

## Les lichens, bio-indicateurs de la qualité de l'air

Un lichen résulte de l'association symbiotique entre une algue chlorophyllienne microscopique et un champignon, ce dernier représentant plus de 90 % du lichen. La symbiose signifie qu'il y a des échanges bénéfiques au niveau nutritionnel entre l'algue et le champignon. En effet le champignon donne de l'eau et des sels minéraux à l'algue qui en échange offre au champignon certains aliments qu'elle a synthétisé grâce à l'énergie solaire.

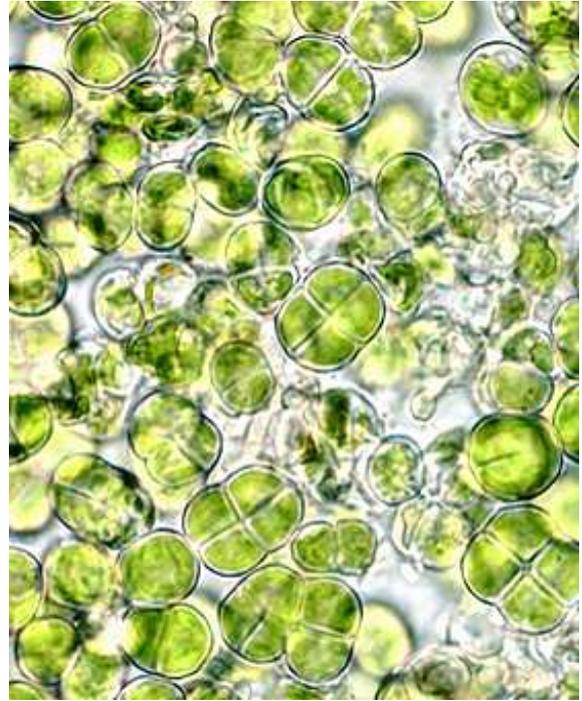
### Structure

*Pleurococcus vulgaris* ou pleurocoque est une algue verte unicellulaire qui pousse sur les vieux murs et les troncs d'arbres humides. Cette algue est présente dans de nombreux lichens où elle se reproduit de manière asexuée.



