

LICHENS et QUALITÉ de l'AIR (initiation)

Jean-Pierre Gavériaux
14, résidence les Hirsons - 62800 LIEVIN
jean-pierre.gaveriaux@wanadoo.fr

Par la structure de leur thalle, ensemble d'hyphes emprisonnant des algues, possédant généralement des substances favorisant la rétention d'eau, jusqu'à ± prendre l'aspect d'une gelée chez certains cyanolichens, les lichens sont à même de piéger les polluants atmosphériques (gaz ou particules). Ils sont de ce fait plus sensibles que les végétaux (protégés par une cuticule imperméable) à la pollution atmosphérique, même lorsque cette pollution est faible.

Par exemple, le SO₂ (dioxyde de soufre), qui était l'un des composants majeurs de la pollution atmosphérique urbaine et industrielle, se dissout facilement dans l'eau atmosphérique, peut pénétrer dans les thalles, donner des sulfites et bisulfites qui modifient profondément divers processus métaboliques :

- perturbation des transports d'électrons pendant la phase de photoconversion de la photosynthèse, et détérioration des chloroplastes des algues ;
- diminution considérable de l'activité photosynthétique, les ions sulfites bloquant l'activité de certaines enzymes intervenant dans l'incorporation du CO₂ ;
- dégénérescence des crêtes mitochondriales ;
- altération de la synthèse des protéines ;
- modification de la nutrition azotée...

Les voies métaboliques sont rapidement modifiées, le complexe lichénique se nécrose progressivement et finit par mourir.

Contrairement aux capteurs physico-chimiques qui ont été conçus pour détecter la présence d'une substance bien précise, les lichens sont sensibles à l'ensemble des polluants atmosphériques ; ils nous informent d'une modification de la qualité de l'air lorsque de nombreuses espèces disparaissent (ou réapparaissent). Toutefois, ils sont sensibles à des degrés divers et c'est cette sensibilité différentielle vis-à-vis des facteurs de l'environnement qui nous permet de les utiliser comme bioindicateurs (également comme bioaccumulateurs).

Deux méthodes ont été rapidement présentées lors du colloque, une méthode qualitative mise au point (1986-1988) par Chantal Van Haluwyn et Michel Lerond pour le Nord de la France et la Normandie, méthode très largement utilisée par les scolaires et les centres d'initiation à l'environnement, et une méthode allemande (1995), quantitative, normalisée, permettant le calcul d'un indice de qualité de l'air (IQA).

1. La méthode Van-Haluwyn-Lerond (1986)

Pour établir l'échelle de correspondance entre lichens et pollution, les techniques de la phytosociologie ont été utilisées. Une communauté de lichens apporte plus de renseignements qu'un seul individu pris isolément. Lors de l'augmentation de pollution, les communautés lichéniques se fragmentent en de nouveaux groupements (contenant moins d'espèces) dont l'évolution reste bloquée, ou en groupements relictuels qui sont des altérations des communautés initiales.

Ces études ont permis aux auteurs de sélectionner un petit nombre d'espèces caractéristiques d'une région donnée, à une époque donnée, choisies pour leur facilité d'identification, et de mettre au point une échelle comprenant 7 zones de pollution notées de A à G :

