur-Glane).

Nous n'avons pas pu effectuer un relevé dans chaque maille, ceci en raison de la grande étendue de la région d'étude. De plus, nous avons eu beaucoup de difficulté à trouver dans chaque carré des arbres isolés correspondant aux conditions exposées ci-après.

b) Choix des stations

Pour effectuer des relevés "homogènes", nous avons évité les milieux forestiers (microclimats particuliers) en ne prenant en considération que des arbres isolés ou d'alignement, ou exceptionnellement en lisières forestières.

Les observations se font sur des troncs d'un diamètre supérieur à 20 centimètres (entre 0,50 et 1 m) et à 1 m au dessus du sol (jusqu'à environ 2 m).

c) Réalisation des relevés et élaboration des tableaux

Les relevés sont réalisés suivant la méthode phytosociologique classique (B. DE FOUCAULT, 1987), adaptée à l'étude des cryptogames (B. DE FOUCAULT et C. VAN HALUWYN, 1973) et ordonnés en tableaux :

- un tableau brut où sont rassemblés tous les relevés tels qu'ils se présentent, sans ordre particulier ou par ordre chronologique,
- un tableau de croissance, les relevés classés par ordre décroissant du nombre d'espèces par relevé à l'horizontale, et par ordre croissant de fréquence des espèces (nombre de relevés où l'espèce est présente par rapport au nombre total de

relevés) à la verticale,

- un tableau élaboré : dans le tableau de croissance, on cherche à rapprocher les espèces qui vont ensemble (c'est à dire celles qui sont simultanément présentes dans quelques relevés et absentes dans d'autres). On fait alors apparaître une structure en escalier.

Seul ce dernier est présenté dans notre étude.

La nomenclature utilisée pour les lichens est celle de LIKENOJ DE OKCIDENTA EUROPO de CLAUZADE et ROUX (1985). Celle des Bryophytes est de PIERROT (1982).

4 - Calcul de l'indice de poléotolérance

Adapté de la méthode de LEBLANC et DE SLOOVER, l'indice de poléotolérance est calculé de la façon suivante :

$$X = Cs \cdot Cf \cdot N$$

X = Indice de Poléotolérance

Cs = coefficient de pollution spécifique de l'espèce fixé selon l'échelle de HAWKSWORTH et ROSE que nous avons adapté en tenant compte d'autres travaux réalisés en France.

Cf = coefficient de présence : il permet d'intégrer la notion de vitalité de l'espèce.

N = nombre d'espèces par relevé; celui-ci permet de préciser l'appauvrissement lichénique en fonction d'une pollution croissante.

Ces indices permettent de classer en six groupes les relevés indiquant un appauvrissement lichénique progressif.

IV - RESULTATS

a) Tableau de végétation n°2 et schématisation (tableau n°3)

Dans ce tableau, nous avons regroupé les lichens par affinités phytosociologiques. Nous avons isolé :

* Dans un premier groupe, des lichens réputés les plus poléophobes et qui apparaissent très localisés dans nos relevés. Il s'agit de *Lobaria scrobiculata* et des thalles d'*Usnea*. Pour cette dernière espèce, soulignons que nous n'avons observé que des thalles de petite taille, d'environ un centimètre de longueur. Ceci correspond aux relevés 1 à 7, que l'on peut considérer comme des reliquats d'une alliance qui devait être plus abondante autrefois : *Usneion florido-ceratinae*, Barkman 1958.

* Un deuxième groupe est constitué par des lichens à affinité nitrophile. L'alliance phytosociologique rassemblant ces formations est celle du *Xanthorion parietinae* Ahsner, 1928 emend. Barkman, 1958 et plus précisément de l'association du *Ramalinetum fastigiatae* Duvigneaud, 1942.

Les espèces caractéristiques de ce groupement, *Ramalina fraxinea*, *Ramalina farinacea* et *Ramalina fastigiata*, sont associées à *Evernia prunastri*, l'une des espèces corticoles les plus banales.

Ces thalles fruticuleux sont accompagnés régulièrement d'autres espèces à thalle foliacé, *Parmelia acetabulum*, ou crustacé, *Caloplaca ferruginea*, présentant également des affinités nitrophiles et qui définissent une alliance voisine.