**Tronc d'arbre recouvert de pleurocoques**

<http://upload.wikimedia.org/wikipedia/commons/f/f5/Pleurococcus2pl.jpg>

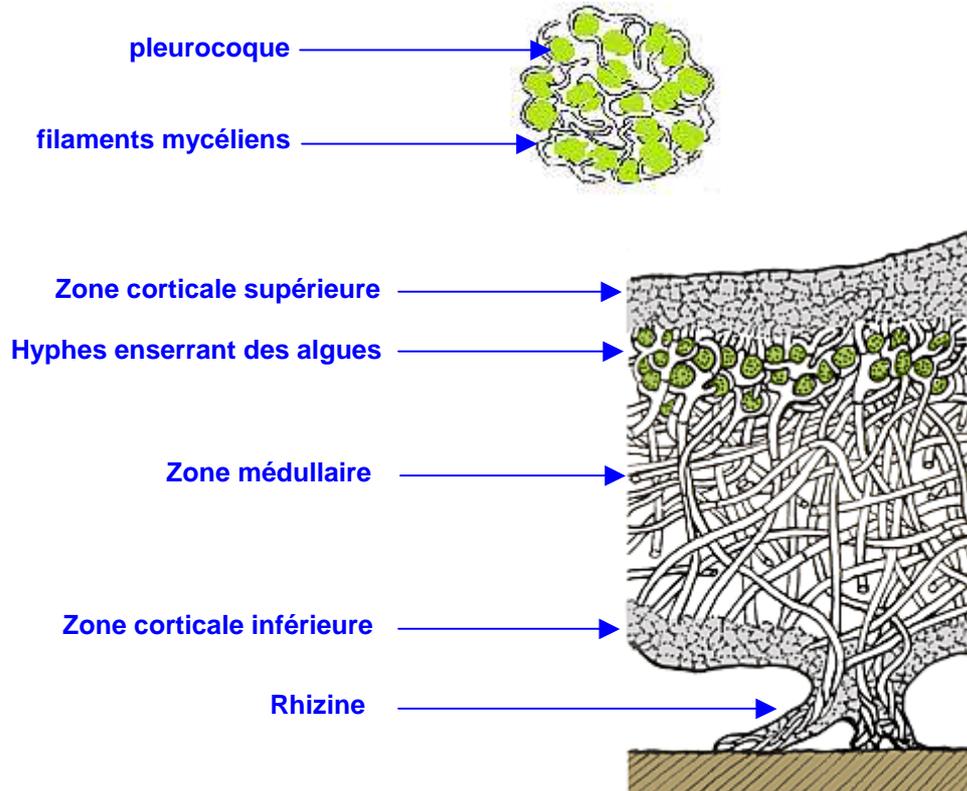


**Observation de pleurocoques**  
au microscope optique (chloroplastes en vert )  
multiplication asexuée par simple division



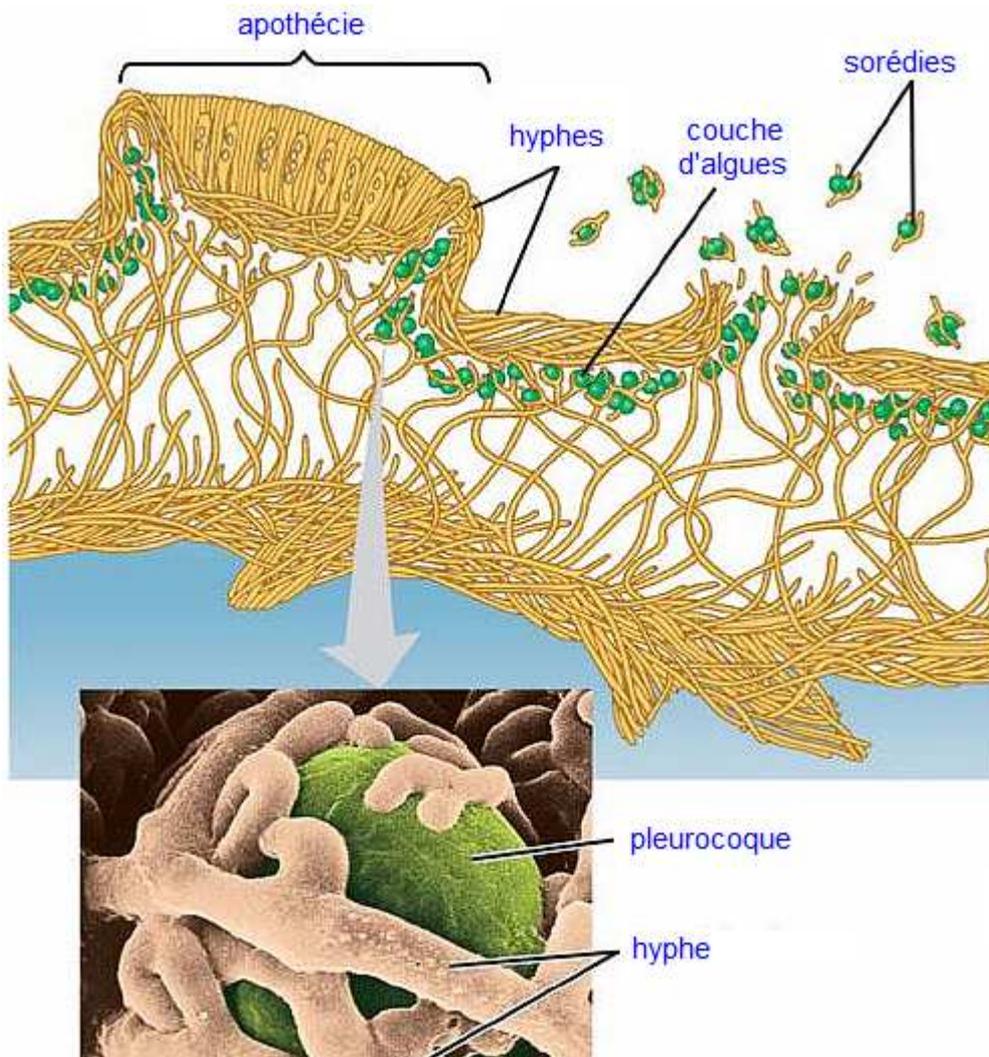
Un **mycélium** constitue la partie végétative des champignons et se compose d'un ensemble de filaments, plus ou moins ramifiés appelés hyphes (wikipedia (GNU Free License))

