

## **PREMIÈRE PARTIE : L'EAU**

Durant ces trois années scolaires, nous avons réalisé des analyses d'eaux de surface (cours d'eau principalement) et des eaux de sources situées dans notre région. Certains sites ont été suivis pendant les trois années, d'autres ont été analysés sur une durée plus courte (une seule année parfois), cela pour permettre l'étude d'autres sites et amener plus de diversification.

Toujours dans le cadre de ce thème axé sur l'eau, nos élèves de 5<sup>ème</sup> ont pu mener une réflexion sur l'accès à l'eau potable pour tous à travers une rencontre avec deux globes trotteurs qui nous ont raconté leur incroyable tour du monde. A la suite de cet échange, nos étudiants ont été invités à participer à un grand concours organisé par Aquaval et pour lequel ils ont pu écrire leur plaidoyer pour l'eau. D'une manière générale, ce projet a permis de ne pas considérer l'eau uniquement sur le plan chimique que nous étudions largement en 5<sup>ème</sup> année mais de voir autrement cette incroyable substance, unique par son comportement et unique aussi dans son intime rapport avec la vie.

### **I. Analyses physico-chimiques et microbiologiques des échantillons d'eaux de source et de surface**

#### **1. Origines des eaux analysées**

Nous avons analysé à la fois des eaux de source et des eaux de surface.

##### **1.1. Les eaux de source**

Quatre sources ont été choisies en raison de leur diversité de composition, d'usage et de leur charge éventuelle en éléments polluants.

###### **1.1.1. Source de Bonnelles :**



Située à quelques km de notre collège, cette source jaillit au cœur des bois de Seraing. Son eau est encore prélevée et consommée quotidiennement par de nombreuses personnes.

### 1.1.2. *Source Charlemagne :*

Cette source se situe dans la commune de Dalhem, au nord de Liège. Autrefois couramment consommée par la population locale, elle est désormais trop polluée et impropre à la consommation. Cette source porte le nom de Charlemagne en référence à la légende selon laquelle Charlemagne aurait lui-même fait jaillir la source en plantant son épée dans le sol et cela pour désaltérer ses troupes assoiffées.



### 1.1.3. *Pouhon Pierre-le-Grand*

Cette source a été choisie en raison de sa composition très particulière et de sa charge historique dans notre région. C'est la source la plus renommée de la ville de Spa, à quelques dizaines de km de Liège.



Son eau, très ferrugineuse, était déjà considérée comme curative par l'écrivain romain Pline (53 avant J.C.). Pierre-le-Grand, tsar de Russie, y venait régulièrement en cure au début du 18<sup>ème</sup> siècle. Il a très largement contribué à la renommée internationale de la ville de Spa et de ses cures thermales.



1.1.4. *Source Clémentine* : une des nombreuses autres sources de la région de Spa. Elle est à la fois commercialisée en bouteilles comme eau minérale et utilisée par les curistes du centre thermal de Spa en bains et en soins divers.



1.1.5. *Source Marie-Henriette* : cette source spadoise produit une eau naturellement gazeuse. Elle est elle aussi très appréciée au sein des thermes où elle est utilisée en bains carbo-gazeux procurant une détente extraordinaire. Commercialisée en bouteilles comme eau minérale naturellement pétillante, elle favorise la digestion.

1.1.6. *Eau de distribution* : nous avons analysé l'eau d'adduction afin d'avoir un point de repère pour les valeurs des paramètres de potabilité que nous avons testées.

1.1.7. *Eau du distributeur de la salle des professeurs de notre école*

## 1.2. Les eaux de surface

Quatre sites de prélèvement des eaux de surface:

1.2.1. La Meuse



*La Meuse* est un des plus importants fleuves de Belgique et coule à 300 m de notre collège. Le trafic fluvial important, les sites industriels (principalement sidérurgiques pour Seraing) ainsi que les grandes villes qui bordent ce fleuve sont des sources importantes de pollution.