Si *Evernia prunastri* est observée dans une grande partie de nos relevés, on remarque cependant sa régression puis sa disparition vers la droite du tableau. Les autres espèces définissant ce groupement apparaissent plus localisées (relevés n° 8 à 33).

Nous remarquons que l'espèce la plus sensible, *Ramalina fraxinea* n'a été observée qu'une seule fois (relevé n° 8).

* Le troisième groupe est défini par les lichens à thalle foliacé correspondant essentiellement au genre *Parmelia*. La répartition de ce cortège apparaît assez homogène; seuls les six relevés de la droite du tableau montrent une forte régression.

Cet ensemble correspond à l'alliance du *Parmelion caperatae* (Barkman, 1958), Delzenne et Gehu 1977, qui apparaît typiquement au niveau des relevés n° 34 à 58 à l'état pur. Nous l'appellerons "*Parmelion caperatae* type".

* Dans le quatrième groupe enfin, plus ou moins imbriqué avec le précédent, apparaît une communauté de lichens crustacés correspondant à l'association du *Pertusarietum amarae* Hil. 1925 emend. Barkman 1958.

On constate, par une concurrence plus faible du fait de la réduction du nombre d'espèces, que les coefficients d'abondance des *Pertusaria* sont plus importants à ce niveau.

On remarque à l'extrême droite du tableau la localisation de *Lecanora conizaeoides* et de l'algue *Pleurococcus viridis*, corrélativement à la régression et même disparition des lichens précédemment énumérés.

Pour chaque relevé, nous avons calculé et mis en corrélation l'indice de poléotolérance précédemment défini. Les valeurs des indices sont placés à la base du tableau.

Dans une colonne à l'extrême droite du tableau, nous avons inscrit, pour chaque espèce, le nombre de relevés où elle est présente.

b) Cartographie de la pollution atmosphérique (voir carte)

Cette carte a été établie d'après les indices de poléotolérance.

Le mode de calcul de l'indice de poléotolérance permet d'avoir une large amplitude de valeurs allant de 5 à 756, ce qui permet de classer assez facilement les relevés.

Nous pouvons ainsi de différencier 6 zones selon la valeur des indices; à chacune d'elle est attribuée une couleur différente permettant de les repérer plus facilement sur la carte.

Indice de poléotolérance (X)

1ère zone	X > 600	bleu
2ème zone	600 > X > 500	vert
3ème zone	500 > X > 400	jaune
4ème zone	400 > X > 300	rose
5ème zone	300 > X > 150	orangé
6ème zone	X < 150	noir

En bas du tableau, nous avons signalé la couleur de la zone de poléotolérance à laquelle appartient chaque relevé.

1 - Zone bleue : Indice de poléotolérance supérieur à 600

Nous retrouvons ici 3 relevés correspondant à la "zone à Usnée" (relevés n° 1, 2 et 7) ainsi que les trois premiers relevés de la "zone des nitrophiles" (relevés n° 8, 9 et 10), avec en particulier le relevé n° 8 qui est la seule localisation de *Ramalina fraxinea*, espèce la moins tolérante des *Ramalina*.

On retrouve une localisation relativement en périphérie de notre zone d'étude.

2 - Zone verte : Indice compris entre 500 et 600

Sont retrouvés ici, le relevé n° 6 qui présente encore des thalles d'Usnée, mais aussi cinq relevés de la "zone des nitrophiles" et enfin le relevé n°34, correspondant à la "zone du *Parmelion caperatae* type".

La répartition de ces relevés semble se disposer de façon plus ou moins circulaire dans un rayon de 4 à 5 km de Saint-Junien.

3 - Zone jaune : Indice compris entre 400 et 500

Cette zone se superpose assez nettement à la "zone du *Ramalinetum fastigiatae*" puisque la moitié des relevés de cette communauté phytosociologique y sont inclus. On trouve également un relevé à *Usnea* et quatre relevés du "*Parmelion caperatae* type".

Nous constatons que ces relevés présentent une répartition assez disséminée, mais qu'ils peuvent se rapprocher assez près des zones urbanisées (à 2 km de Saint-Junien et à la limite Sud de Saillat).