## Structure d'un jeune lichen



## Structure interne d'un thalle lichénique

<http://www.arctic.uoguelph.ca/cpl/organisms/plants/terrestrial/lichens/basicmorph.htm>

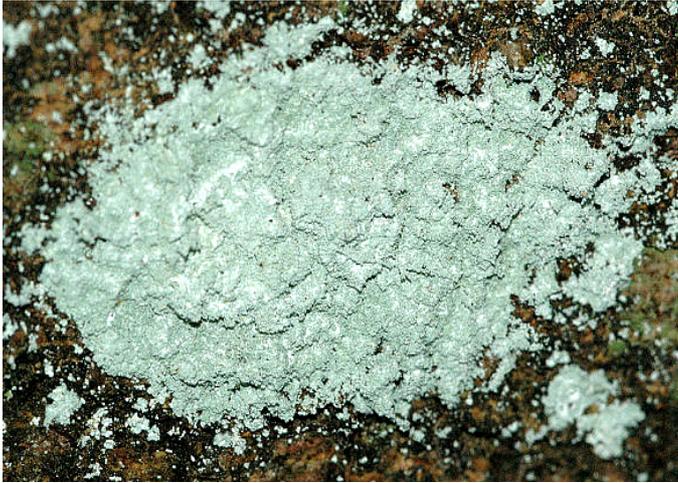


<http://unknown-endangered.tumblr.com/post/46592946957/lichen-morphology-ascocarp-the-reproductive>

## Différents types de thalle

### Thalle lépreux

Le thalle est constitué d'un ensemble de **granules** formés chacun de filaments mycéliens associés à quelques pleurocoques.



***Lepraria incana***

<http://commons.wikimedia.org/wiki/File:Lepraria.incana2.-.lindsey.jpg>

### Thalle crustacé

Il forme une **croûte** qui adhère fortement à l'écorce à tel point que seule la pointe d'un couteau peut permettre son détachement (80% des lichens sont des thalles crustacés).



***Lecanora rupicola***

[http://commons.wikimedia.org/wiki/File:White\\_Rim-Lichen\\_%283816809864%29.jpg](http://commons.wikimedia.org/wiki/File:White_Rim-Lichen_%283816809864%29.jpg)

### Thalle squamuleux

Il est formé de minuscules écailles qui se recouvrent partiellement les unes et les autres.



***Squamarina cartilaginea***

[http://www.lichens.lastdragon.org/Squamarina\\_cartilaginea.html](http://www.lichens.lastdragon.org/Squamarina_cartilaginea.html)

### Thalle foliacé

Thalle lobé qui se détache facilement de l'écorce malgré sa possible fixation par des rhizines.



***Parmelia sulcata***

[http://commons.wikimedia.org/wiki/File:Parmelia\\_sulcata.jpeg](http://commons.wikimedia.org/wiki/File:Parmelia_sulcata.jpeg)

### Thalle fruticuleux

Thalle ramifié, buissonnant adhérent à l'écorce par une surface réduite.



***Usnea filipendula***

[http://commons.wikimedia.org/wiki/File:Usnea\\_filipendula\\_170406a.jpg](http://commons.wikimedia.org/wiki/File:Usnea_filipendula_170406a.jpg)

### Thalle composite

Il est constitué d'un thalle primaire et un thalle secondaire dressé.



***Cladonia cristatella***

[http://commons.wikimedia.org/wiki/File:Cladonia\\_cristatella\\_%28British\\_Soldier%29.JPG#](http://commons.wikimedia.org/wiki/File:Cladonia_cristatella_%28British_Soldier%29.JPG#)

## Thalle gélatineux

Le thalle gorgé d'eau constitue une masse gélatineuse. Quand il est sec, il devient noir et friable. Les filaments mycéliens sont associés à des cyanobactéries.