Nous avons jugé intéressant d'analyser l'eau de la Meuse en amont (à Seraing), et en aval (à Visé) de ce bassin industriel et de

la ville de Liège pour voir si nous observions un impact des activités humaines sur nos indicateurs de pollution.



### 1.2.2. *La Berwinne* :

Petite rivière située principalement en zone rurale, peu industrialisée. Dans ce type de rivière, nous espérons aborder un autre type de pollution que celui de la Meuse, puisque la Berwinne est essentiellement bordée de champs cultivés, de pâtures pour les bovins et de bois.



### 1.2.3. *L'Ourthe* :

L'Ourthe est un des nombreux affluents de la Meuse, dans laquelle elle se jette à l'entrée de Liège.

## 2. *Paramètres pris en considération pour nos analyses*

- 2.1. **paramètres physiques** tels que la couleur, l'odeur et le goût. Nous n'avons cependant pas goûté les eaux de surface ni les eaux reconnues non potables, faute de volontaires !
- 2.2. **paramètres physico-chimiques** tels que le pH, la conductivité, les concentrations en nitrates, nitrites et ammonium.
- 2.3. **paramètres microbiologiques** : nous avons estimé la charge microbienne en coliformes fécaux et totaux, indicateurs importants pour déterminer la potabilité et la pollution des eaux de source susceptibles d'être consommées.

### 3. Nos apprentis techniciens de laboratoire



Les élèves concernés par le projet « analyse de l'eau » sont des élèves de la section scientifique de notre collège. Au cours de ces trois années, tous les élèves du cycle supérieur de l'option scientifique ont ainsi été acteurs dans notre projet. Après une période d'apprentissage et de rodage aux techniques d'analyses et notamment aux techniques d'analyses microbiologiques

(travailler dans la sphère stérile d'un bec bunzen sans se brûler les doigts n'est pas une mince affaire !) ils s'en sont tous sortis avec brio.

### 4. Résultats

Nous avons effectué deux à trois campagnes de prélèvement par année.

La première campagne effectuée au premier trimestre a permis aux élèves de se familiariser avec les méthodes d'analyse, d'ajuster les protocoles surtout en microbiologie et de les adapter aux différentes origines de nos échantillons.

La deuxième campagne s'effectuait au printemps.

Les résultats de nos analyses sont repris dans les tableaux ci-après



#### 4.1. Les eaux de sources et de distribution

<b>Origine du prélèvement</b>	<i>Bonnelles</i>					
<b>Date du prélèvement</b>	22/11/2004	25/04/2005	12/11/2005	05/05/2006	01/12/2006	15/04/2007
<b>Température (°C)</b>	8,5	11.5	9	13	10,5	14
<i>Aspect</i>						
couleur	Limpide	Limpide	Limpide	Limpide	Limpide	limpide
odeur	Inodore	Inodore	Inodore	Inodore	inodore	inodore
saveur	insipide	Insipide	Insipide	Insipide	insipide	insipide
<i>Analyses physico-chimiques</i>						
PH	6,23	6,13	6,40	6,55	6,74	6,63
Conductivité (µS cm-1)	196	191	180	174	191	178
nitrates (mg/l)	<5	<5	<5	<5	<5	<5
nitrites (mg/l)	0,06	<0,03	<0,03	<0,03	<0,03	<0,03
ammonium (mg/l)	0,08	<0,04	<0,04	0,04	<0,04	0,04
<i>Analyses bactériologiques</i>						
coliformes totaux (colonies/100 ml)	0	0	1	3	0	1
coliformes fécaux (colonies/100 ml)	0	0	0	0	0	0
<b><u>Potabilité</u></b>	OK	OK	OK	OK	OK	OK