4 - Zone rose : Indice compris entre 300 et 400

Sont regroupés ici seulement quatre relevés des "groupements à *Ramalina*" et huit relevés correspondant au "*Parmelion caperatae* type".

Ces relevés, par rapport aux zones précédentes, se localisent dans la vallée de la Vienne, particulièrement entre Saillat et Saint-Junien, et autour de Saint-Brice.

5 - Zone orange : Indice compris entre 150 et 300

Cette zone correspond dans le tableau phytosociologique à la moitié droite des relevés appartenant au "*Parmelion caperatae* type".

Son isolement semble se justifier pour plusieurs raisons :

- régression sensible d'*Evernia prunastri* dont les coefficients de présence ne dépassent pas 5% d'une part, et disparition de *Pertusaria albescens*, *Lecanora gpe subfusca* et *Lecanora atra* d'autre part.

- le nombre des lichens dans chaque relevé ne dépasse généralement pas six,

- la localisation de ces relevés se superpose un peu à la précédente avec une présence dans l'agglomération de St Junien.

6 - Zone noire : Indice inférieur ou égal à 150

Elle correspond à un appauvrissement des communautés lichéniques avec moins de 4 espèces par relevé. Un tel appauvrissement a été constaté dans trois carrés correspondant à Saint-Junien et un relevé situé au bord de la N 141, à l'Est de Saint-Victurnien, de même que dans un autre carré situé à 2 km à l'Ouest de Saillat.

7 - Synthèse

Il n'est pas possible d'établir des courbes d'isopollution du fait des variations sans doute faibles de pollution atmosphérique, et d'autre part de l'influence de la topographie induisant des microclimats éventuellement plus favorables au développement des lichens.

Cette carte de synthèse montre une certaine orientation dans la disposition des carrés présentant des indices de poléotolérance similaires.

Si pour les indices > 500 les carrés apparaissent en ordre dispersé et relativement éloignés des zones urbanisées et industrialisées, on remarque une orientation Sud-Ouest / Nord-Est pour les carrés présentant des indices entre 400 et 500 (zone jaune) et une orientation Ouest / Est, c'est à dire suivant la vallée de la Vienne à ce niveau pour les pollutions supérieures (indice < 300 - zone orange ou noire).

Ceci montre l'influence des vents dominants Sud-Ouest et des brouillards qui peuvent s'accumuler dans la vallée (LAURENT, 1991).

Reprenant la méthode de HAKSWORTH et ROSE qui met en relation la présence d'un lichen avec le taux de SO_2 atmosphérique, et en comparant nos observations avec une étude faite précédemment sur l'agglomération de Limoges (HENRION-GIRAUD, 1984), nous pouvons dire que globalement nous nous situons dans la zone 7 correspondant à une pollution de $40 \mu g$ de SO_2 par m^3 .

Les six premiers relevés appartiennent à la zone 8 ($35 \mu g$ de SO_2 par m^3) et la partie extrême droite du tableau (relevés n° 59 à 64) correspond à une zone 4 (taux $> 60 \mu g$ de SO_2 par m^3).

V - CONCLUSION

De façon globale, on peut considérer que dans le secteur étudié, la pollution atmosphérique acide demeure assez faible, du fait de sources peu nombreuses, agglomération de St Junien et papeterie de Saillat, cette dernière rejetant jusqu'à présent une petite quantité d'anhydride sulfureux. D'autre part, ces effluents sont répartis et dilués grâce au caractère de vallée largement ouverte.

Toutefois, le doublement de l'activité de l'usine de Saillat accompagné d'une modification dans le traitement des rejets risquent d'entraîner une forte augmentation de l'émission d'anhydride sulfureux.

La présente étude peut donc constituer un état presque initial dans l'estimation de la qualité de l'air. Il conviendrait d'en effectuer le suivi pour en observer l'évolution.