*Collema subflaccidum*

<http://lichens.digitalmycology.com/macrolichens/Collema.html>

## Organes permettant l'identification d'un thalle

### Soralies

Ce sont des organes à l'aspect farineux ou granuleux constitués d'algues et de filaments mycéliens qui sont émis par les déchirures du thalle. Leur couleur est généralement différente de celle du thalle. Leur transport par le vent ou les insectes permet la propagation de l'espèce sur de longues distances.



*Punctelia subrudecta* avec présence de Soralies

[http://www.lichens.lastdragon.org/Punctelia\\_subrudecta.html](http://www.lichens.lastdragon.org/Punctelia_subrudecta.html)

### Isidies

Ce sont des organes en forme de petits bourgeons constitués d'algues et de filaments mycéliens. Leur couleur est généralement la même que celle du thalle car ils sont recouverts par le cortex. Ces petites excroissances peuvent très facilement se détacher pour coloniser le substrat proche.



*Pseudevernia consocians* avec présence d'isidies

[http://www.sharnoffphotos.com/lichensF/pseudevernia\\_consocians.html](http://www.sharnoffphotos.com/lichensF/pseudevernia_consocians.html)

### Apothécies

Ce sont des organes mycéliens en forme de coupe présents à la surface du thalle qui ont une fonction de reproduction.



*Xanthoria parietina* avec présence d'apothécies

[http://commons.wikimedia.org/wiki/File:Xanthoria\\_parietina\\_%2806\\_03\\_31%29.jpg](http://commons.wikimedia.org/wiki/File:Xanthoria_parietina_%2806_03_31%29.jpg)

### Périthèces

Ce sont des organes mycéliens en forme d'outre enfoncés dans le thalle et qui présente la même fonction de reproduction que les apothécies.



*Diploschistes caesioplumbeus* avec présence de périthèces

[http://www2.ac-lille.fr/myconord/photos\\_af1/Photos\\_AFL\\_D/Diploschistes\\_actinostomus.htm](http://www2.ac-lille.fr/myconord/photos_af1/Photos_AFL_D/Diploschistes_actinostomus.htm)

### Cil

Organe filiforme disposé sur les bords du thalle dont la fonction est d'augmenter la surface du lichen.



**Anaptychia ciliaris** avec présence de longs cils gris à noirs  
<http://www.naturemp.org/Ce-qu-il-faut-savoir-pour-les.html>

### Rhizine

Organe qui permet la fixation du thalle au substrat.



**Peltigera rufescens** avec présence de rhizines  
[http://www.bourgogne-nature.fr/fichiers/bn12-30-45-zoom-lichens\\_1376297234.pdf](http://www.bourgogne-nature.fr/fichiers/bn12-30-45-zoom-lichens_1376297234.pdf)

### Poil

Organe très fin (en principe visible à la loupe) correspondant à un long prolongement d'un filament mycélien du cortex, à peine visible à l'œil nu.



**Lobaria pulmonaria** avec présence de poils en bordure du thalle  
<http://www.waysofenlichenment.net/lichens/Lobaria%20pulmonaria>

### Céphalodies

Présence dans certains lichens à algues vertes de cyanobactéries qui constituent des excroissances à la surface du thalle.



**Lobaria amplissima** avec présence de céphalodies brun-noir  
<http://www.naturemp.org/Ce-qu-il-faut-savoir-pour-les.html>