<b>Origine du prélèvement</b>	<b>Source Charlemagne</b>		<b>Source Marie-Henriette</b>		<b>Source Clémentine</b>	
<b>Date du prélèvement</b>	06/12/04	25/04/05	1/11/2005	04/05/2006	06/12/04	25/04/05
<b>Température (°C)</b>	8	13	15	16	16	15
<i>Aspect</i>						
couleur	Limpide		limpide		Limpide	
odeur	Inodore		inodore		Inodore	
saveur	Insipide		Sensation de pétilllement		Insipide	
<i>Analyses physico-chimiques</i>						
PH	7,05	7,05	5,13	5,6	7,3	7,15
Conductivité (µS cm-1)	662	655	182	205	444	503
nitrates (mg/l)	65	60	0	0	10	5
nitrites (mg/l)	0,12	0,09	<0,03	<0,03	<0,03	<0,03
ammonium (mg/l)	0,04	0,04	<0,04	<0,04	<0,04	<0,04
<i>Analyses bactériologiques</i>						
coliformes totaux (colonies/100 ml)	900	95	0	0	0	0
coliformes fécaux (colonies/100 ml)	200	43	0	0	0	0
<b><u>Potabilité</u></b>	non	non	OK	OK	OK	OK

<b>Origine du prélèvement</b>	<u>Pouhon Pierre-le-Grand</u>				<b>Fontaine de la salle des profs</b>	<b>Eau de distribution</b>	
<b>Date du prélèvement</b>	06/12/2004	25/04/2005	12/11/2005	05/05/2006	24/03 / 2007	25/11/2004	27/03/2006
<b>Température (°C)</b>	14	14	13	14	18	19	24
<u>Aspect</u>							
couleur	Limpide				Limpide	limpide	
odeur	Inodore				légère odeur de grenade	Légère odeur de chlore	
saveur	Goût de fer				insipide	insipide	
<u>Analyses physico-chimiques</u>							
pH	5,94	6,29	6,04	6,33	7,32	8,27	
Conductivité (µS cm-1)	779	791	760	774	645	197	
nitrates (mg:l)	<5	<5	<5	<5	<5	<5	<5
nitrites (mg:l)	<0,03	<0,03	<0,03	<0,03	<0,03	<0,03	<0,03
ammonium (mg:l)	0,08	0,04	0,04	0,08	0,05	0,04	0,04
<u>Analyses microbiologiques</u>							
coliformes totaux (colonies/100 ml)	0	0	1	0	0	0	0
coliformes fécaux (colonies/100 ml)	0	0	0	0	0	0	0
<b><u>Potabilité</u></b>	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK

#### 4.2. Les eaux de surface



<b>Origine du prélèvement</b>	<u>Ourthe</u>				<u>Berwinne</u>	
<b>date du prélèvement</b>	25/10/2005	27/03/2006	01/12/2006	15/04/2007	06/12/04	25/04/05
<b>Température (°C)</b>	8	6	10	12	7	14
<u>Aspect</u>						
<b>Couleur</b>	Claire, très légèrement jaunâtre, petites particules (morceaux de végétaux, petits organismes, larves, ...) en suspension.				Verdâtre, matières en suspension (petits organismes, larves, ...)	
<b>Odeur</b>	Légère odeur de vase				Vase	
<b>Saveur</b>	Non testée				Non testée	
<u>Analyses physico-chimiques</u>						
<b>pH</b>	8,41	8,55	8,8	8,39	8,1	8,34
<b>Conductivité (µS cm-1)</b>	357	486	401	354	499	586
<b>nitrate (mg/l)</b>	10	17,5	17,5	25	30	30
<b>nitrite (mg/l)</b>	0,03	0,03	0,03	0,045	0,12	0,12
<b>ammonium (mg/l)</b>	0,23	0,23	0,23	0,23	0,31	0,23
<u>Analyses microbiologiques</u>						
<b>coliformes totaux (colonies/100 ml)</b>	42 600	38 400	25 900	27100	30 000	30 000
<b>coliformes fécaux (colonies/100 ml)</b>	10100	9200	-	-	10 400	11 100
<b><u>Potabilité</u></b>	<b>non</b>	<b>non</b>	<b>non</b>	<b>non</b>	<b>non</b>	<b>non</b>

## 5. Discussion des résultats

### 5.1. Les eaux de source

En ce qui concerne les sites étudiés sur les trois années du projet, nous n'avons pas observé de changements importants. Ce qui nous a conforté dans la qualité et la reproductibilité des résultats de nos analyses.