	Pollution	Critères d'identification des principaux lichens utilisés pour la cartographie de la qualité de l'air (méthode Van Haluwyn - Lerond) par Jean-Pierre Gavériaux (2009)
A	extrême	Pas de lichens - <i>Pleurococcus viridis</i> (algue) parfois attaqué par <i>Athelia arachnoidea</i> (champignon)
B	très forte	Amandinea (= <i>Buellia punctata</i>) (c) thalle C-, nombreuses petites apothécies globuleuses noires. Lecanora conizaeoides (c) thalle d'aspect granuleux (sorédié) C-, gris-vert, très petites apothécies lécanorines (0,5-1 mm) dispersées à disque brun jaunâtre clair.
C	forte	Lecanora expallens (c) thalle d'aspect granuleux (sorédié) C+ orange, toujours stérile. Lepraria incana (c) thalle granuleux, gris-vert ± bleuâtre, dans les parties ombragées.
D	assez forte	Diploicia canescens (c) thalle en rosette, gris clair nuancé de vert bleuâtre, à lobes marginaux imitant des cannelures, partie centrale granuleuse (nombreuses soralies plus claires). Lecidella elaeochroma (c) thalle C+ orange, bordé d'une ligne hypothallique noire, nombreuses petites apothécies globuleuses noires. Phaeophyscia orbicularis (fo) petites rosettes vertes à lobes rayonnants, à partie centrale sorédiée (soralies gris vert ± sombre), à rhizines débordant le thalle. Occupe souvent des surfaces importantes par coalescence de nombreux petits thalles. Physcia tenella (fo) nombreux lobes étroits gris-vert ± bleuâtre, munis de cils marginaux, à extrémités aplaties, élargies, portant des soralies labriformes (en forme de lèvres), thalle K+ (jaune). Xanthoria polycarpa (fo) K+ rouge, apothécies abondantes, thalle très réduit.
E	moyenne	Candelariella xanthostigma (c) thalle K-, formé de granulations dispersées, jaune ± orangé, stérile. Evernia prunastri (fr) ramifications en lanières pendantes, à face sup. verte et face inf. blanche, nombreuses soralies marginales. Hypogymnia physodes (fo) lobes creux, de 2-3 mm de large, gris-bleu (± verdâtre) en forme de gouttière retournée, élargis aux extrémités pour donner des soralies labriformes, pas de rhizines sur le face inf. Parmelia sulcata (fo) lobes bleu-vert, larges de 5 mm avec un réseau de fissures claires donnant des soralies, médulle et soralies C- (C+ chez <i>P. subrudecta</i>). Physcia adscendens (fo) extrémité des lobes élargies et recourbées en forme de capuchon, Thalle K+ (jaune). Physconia grisea (fo) lobes gris ± pruneux avec des soralies blanchâtres granuleuses vers la périphérie. Pseudevernia furfuracea (fr) lanières à face sup. grise, fortement isidiée et face inf. noirâtre (ou blanchâtre) Xanthoria parietina (fo) K+ rouge, thalle développé, apothécies uniquement dans la partie centrale.
F	faible	Pleurosticta (= <i>Parmelia acetabulum</i>) (fo) thalle vert bronze devenant vert clair au contact de l'eau. Flavoparmelia caperata (fo) lobes jaune verdâtre, larges de 0,5 à 1,3 cm, médulle K+ jaune. Melanelixia fuliginosa subsp. glabratula (= <i>Parmelia glabratula</i>) (fo) lobes brunâtres, brillants, ne dépassant pas 3 mm de large, avec de nombreuses isidies vers le centre du thalle. Parmelina (= <i>Parmelia pastillifera</i>) (fo) lobes gris bleuâtre couverts d'isidies noires en forme de boutons pédicellés, laissant une cicatrice à la cassure. Flavoparmelia (= <i>Parmelia soledians</i>) (fo) lobes vert jaunâtre ne dépassant pas 0,5 cm de large, médulle K+ jaune puis rouge. Melanelixia (= <i>Melanelia</i> = <i>Parmelia</i>) (gr) subaurifera (fo) lobes brunâtres, mats, isidies donnant des soralies blanchâtres au frottement. Punctelia (= <i>Parmelia subrudecta</i>) (fo) lobes bleu-vert, larges de 5 mm avec des soralies blanches pontiformes (ciel étoilé), médulle et soralies C+ rouge (C- chez <i>P. sulcata</i>) Parmelina (= <i>Parmelia tiliacea</i>) (fo) lobes gris bleuâtre, couverts d'isidies brun sombre globuleuses, ne laissant pas une cicatrice à la cassure. Pertusaria amara (c) thalle gris clair couvert de soralies blanches hémisphériques 0,5-1,5 mm (goût amer) Pertusaria pertusa (c) thalle gris clair couvert de verrues fertiles 0,8-2 mm (aspect de dent cariée à la loupe) Phlyctis argena (c) thalle stérile K+ jaune puis rouge, gris blanchâtre un peu luisant avec par endroit des parties mates couvertes de soralies. Ramalina farinacea (fr) thalle en forme des petites touffes pendantes à ± dressées, lobes aplatis très fins, verts sur les 2 faces, avec des soralies marginales. Ramalina fastigiata (fr) lobes aplatis, verts sur les 2 faces, toujours dressés, avec des apothécies terminales. Xanthoria candelaria (fo) K+ rouge, nombreux lobules minuscules, dressés, serrés les uns contre les autres, aux extrémités très découpées, sinueuses et sorédiées.
G	très faible	Anaptychia ciliaris (fr) lobes en lanières, pubescents, ± étalés, munis de cils marginaux brun-noir. Parmotrema (= <i>Parmelia perlata</i>) (fo) lobes gris-bleu, ascendants, 1,5 cm de large à l'extrémité, avec des soralies marginales blanches ± globuleuses. Hypotrachyna (= <i>Parmelia revoluta</i>) (fo) lobes gris-bleu, révolutés (retournés vers le substrat). Physcia aipolia (fo) lobes étroits, gris, dépourvus de cils marginaux, nombreuses apothécies à disque gris bleuâtre. Physconia distorta (fo) lobes étroits, gris, pruneux, nombreuses apothécies à disque pruneux, rhizines noires perpendiculaires au thalle. Ramalina fraxinea (fr) lobes aplatis, longs (jusque 15-20 cm), verts sur les 2 faces, pendants, avec des apothécies latérales (pas uniquement sur frêne).