### Fibrille

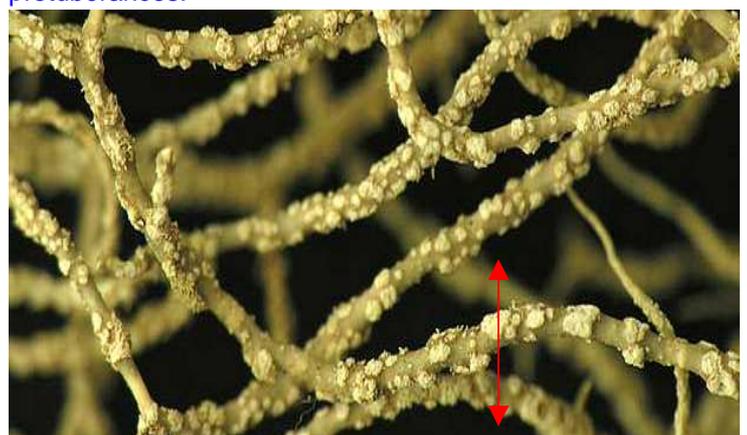
Ramification filamenteuse pouvant atteindre 1 cm de long et de même couleur que le thalle.



**Usnea cornuta** avec présence de fibrilles  
[http://www.lichens.lastdragon.org/Usnea\\_cornuta.html](http://www.lichens.lastdragon.org/Usnea_cornuta.html)

### Papille

Présence entre les fibrilles du genre Usnea de petites protubérances.



**Usnea substerilis** avec présence de papilles  
[http://www2.ac-lille.fr/myconord/photos\\_afi/Photos\\_AFL\\_U/Usnea\\_substerilis.htm](http://www2.ac-lille.fr/myconord/photos_afi/Photos_AFL_U/Usnea_substerilis.htm)

## Cyphelle

Présence sur le cortex inférieur de dépression à contour arrondi où la médulle est à nue. Les **pseudocyphelles** ont un contour plus flou.



**Sticta avec présence de cyphelles**  
<http://www.flickr.com/photos/gjshepherd/3938747568/>

## Veines

Présence à la face inférieure d'un thalle, de saillies allongées disposées plus ou moins en réseau et portant parfois des rhizines ou un duvet dense appelé tomentum.



**Peltigera polydactylon**  
avec présence de veines en réseau sur la face inférieure du thalle  
[http://www2.ac-lille.fr/myconord/photos\\_af1/Photos\\_AFL\\_P/Text\\_P/Peltigera\\_polydactylon.htm](http://www2.ac-lille.fr/myconord/photos_af1/Photos_AFL_P/Text_P/Peltigera_polydactylon.htm)

## Les lichens , bioindicateurs de la qualité de l'air

Les plantes vertes présentent à la surface de leurs feuilles une cuticule imperméable qui les protège. Les échanges avec l'atmosphère ne sont possibles qu'au niveau de structures particulières : les stomates. En effet chaque stomate présente une ouverture, l'ostiole, qui régule en se fermant plus ou moins, les échanges de la plante avec l'atmosphère en fonction de la luminosité, de l'humidité, de la chaleur et même de la pollution atmosphérique notamment au dioxyde de soufre. Ainsi en cas de forte pollution atmosphérique les stomates se ferment et limitent ainsi fortement l'absorption des substances polluantes.

**Les lichens n'ont pas de cuticule et donc pas de stomate et par conséquent pas de moyen de réguler leurs échanges avec l'atmosphère. Ainsi en cas de pollution atmosphérique, même faible, ils absorbent les polluants ce qui peut aller jusqu'à les faire disparaître. C'est pourquoi les lichens peuvent être utilisés comme bioindicateurs de la qualité de l'air.**



Stomate ouvert (à gauche) - stomate fermé (à droite)  
<http://aquaporine2013.blogspot.fr/p/les-adaptations-de-la-plante.html>

## Evaluation de la pollution par étude des associations lichéniques

Technique de C. VAN HALUWYN et M. LEROND / 1986

**Une association lichénique apporte plus d'informations sur la relation entre lichens et pollution qu'un seul individu pris isolément.** Quand la pollution atmosphérique augmente, les communautés lichéniques contiennent de moins en moins d'espèces. Cette technique nécessite la reconnaissance d'une trentaine d'espèces de lichens, choisies pour leur facilité d'identification ainsi que leurs groupements.