Les eaux de source présentent des valeurs relativement basses pour nos indicateurs de pollution. Comme attendu, la **source Charlemagne** présente encore et toujours une teneur assez importante en nitrates, une des principales raisons de sa non potabilité actuelle.

Les autres sources sont, par contre, tout à fait satisfaisantes en ce qui concerne les paramètres analysés. La source de **Bonnelles** reste une eau de qualité satisfaisante, tout à fait potable selon nos critères. Cette source n'est pas sous contrôle permanent comme l'est celle des sources de Spa destinée à la vente et aux thermes.

## 5.2. Les eaux de surface

Les eaux de surface analysées présentent des résultats relativement semblables à ceux obtenus les années précédentes.

Nous avons toutefois remarqué une baisse du nombre de coliformes dans les eaux de la **Meuse** la deuxième année, année plus froide au niveau des températures et, à l'inverse, une population plus nombreuse la troisième année, laquelle a été particulièrement douce au niveau du climat.

A noter aussi que nous n'avons pas observé de différences importantes dans les résultats des analyses des eaux de la **Meuse à Seraing et à Visé**, c'est-à-dire avant et après la traversée de Liège. Les rejets des égouts et des industries ne sont peut-être pas aussi conséquents pour nos paramètres de pollution que l'on aurait pu l'imaginer.

L'**Ourthe**, présente une charge bactérienne légèrement supérieure à celle de la Meuse dans laquelle elle se jette.

La **Berwinne** présente des taux de nitrates un peu plus élevé que ceux mesurés dans la Meuse et l'Ourthe. Ceci peut être attribué à l'environnement plus rural de ce cours d'eau et aux pollutions dues aux engrais répandus sur les cultures environnantes. La contamination par les coliformes y est aussi un peu plus forte, probablement à cause de la présence de nombreuses prairies réservées à l'élevage le long des berges de ce cours d'eau.

## II. Hydrotour, un tour du monde pas comme les autres

Toujours dans le cadre de ce thème sur l'eau, les élèves de 5<sup>ème</sup> option sciences ont eu la chance de pouvoir rencontrer deux aventuriers de l'eau, à savoir Loïc et Geoffrey de la Tullaye. Ces deux frères ont effectué un tour du monde durant près d'un an et demi. Au cours de ce périple, ils ont été à la rencontre des populations de tous les continents avec comme fil rouge à toutes ces démarches de découvrir comment ces hommes et ces femmes avaient accès à l'eau, quels étaient leurs rapports avec ce bien vital qui nous semble à nous tellement évident mais qui est bien souvent extrêmement précaire. Ils en ont réalisé un film qui nous a plongé dans cette fabuleuse et très instructive aventure.

Une rencontre fort intéressante et marquante pour nos élèves. Ils ont pu réaliser que l'accès à l'eau potable n'est absolument pas un acquis pour une grande part de l'humanité, que la quête de l'eau est parfois la principale tâche de la journée de bien des femmes et des enfants aussi. La notion même de potabilité de l'eau est elle-même extrêmement relative !

Un autre point marquant de cette rencontre a été de réaliser qu'un rêve d'aventure peut devenir un projet concret avec beaucoup de volonté, de préparation, de persévérance et d'énergie.