Tableau 1 - Liste des espèces utilisées et principales caractéristiques pour la reconnaissance sur le terrain
(Cette fiche est disponible au format word, modifiable selon vos préférences, sur le CD "Lichens et qualité de l'air")

- A est la zone où la pollution est à son maximum, les polluants sont extrêmement actifs, aucun lichen corticole ne survit (véritable désert lichénique).
- B, C et D correspondent à des zones de très forte, forte, assez forte pollution ; dans la zone D les arbres présentent moins de 10 espèces lichéniques différentes (surtout des lichens crustacés).
- E est une zone de pollution moyenne avec apparition de petits foliacés et d'un fruticuleux.
- F et G sont des zones de faible ou très faible pollution, la richesse en lichens devient très significative ; certains troncs sont fortement recouverts de foliacés et de fruticuleux.

Quelques conseils pour le relevé

a) Choix de la station :

Il faut prendre une station dans laquelle les arbres sont soumis aux mêmes conditions environnementales, même exposition à la lumière, aux vents et aux intempéries. Ci cela est possible prendre les arbres appartenant à une même espèce, à défaut choisir des arbres ayant des caractéristiques assez proches.

Ne pas prendre les arbres dont le diamètre est insuffisant (arbres trop jeunes), il semble que 20 cm de diamètre soit le minimum nécessaire.

Les relevés seront effectués sur les 6 arbres possédant les populations lichéniques les plus abondantes.

b) Délimitation sur chaque arbre de l'aire minimale pour le relevé lichénologique :

Déterminer sur le tronc une aire de 20-30 cm de largeur x 50-80 cm de hauteur, de façon à faire figurer dans le relevé le maximum d'espèces présentes sur le substrat. Éviter d'inclure dans l'aire minimale, les parties basses du tronc plus ou moins perturbées par des apports extérieurs (déjections canines, pulvérisations chimiques : engrais, désherbants, sel apporté sur les routes lors des périodes de verglas...).

c) Recensement des espèces présentes :

Établir la liste des espèces présentes en s'aidant du tableau qui donne les caractéristiques d'identification de terrain. Pour les espèces posant un problème d'identification, le prélèvement d'un morceau de thalle permettra au laboratoire d'étudier l'échantillon avec une documentation plus conséquente (il est également conseillé au début de consulter une personne ayant des connaissances plus avancées en lichénologie de terrain). Ce travail de relevés sera fait pour les 6 arbres choisis.

d) Élaboration de la fiche de relevé :

1^e partie : les renseignements relatifs à la station

La fiche de relevé doit comporter le maximum d'informations afin de faciliter l'interprétation ultérieure des résultats. Indications importantes devant figurer sur cette fiche :

- Les coordonnées de la M.E.R. (Maille Élémentaire Régionale).
- Le lieu : ville avec code postal, rue, lieu-dit...,
- L'altitude, la longitude, la latitude (l'utilisation d'un GPS facilite ce travail).
- Le numéro de relevé intégrant la date : exemple 99060401 (1er relevé réalisé le 4.6.99), les deux premiers chiffres correspondent à l'année, les deux suivants au mois du relevé, ces quatre chiffres sont les plus importants.
- La nature du phorophyte (frêne, peuplier, érable, tilleul...). Seuls les arbres dont le diamètre est supérieur à 20 cm sont pris en considération.