BIBLIOGRAPHIE

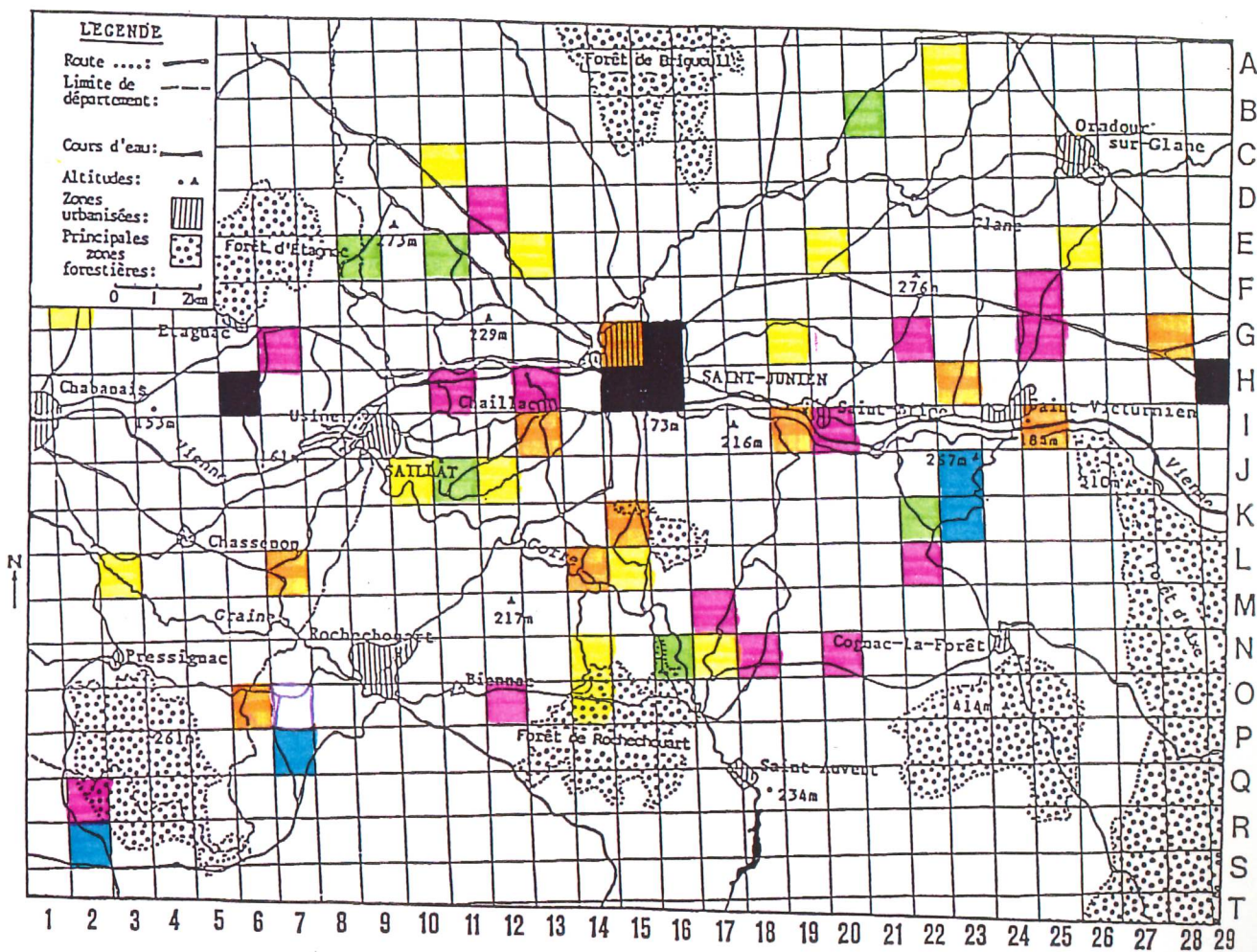
- BARKMAN, J.J., 1958. - Phytosociology and ecology of cryptogamic epiphytes. Including a taxonomy survey and description of their vegetation units in Europe. - Assen, Netherlands, 628p.
- CLAUZADE, G. ROUX, C., 1985. - Likenoj de okcidenta europo : ilustrita determin libro. *Bull. Soc. Bot. Centre-Ouest*, Royan, 833p.
- DELZENNE - VAN HALUWYN, C., 1973. - Contribution à l'étude de la distribution des lichens épiphytes dans le Nord de la France. Application au problème de la pollution atmosphérique. Thèse Doct. Etat Pharm., Univ. Lille II, 162p.
- DELZENNE, C., GEHU, J.M., 1978. - Sur deux associations épiphytiques du *Parmelion caperatae* des plaines et collines françaises. *Documents Phytosociologiques*, Lille, N.S., II, 117-126.
- DERUELLE, S., 1983. - Ecologie des lichens du Bassin Parisien. Impact de la pollution atmosphérique (engrais, SO₂, Pb) et relations avec les facteurs climatiques. Thèse Doct. Etat ès Sciences Nat., Univ. Paris VI, 360p.
- DERUELLE, S., 1978. - Les lichens et la pollution atmosphérique. *Bull. Ecol.*, 9, 2, 87-128.
- DERUELLE, S., LALLEMANT, R., 1983. - Les lichens témoins de la pollution. Vuibert éd., Paris, 108p.
- FOUCAULT, B. de, VAN HALUWYN, C., 1980. - Séminaire de phytosociologie cryptogamique. *Documents Phytosociologiques*, Lille, N.S., V, 503-521.
- FOUCAULT, B. de, 1987. - Petit manuel d'initiation à la phytosociologie sigmatiste. CRDP Amiens, 51p.
- HENRION-GIRAUD, M., 1984. - Estimation de la pollution atmosphérique dans l'agglomération de Limoges par l'étude des lichens corticoles. Thèse pour le Diplôme d'Etat de Docteur en Pharmacie, Univ. Limoges, 149p.
- LAMY DE LA CHAPELLE, E., 1880. - Catalogue des lichens du Mont-Dore et de la Haute-Vienne. *Bull. Soc. Bot. de France*, Paris, 200p.
- LAURENT, M., 1991. - Intérêt de l'étude des lichens comme bioindicateurs (pollution atmosphérique acide - métaux lourds). Application à la région de Saillat et Saint-Junien (Haute-Vienne et Charente). Thèse pour le Diplôme d'Etat de Docteur en Pharmacie. Univ. Limoges, 152p.
- LEROND, M., 1980. - Lichénogéographie de la Basse Seine (Application à la cartographie de la pollution atmosphérique). *Actes du Muséum de Rouen*, 35-69.
- LEROND, M., 1981. - Les lichens épiphytes en Normandie orientale : distribution, sociologie et application à la cartographie de la pollution atmosphérique. *Actes du Muséum de Rouen*, 299p.