J-C MASSON - IFE - avril 2014

VAN HALUWYN LEROND ont mis au point une échelle qui permet de différencier 7 zones de pollution notées de A à G :

- **A** est la zone où la pollution est maximale : il s'agit d'un véritable "désert lichénique" où aucun lichen corticole ne peut survivre (dioxyde de soufre très actif)
- **B, C, D** sont des zones d'assez forte, forte, très forte pollution. Ainsi dans la zone D, les arbres présentent moins de 10 espèces lichéniques différentes et sont principalement peuplées de lichens crustacés.
- **E** est une zone de pollution moyenne, une zone charnière où apparaissent quelques lichens foliacés et un fruticuleux.
- **F et G** sont des zones de faible ou très faible pollution. On peut y observer une grande variété lichénique avec de nombreux foliacés et de fruticuleux.

ZONES	Niveau de pollution (teneur en SO <sub>2</sub> )	LICHENS RECENSES
Zone A	pollution extrêmement forte	<i>Pleurococcus viridis</i> (algue)
Zone B	pollution très forte	<i>Buellia punctata</i> <i>Lecanora conizaeoides</i>
Zone C	pollution forte	<i>Lecanora expallens</i> <i>Lepraria incana</i>
Zone D	pollution assez forte	<i>Diploicia canescens</i> <i>Lecidella elaeochroma</i> <i>Phaeophyscia orbicularis</i> <i>Physcia tenella</i> <i>Xanthoria polycarpa</i>
Zone E	pollution moyenne	<i>Candelariella xanthostigma</i> <i>Evernia prunastri</i> <i>Hypogymnia physodes</i> <i>Parmelia sulcata</i> <i>Physcia adscendens</i> <i>Physconia grisea</i> <i>Pseudevernia furfuracea</i> <i>Xanthoria parietina</i>
Zone F	pollution faible	<i>Parmelia acetabulum</i> <i>Parmelia caperata</i> <i>Parmelia glabratula</i> <i>Parmelia pastillifera</i> <i>Parmelia soledians</i> <i>Parmelia subaurifera</i> <i>Parmelia subrudecta</i> <i>Parmelia tiliacea</i> <i>Pertusaria amara</i> <i>Pertusaria pertusa</i> <i>Phlyctis argena</i> <i>Ramalina farinacea</i> <i>Ramalina fastigiata</i> <i>Xanthoria candelaria</i>
Zone G	pollution très faible	<i>Anaptychia ciliaris</i> <i>Parmelia perlata</i> <i>Parmelia reticulata</i> <i>Parmelia revoluta</i> <i>Physcia aipolia</i> <i>Physconia distorta</i> (= <i>pulverulacea</i> ) <i>Ramalina fraxinea</i>

Echelle d'estimation de la qualité de l'air de la moitié nord de la France (d'après Van Haluwyn et Lerond - 1986)

Il est possible d'attribuer à chaque espèce recensée un coefficient d'abondance-dominance en fonction de l'importance dans l'association lichénique ce qui permet de suivre son évolution dans le temps (apparition, développement, régression) et donc de suivre également l'évolution de la pollution à l'endroit du prélèvement.

i	individu seul
+	individus peu nombreux - Recouvrement inférieur à 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	Juvenile
n	thalle altéré en voie de nécrose

## Délimitation de l'aire minimale pour le relevé lichénologique

Il faut avant tout chose repérer sur un tronc d'arbre l'endroit où il y a un maximum d'espèces de lichens présentes puis délimiter à cet endroit une aire de relevé de 10-25 cm de largeur sur 10-50 cm de hauteur. Les parties basses du tronc sont à exclure des relevés à cause des pulvérisations possibles d'engrais ou / et de désherbants ou encore de la présence de déjections canines. De même les arbres en bordure directe d'une route sont à éviter ( pots d'échappement ou encore sel épandu au moment des périodes de verglas). Enfin seul les arbres dont le diamètre est supérieur à 20 cm sont à considérer.