La nature de l'environnement immédiat des arbres sélectionnés. En zone urbaine il est possible de distinguer :

1. Les arbres alignés le long des rues, autour des places : à la base le sol est souvent couvert d'une couche de macadam ; à proximité, des bâtiments plus ou moins hauts perturbent les déplacements d'air, et une circulation automobile plus ou moins intense apporte divers polluants.
2. Les arbres plantés le long d'allées plus ou moins terreuses-caillouteuses dans les jardins publics et les parcs.
3. Les arbres situés dans des pelouses de jardins publics ou de jardins privés ; à la base on peut trouver :
 - de l'herbe, du gazon avec arrosages plus ou moins fréquents et apports d'engrais,
 - un sol nu suite à l'utilisation de désherbants pour faciliter la tonte autour des arbres (la base des troncs bénéficie alors bien souvent des divers traitements chimiques proposés).

2° partie : les espèces rencontrées

Pour chacun des 6 relevés indiquer la présence du lichen sur le tronc en notant 1 dans la case correspondante de la fiche de relevé présentée ci-contre ou ce qui est mieux mais plus long, indiquer son coefficient d'abondance-dominance (si l'on désire faire un suivi de la station dans le temps). Quelques cases vides en bas de la liste permettent l'ajout d'espèces peu courantes ne figurant pas sur cette liste.

- i : individu seul
- + : individus peu nombreux - recouvrement < 1 %
- 1 : individus peu nombreux - recouvrement de 1 à 5 %
- 2 : recouvrement de 5 à 25 %
- 3 : recouvrement de 25 à 50 %
- 4 : recouvrement de 50 % à 75 %
- 5 : recouvrement supérieur à 75 %
- j : juvénile - n : thalle altéré en voie de nécrose

3° partie : l'évaluation de la qualité de l'air

Attribuer enfin une lettre A à G en fonction des espèces présentes dans le relevé ; l'interprétation n'est pas toujours facile ; si les espèces rencontrées vont jusque E mais que l'on trouve un jeune thalle d'une espèce localisée en F (ex. : un jeune thalle de *Parmelia caperata*), on peut indiquer E mais en évolution vers F afin de ne pas surestimer ce juvénile. Lors de la réalisation de cartes de pollution, en fonction de la taille des mailles que vous avez choisies, vous pouvez regrouper plusieurs niveaux de pollution afin de rendre la carte plus lisible.

Nous conseillons donc d'établir une cartographie initiale, si possible en notant les coefficients d'abondance-dominance (relevés lichénosociologiques) puis de refaire quelque temps plus tard les mêmes relevés dans les mêmes sites. Ceci permet de voir quand une espèce apparaît, est en plein développement, régresse puis disparaît. Ces relevés réalisés sur les mêmes arbres à quelques années d'intervalle, permettent d'estimer la progression ou la régression de la pollution dans certains secteurs, donc de suivre l'évolution de la pollution dans l'espace et le temps.

Deux exemples de résultats, l'un en zone E, l'autre en zone F

RELEVÉ LICHENOLOGIQUE - Maille Élémentaire Régionale n° :							2405 D43
Lieu :	Avion - Lycée Pablo Picasso						
Altitude :	92 m	Longitude :					
Date :	05/04/93	Latitude :					
A1 :	Peuplier	A2 :	Peuplier	A3 :	Peuplier		
A4 :	Peuplier	A5 :	Peuplier	A6 :	Peuplier		
Biotope :	Alignement de peupliers près du terrain de sport du lycée						
Auteur du relevé lichénologique :	Classe de 1ère S du lycée						
Espèces lichéniques recensées (20x50 cm)	Fréquence de l'espèce sur l'arbre						Zone
	1	2	3	4	5	6	
Buellia punctata	1	1	1	1	1	1	B
Lecanora conizaeoides	1			1			B
Phaeophyscia orbicularis			1				D
Physcia tenella	1	1	1	1	1	1	D
Physcia adscendens		1	1		1		E
Lecanora chlorotera		1		1			
Pollution moyenne			Niveau de qualité de l'air =				E
Rappel : A = extrême - B = très forte - C = forte - D = assez forte - E = moyenne							
F = faible - G = très faible (mettre 1 quand l'espèce est présente)							