- PIERROT, R.B., 1982. - Les Bryophytes du Centre-Ouest : classification, détermination et répartition. *Bull. Soc. Bot. Centre-Ouest*, Royan, 123p.
- VAN HALUWYN, C., LEROND, M., 1987. - La lichénosociologie dans l'évaluation de la qualité du milieu. *Colloques phytosociologiques : phytosociologie et conservation de la nature*, XV, Strasbourg, 234-250.
- VAN HALUWYN, C., LEROND, M., 1988. - Lichénosociologie et qualité de l'air : protocole opératoire et limites. *Cryptogamie, Bryol., Lichénol.*, 9 (4), 313-336.
-

Número des relevés	1	2	3	4	5	6	7	8	...	33	34	...	58	59	60	61	62	63	64	
Lobaria scrobiculata Usnea sp.	<i>Usneion florido- ceratinae</i>																			
Physcia tenella Candelaria vitellina Caloplaca ferruginea Parmelia tiliacea Physcia elaeina Xanthoria parietina Anaptychia ciliaris Parmelia acetabulum Ranalina fraxinea Ranalina farinacea Ranalina fastigiata Evernia prunastri	<i>Xanthorion parietinae</i>																			
Cladonia cf. coniocraea Parmelia borrieri Parmelia subaurifera Hypogyania tubulosa Hypogyania physodes Parmelia sulcata Parmelia fuliginosa Parmelia saxatilis Parmelia perlata Parmelia caperata	<i>Parmelion caperatae</i>								<i>Parmelion caperatae</i> type											
Pertusaria flavida Lecanora atra Lecanora ssp. sulfusca Pertusaria albescens Lecidea parasena var. elaeochrona Pertusaria pertusa Phlyctis argena Pertusaria anara Lepraria aeruginosa Lepraria candelaris	<i>Pertusarietum amarae</i>																			
Lecanora conizaeoides (Pleurococcus viridis)																			groupement 1 <i>Lecanora conizaeoides</i> et <i>Pleurococcus viridis</i>	
Coef. de Poldotolérance	756																			0