J-C MASSON - IFE - avril 2014



J-C MASSON - IFE - avril 2014

## matériel nécessaire pour un relevé lichénologique

- ficelle, pâte à fixe et ciseaux pour matérialiser l'aire du relevé
- Loupe à main avec un grossissement de 10 ou 12
- Réactifs chimiques (K et C) :
  - K+ ou K-** : réaction colorée positive ou négative avec la potasse (KOH) en solution aqueuse saturée
  - KC+ ou KC-** : réaction colorée positive ou négative, après application de potasse puis d'eau de javel (la solution concentrée du commerce)
- Fiche de relevé et stylo
- guide des lichens corticole de France

## Fiche de relevé lichénologique

### Informations devant apparaître sur cette fiche pour chaque relevé :

- nom de l'espèce végétale sur lequel est réalisé le relevé lichénologique (tilleul, frêne, érable,...).
- pourcentage de recouvrement lichénologique (y inclure le pleurocoque si celui-ci est présent)
- la liste des lichens présents en précisant pour chaque lichen le coefficient d'abondance-dominance
- la nature de l'environnement immédiat des arbres analysés :  
pelouses de jardins publics ou privés : pelouses  
allées de parcs ou de jardins publics : allées  
bordure des rues ou autour des places : rues ou places

### Caractères permettant l'identification des lichens

- **Type de thalle** : fruticuleux, crustacé, gélatineux, squamuleux , lépreux, foliacé, composite.



- **Couleur du thalle** : brun, vert-bleu, vert, jaune, orangé,...



- **Présence d'organes non reproducteurs** (forme, couleur et disposition des pseudocyphelles, fibrilles, cils, poils, papilles, rhizines,...).
- **Présence d'organes reproducteurs** (forme, couleur et disposition des apothécies, isidies, soralies, périthèces).



- **Réactions colorées** à la potasse et / ou à l'eau de javel sur le cortex supérieur ou la médulle du thalle .On dépose le réactif sur le cortex ou sur la médulle préalablement mise à nue en déchirant le thalle avec un cure-dent.

**Résultats :**

Médulle C+ Orange : coloration orange après dépôt de potasse sur la médulle.

Cortex C- : aucun changement de coloration après dépôt de potasse sur le cortex.

médulle K-,C+ rouge : déposer la potasse puis l'eau de javel juste après.

médulle C+, K- rouge : déposer l'eau de javel puis la potasse juste après.



**cortex K+ rouge**

**Exemple de fiche de relevé**

Lieu du relevé :				Date :		
	Relevé n°1	Relevé n°2	Relevé n°3	Relevé n°4	Relevé n°5	Relevé n°6
Nom de l'espèce végétale support						
Nature de l'environnement immédiat						

		Pollution					
A	extrême	Pas de lichens présence de pleurocoques					
B	Très forte	Buellia punctata (c)					
		Lecanora conizaeoides (c)					
C	forte	Lecanora expallens (c)					
		Lepraria incana (c)					
D	assez forte	Diploicia canescens (c)					
		Lecidella elaeochroma (c)					
		Phaeophyscia orbicularis (fo)					
		Physcia tenella (fo)					
		Xanthoria polycarpa (fo)					
E	moyenne	Candelariella xanthostigma (c)					
		Evernia prunastri (fr)					
		Hypogymnia physodes (fo)					
		Parmelia sulcata (fo)					
		Physcia adscendens (fo)					
		Physconia grisea (fo)					
		Pseudevernia furfuracea (fr)					
F	faible	Xanthoria parietina (fo)					
		Parmelia acetabulum (fo)					
		Parmelia caperata (fo)					
		Parmelia glabratula (fo)					
		Parmelia pastillifera (fo)					
		Parmelia soledians (fo)					
		Parmelia (gr) subaurifera (fo)					
		Parmelia subrudecta (fo)					
		Parmelia tiliacea (fo)					
		Pertusaria amara (c)					
		Pertusaria pertusa (c)					
		Phlyctis argena (c)					
		Ramalina farinacea (fr)					
		Ramalina fastigiata (fr)					
Xanthoria candelaria (fo)							
G	Très faible	Anaptychia ciliaris (fr)					
		Parmelia perlata (fo)					
		Parmelia revoluta (fo)					
		Physcia aipolia (fo)					
		Physconia distorta (fo)					
		Ramalina fraxinea (fr)					
Nombre d'espèces par relevé							