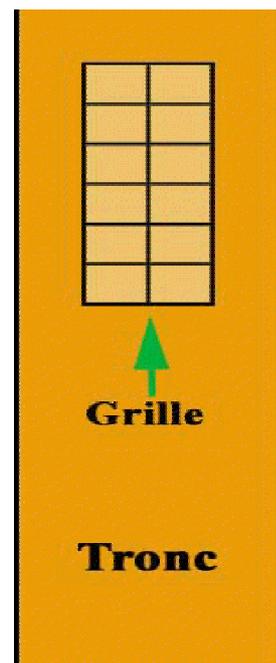
RELEVÉ LICHENOLOGIQUE - Maille Élémentaire Régionale n° :							2405 D43
Lieu :	Avion - Lycée Pablo Picasso						
Altitude :	92 m			Longitude :			
Date :	17/09/00			Latitude :			
A1 :	Peuplier	A2 :	Peuplier	A3 :	Erable		
A4 :	Peuplier	A5 :	Peuplier	A6 :	Erable		
Biotope :	Arbres en alignement le long du terrain D'EPS et de la cantine						
Auteur du relevé lichénologique :	Classe de 1ère S du lycée						
Espèces lichéniques recensées (20x50 cm)	Fréquence de l'espèce sur l'arbre						Zone
	1	2	3	4	5	6	
Buellia punctata	1	1	1	1			B
Lecanora conizaeoides	1			1			B
Lecanora expallens		1	1				C
Phaeophyscia orbicularis		1	1				D
Physcia tenella	1	1	1	1	1	1	D
Xanthoria polycarpa	1	1	1	1			D
Evernia prunastri	1		1				E
Hypogymnia physodes		1					E
Parmelia sulcata	1			1	1	1	E
Physcia adscendens		1	1	1			E
Xanthoria parietina	1	1	1	1			E
Parmelia acetabulum				1			F
Parmelia caperata						1	F
Parmelia glabratula					1		F
Parmelia subaurifera	1	1					F
Parmelia subrudecta	1			1			F
Ramalina farinacea		1	1				F
Ramalina fastigiata							F
Xanthoria candelaria				1			F
Lecanora chlorotera		1					
Parmelia exasperatula					1		
Pollution faible			Niveau de qualité de l'air =			F	
Rappel : A = extrême - B = très forte - C = forte - D = assez forte - E = moyenne							
F = faible - G = très faible (mettre 1 quand l'espèce est présente)							

2. La méthode allemande avec calcul d'un IQA (indice de qualité de l'air)

Cette méthode utilisée par les ingénieurs allemands (d'après la directive VDI-3799, feuillet 1, 1995) consiste à placer sur l'arbre une grille de 20 cm de largeur sur 50 cm de hauteur qui présente 10 carrés de 10 cm de côté. Une grille préétablie sur un morceau de plastique transparent suffit pour un usage occasionnel.

Cette grille est placée à l'endroit de l'arbre qui semble présenter la plus grande diversité lichénique, à hauteur des yeux (le bas de la grille est environ à un mètre du sol).