*Loïc et Geoffrey de la Tullaye, les deux aventuriers de l'eau*

## **DEUXIÈME PARTIE : L'AIR**

### **I. Visite de la cellule contrôle de la qualité de l'air de l'ISSEP, (Institut Scientifique de Services Publiques)**

Pour montrer les méthodes très pointues et très sensibles utilisées pour contrôler la qualité de notre air, nous sommes allé visiter, avec nos élèves de 6<sup>ème</sup> option sciences les laboratoires et les site de prélèvement de la cellule qualité de l'air de l'Institut Scientifique de Services Publiques.....

Peu d'entre nous savaient jusqu'alors à quel point et avec quelle attention la qualité de notre air était ainsi continuellement sous surveillance sur l'ensemble de notre territoire. Cette visite et les explications très claires de Mr P. Petit ont permis aux élèves de découvrir la multitude des paramètres sous haute surveillance et aussi la sensibilité des méthodes nécessaires aux techniques d'analyse de l'air.

Les élèves ont pu ainsi voir fonctionner les appareils très sophistiqués tels que des spectromètres de masse, des Chromatographes en phase gazeuse et des appareils mesurant l'absorption des RX entre autres. Mais ils ont pu constater également que des méthodes très simples telles que celle destinée à mesurer les « grosses poussières » présentes dans l'air par exemple et simplement constituées d'un simple entonnoir posé sur un jerrycan avaient aussi encore leur place et leur raison d'être.

Nous avons aussi pu récolter des informations qui vont nous aider dans la mise au point de notre protocole d'analyse chimique de l'air que nous poursuivrons l'an prochain.

Nous avons déjà pris rendez-vous pour l'année prochaine pour faire découvrir tout ceci à d'autres élèves.



## **II. Estimation de la qualité de l'air via un bio-indicateur : les lichens**

### **III.1 Qu'est-ce qu'un lichen ? Comment les identifier ?**

Les lichens sont de surprenants végétaux appartenant au même groupe que les champignons, les mousses et les fougères. Ils sont en réalité constitués de champignons et d'algues vivant en symbiose vraie, les uns ne pouvant pas vivre sans les autres. Les cellules du champignon apportent les éléments minéraux et assurent la reproduction sexuée du lichen par la formation de spores et les cellules de l'algue, apportent, par le biais de la photosynthèse, les matières organiques.

Selon l'organisation des cellules respectives, algues et champignons, les lichens peuvent prendre des formes et des couleurs très variées.

Voici quelques élèves de 4<sup>ème</sup> transformés en botanistes.

Pour pouvoir partir à la découverte de ces espèces très spéciales que sont les lichens, il nous a fallu acquérir un vocabulaire très pointu et rechercher en divers endroits suffisamment d'espèces différentes que pour pouvoir utiliser ce moyen pour estimer la teneur de l'air en oxydes de soufre et d'azote, auxquels ces espèces sont particulièrement sensibles.

Nous avons pour cela visité quelques sites autour de notre collège mais nous n'y avons pas rencontré beaucoup d'espèces différentes. Il nous a donc fallu élargir un peu notre champ d'investigation pour élargir notre collection et ainsi avoir une plus juste représentation des différentes espèces présentes chez nous.

Le travail de recherche d'infos sur les lichens dont la quasi totalité de nos élèves ignoraient l'existence ainsi que la recherche d'une clé de détermination adaptée à notre niveau a constitué une bonne part de nos efforts. Contrairement à nos analyses

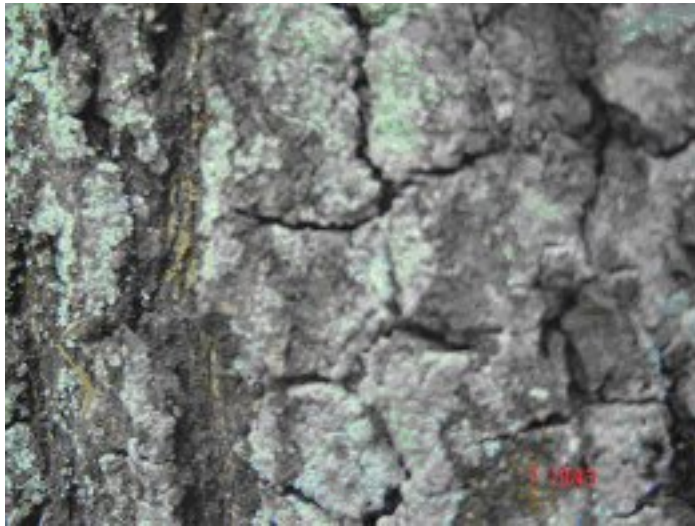
d'eau réalisée systématiquement par les élèves de 4<sup>ème</sup> que nous formons chaque année aux techniques, ce sont les mêmes élèves qui vont poursuivre la recherche d'année en année.