Tableau n° 3

SCHEMATISATION DU TABLEAU DE VEGETATION



Indice de
poléotolérance (X)

1 ^{ère} zone	$X \geq 600$	
2 ^{ème} zone	$600 > X \geq 500$	
3 ^{ème} zone	$500 \geq X \geq 400$	
4 ^{ème} zone	$400 \geq X \geq 300$	
5 ^{ème} zone	$300 \geq X > 150$	
6 ^{ème} zone	$X \leq 150$	

Cartographie des zones de pollution atmosphérique

INSTRUCTIONS AUX AUTEURS

Les articles destinés aux *Annales Scientifiques du Limousin* seront publiés en français ou en anglais. Ils seront adressés en double exemplaire à la Rédaction, Facultés de Médecine et de Pharmacie, 2, Rue du Dr.-Raymond-Marcland, 87025 - Limoges cédex. L'acceptation définitive ne sera réalisée qu'après l'approbation de ces articles par deux lecteurs choisis de manière anonyme parmi les Membres du Comité de Lecture.

La longueur de chaque article sera de 10 pages, y compris les illustrations et les tableaux. Le coût des pages supplémentaires sera facturé aux auteurs.

Présentation du texte : Le texte sera dactylographié en utilisant une machine à écrire électrique ou une imprimante double densité. La dactylographie du texte portera sur la page entière sans marges ; le texte subira en effet une réduction de 40 % lors de l'impression (par offset).

Un espace de 5 cm sera laissé en haut de la première page afin que la Rédaction puisse mettre les références de l'article. Le titre de l'article sera dactylographié en majuscules (sauf pour les noms latins qui seront en minuscules). Le nom de chaque auteur sera suivi de son prénom en abrégé et de son adresse professionnelle (ou à la rigueur de son adresse privée).

Le résumé anglais comportera à son début le titre traduit en bon anglais. Des mots clés ("key words") seront placés à la fin du résumé anglais.

Il est recommandé d'espacer les lignes du texte de 1,5 interligne. Par contre, il n'y aura qu'une interligne entre deux lignes successives pour les résumés, les légendes des figures et des tableaux.

Figures et tableaux : Les figures seront numérotées successivement avec des chiffres arabes et auront chacune une légende descriptive. Les tableaux seront numérotés de même avec des chiffres romains et seront pourvus chacun d'un titre. Les figures et les tableaux seront mis en place dans le texte par les auteurs eux-mêmes. Ils devront pouvoir subir une réduction de 20 % et conserver leur lisibilité : la hauteur des lettres et des chiffres ne devrait pas être inférieure à 1,5 mm après réduction.

Photographies : Les photographies en noir et blanc seront les plus nettes possibles, sur papier brillant et normalement contrastées. Elles seront mises en place dans le texte par les auteurs et devront comporter une légende. Les photographies en couleur ne seront pas acceptées.

Références bibliographiques : Les noms des auteurs seront mentionnés dans le texte avec l'année de publication entre parenthèses. Les références seront classées par ordre alphabétique à la fin du texte selon les exemples suivants :

CHAUDONNERET, J., 1978. - La phylogénèse du système nerveux annélido-arthropodien. *Bull. Soc. Zool Fr.*, 103, 69-95.

PATT, D.I., PATT, G.R., 1968. - Comparative vertebrate histology. Harper and Row éd., New-York, 438 p.

Les références seront dactylographiées avec un espace de 1,5 interligne entre deux références successives. L'espace sera de 1 interligne entre deux lignes successives pour la même référence.

Epreuves et tirés-à-part : Les auteurs ne recevront pas d'épreuves pour la correction. Les *Annales* n'assurent pas un nombre de tirés-à-part gratuit.