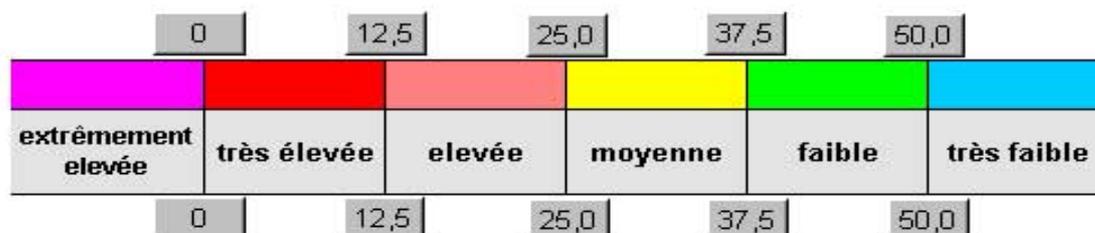
Établir la liste des espèces présentes en s'aidant de la fiche qui donne les caractéristiques d'identification de terrain. Pour les espèces posant un problème d'identification, le prélèvement d'un morceau de thalle permettra au laboratoire d'étudier l'échantillon avec une documentation plus conséquente (il est également conseillé au début de consulter une personne ayant des connaissances plus avancées en lichénologie de terrain).



- Pour chacun des 6 arbres, en face du nom de l'espèce trouvée, indiquer le nombre de carrés dans lesquels l'espèce est présente sur la grille (fréquence notée de 0 à 10, zéro quand l'espèce est absente, 10 quand elle est présente dans toutes les cases).

Pour chaque ligne calculer ensuite la fréquence moyenne (somme des fréquences divisée par 6) qui sera reportée dans la dernière case de la ligne. Puis additionner toutes les fréquences moyennes afin d'obtenir l'IQA.

La valeur d'IQA permet ensuite en se reportant au tableau ci-dessous d'attribuer un niveau de pollution, de très élevé à très faible quand l'IQA dépasse 50.



IQA = Indice de qualité de l'air (Normes allemandes)

6 niveaux de pollution de l'air sont généralement admis pour l'Europe tempérée.

Un exemple de relevé dans une zone de pollution faible

RELEVÉ LICHENOLOGIQUE - Maille Élémentaire Régionale n° : 2406 B 11							
Lieu : Ablain Saint-Nazaire (Pas-de-Calais) Nécropole Nationale de Lorette							
Altitude : 175 m				Longitude : non mesurée			
Date : 16/05/95				Latitude : non mesurée			
A1 :	Erable	A2 :	Erable	A3 :	Erable		
A4 :	Erable	A5 :	Erable	A6 :	Erable		
Biotope : Alignement d'érables en bordure du cimetière							
Auteur du relevé lichénologique : Atelier scientifique du Lycée Pablo Picasso							
Espèces lichéniques recensées (20x50 cm)	Fréquence de l'espèce sur l'arbre						Fréquence moyenne
	1	2	3	4	5	6	
Buellia punctata	2	1	0	0	0	3	1,00
Buellia griseovirens	0	0	1	0	0	0	0,17
Candelaria reflexa	0	0	0	0	1	0	0,17
Evernia prunastri	4	3	4	2	3	5	3,50
Hypogymnia physodes	1	0	3	0	1	0	0,83
Lecanora chlorotera	2	3	0	1	4	6	2,67
Lecanora expallens	0	1	1	0	0	0	0,33
Parmelia acetabulum	0	4	0	2	3	0	1,50
Parmelia caperata	1	0	0	0	0	0	0,17
Parmelia laciniatula	0	0	2	0	0	0	0,33
Parmelia subaurifera	4	2	5	2	1	4	3,00
Parmelia subrudecta	7	8	5	6	7	8	6,83
Parmelia sulcata	2	6	3	5	7	7	5,00
Phaeophyscia orbicularis	0	0	0	0	1	0	0,17
Physcia ascendens	0	4	0	2	2	0	1,33
Physcia tenella	2	5	3	7	8	10	5,83
Ramalina farinacea	2	4	2	0	8	1	2,83
Xanthoria parietina	4	1	2	6	3	0	2,67
Pollution faible						Indice de qualité de l'air - IQA = 38,33	
Rappel IQA - très élevée < 12,5 < élevée < 25 < moyenne < 37,5 < faible < 50 < très faible							

(La nomenclature utilisée est celle de 1995)



1. *Punctelia subrudecta* - 2. *Physcia adscendens* - 3. *Pleurosticta acetabulum* : 3a thalle sec vert bronze ; 3b thalle humide vert clair ; 3c gros plan sur les apothécies - 4. *Diploicia canescens* - 5. *Parmelia sulcata* ; 6. *Phaeophyscia orbicularis* - 7. Apothécies de *Xanthoria parietina* - Photos Jean-Pierre GAVERIAUX).