Les références des clés de détermination que nous avons utilisées sont les suivantes :

- Pascale Tiévant, « Guide des Lichens », Collection Les guides du naturaliste, Editions Delachaux et Niestlé.
- Anne Bauwens, Livret de détermination des arbres et des lichens, Sciences infuses, UCL
- [www.skynet.be/Laroseraie/lichens/identlich](http://www.skynet.be/Laroseraie/lichens/identlich)

### III.2 Espèces identifiées :

#### **Lepraria incana :**



**Thalle** lépreux, constitué de granules sphériques poudreuses, jusqu'à 0,1 mm de diamètre. Souvent en croûte épaisse, gris-vert, parfois auréolée, mal délimitée. On le trouve sur des écorces ombragées ou sur d'autres substrats. Toujours sciaphile. Parfois parmi les mousses.

**Pollution** : Très tolérant à la pollution, il ne disparaît qu'à une concentration de  $\text{SO}_2 > 125 \mu\text{g}/\text{m}^3$  d'air.

- Pascale Tiévant, « Guide des Lichens », Collection les guides du naturaliste, Editions Delachaux et Niestlé.

*Parmelia sulcata* :



**Thalles** souvent en rosette. Lobes de 0,5 à 1 cm de large, non allongés, souvent découpés aux extrémités, se recouvrant les uns les autres au centre. Dessus gris-blanc à vert-gris, mat, ridé en réseau avec, le long de ce réseau, des soralies blanches, allongées typiques. Dessous noir mais brun vers les bords, rhizines simples à bifurquées. **Ecologie** : le plus souvent sur les écorces mais parfois sur bois, mousse ou roche non calcaire. Très commun.

- Pascale Tiévant, « Guide des Lichens », Collection les guides du naturaliste, Editions Delachaux et Niestlé.

*Xanthoria parietina*



**Thalle** : en plaques plus ou moins régulières, bien appliquées sur le support, parfois fripées pouvant aller jusqu'à 15 cm de diamètre. Lobes plats de 1 à 6 mm de large à leur extrémité, arrondis. Jaune orangé à verdâtre dans les formes d'ombre.

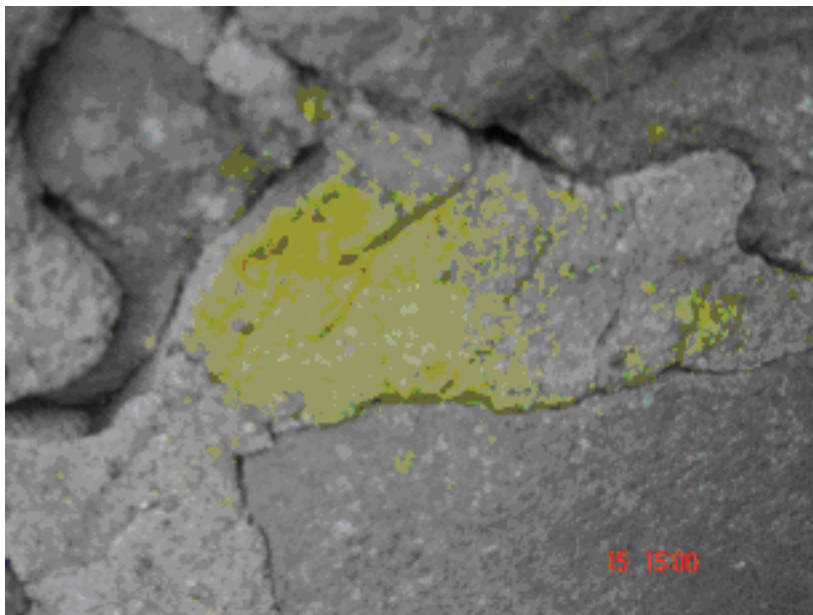
**Apothécies** : jusqu'à 4 mm de diamètre, généralement nombreuses, sessiles ou légèrement pédicellées. Disques jaune orangé à orangé, bord thallin généralement persistant.