Les tableaux I et II sont disponibles sur le CD "Lichens et qualité de l'air", ils ont été créés sous Excel 2000 avec des cases contenant des formules permettant le calcul automatique des fréquences moyennes et de l'IQA. Il suffit d'indiquer les nombres issus du relevé dans les cases correspondantes ; des boutons en liaison avec des macros permettent de réinitialiser les tableaux ou de les imprimer. Les diverses formules (non protégées) peuvent bien entendu être modifiées en fonction de vos préférences personnelles ; il faut toutefois sous Windows Vista demander un niveau de protection assez bas sinon les calculs sont bloqués.

Remarque 1 : ces méthodes de relevés étant surtout destinées à des scolaires ou des débutants, on pourra, pour simplifier la nomenclature des foliacés à grands lobes, regrouper les divers genres récemment créés *Flavoparmelia* (*F. caperata*, *F. sorediens*), *Hypotrachyna* (*H. revoluta*), *Melanelia* (*M. exasperata*, *M. exasperatula*), *Melanelixia* (*M. fuliginosa* subsp. *glabratula*, *M. subargentifera*, *M. subaurifera*), *Parmelina* (*P. pastillifera*, *P. tiliacea*), *Parmotrema* (*P. perlatum*), *Pleurosticta* (*acetabulum*), *Punctelia* (*P. subrudecta*) sous le genre "*Parmelia* s.l."

Remarque 2 : Certains troncs sont parfois couverts de quelques espèces (*Physconia grisea*, *Xanthoria paritina*, *Physcia*..) nitrophiles indiquant un niveau élevé de pollution par l'azote [non traitée lors de l'exposé].

Ces attributions de lettres ou d'indices ne correspondent pas à un taux précis de pollution mais sont en relation à une diversité lichénique qui dépend elle-même de la qualité de l'air à l'endroit du relevé. Elles permettent toutefois, lorsqu'elles sont réalisées dans les mêmes conditions, de comparer la qualité de l'air dans les diverses zones d'une même région et de suivre l'évolution (amélioration ou régression) de la station dans le temps.

Bibliographie

- CLAUZADE G. & C. ROUX - 1985 - Likenoj de okcidenta Eùropo. Illustrita determinlibro, accompagné du supplément 1a, Soc. Bot. du Centre-Ouest, 893 p.
- CLAUZADE G. & C. ROUX - 1986 - Likenoj de okcidenta Eùropo. Supplément 2a, Soc. Bot. du Centre-Ouest, 18:177-214.
- CLAUZADE G. & C. ROUX - 1989 - Likenoj de okcidenta Eùropo. Supplément 3a, Soc. Linn. Provence, 40:73-110.
- DOBSON F. - 2005 - LICHENS, an illustrated guide, 5rd rev. Edition, Richmond Publishing, England - 480 p.
- GAVÉRIAUX J.P. - 1995 - Les lichens et la bioindication de la qualité de l'air, Guide à l'usage des professeurs des collèges et lycées, CRDP d'Amiens, 52 p. (8 pl. couleur).
- GAVÉRIAUX J.P. - 2000 - Les lichens et la qualité de l'air, CD-Rom, IUFM Nord-Pas-de-Calais (disponible auprès de l'AFL).
- PURVIS, COPPINS, HAWKSWORTH, JAMES & MOORE - 1992 - The lichen flora of Great Britain and Ireland, 710 p.
- SÉRUSIAUX E. DIEDERICH P. et LAMBINON J. - 2004 - Les macrolichens de Belgique, du Luxembourg et du nord de la France - Clés de détermination. (Ferrantia 40) - 188 p.
- TIÉVANT P. - 2002 - Guide des lichens, éditions Delachaux et Niestlé, 320 p.
- VAN HALUWYN C. & M. LEROND - 1996 - Guide des Lichens, éditions Lechevalier, 344 p.
- WIRTH V. - 1995 - Flechtenflora, Verlag Ulmer, Stuttgart, 580 p.
- WIRTH V. - 1995 - Die Flechten Baden-Württembergs, Verlag Ulmer, Stuttgart, t. 1 et 2, 1006 p.