**Ecologie** : sur tout substrat, roche acide ou calcaire, écorce, bois, tuiles,....  
Nitrophile. Très commun.

Pollution : supporte des teneurs en SO<sub>2</sub> allant jusqu'à 70 µg/ m<sup>3</sup> d'air.

- Pascale Tiévant, « Guide des Lichens », Collection les guides du naturaliste, Editions Delachaux et Niestlé.

### *Psilolechia lucida*



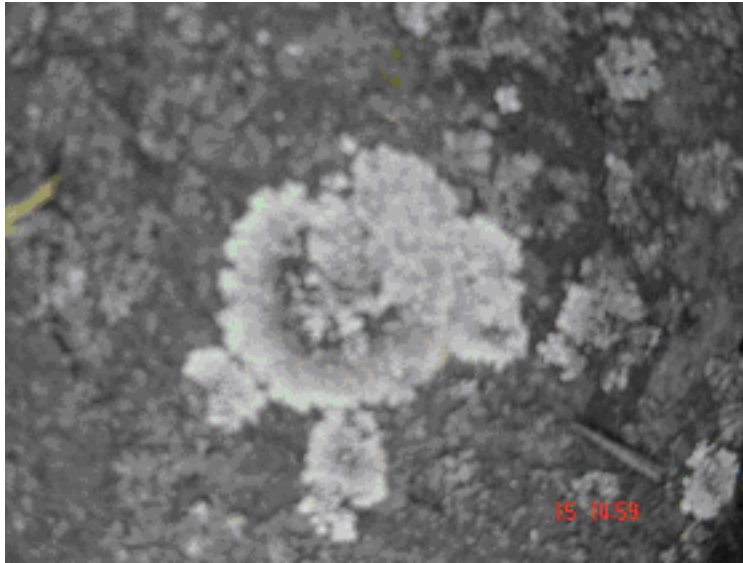
**Thalle** : lépreux, jaune vert plus ou moins brillant, non nettement délimité, en granules farineuses, parfois verruqueux aréolé.

**Apothécies** : très rares, jaunes citron à jaune or.

**Ecologie** : sur roche non calcaire, parfois sur écorce, bois ou sol. Souvent dans des endroits protégés de la pluie mais humides et ombragés. Répandu.

- Pascale Tiévant, « Guide des Lichens », Collection les guides du naturaliste, Editions Delachaux et Niestlé.

## *Lichen squamuleux*



### III.3 Estimation de la pollution de l'air grâce aux lichens identifiés

Notre principale activité cette dernière année a été d'apprendre à connaître et à reconnaître les différents lichens présents dans les environs de notre école. Nous avons prospecté les zones forestières et les zones urbaines proches. Les différentes espèces que nous avons identifiées nous permettent de définir une pollution moyenne en SO<sub>2</sub> de l'ordre de 60 µg/m<sup>3</sup> d'air. Nous n'avons en effet rencontré aucune espèce apparaissant à des teneurs en SO<sub>2</sub> plus faibles que 50 µg/m<sup>3</sup> d'air mais nous avons des espèces telles que Xanthoria parietina qui supportent par exemple une concentration maximale en SO<sub>2</sub> de maximum 70 µg/m<sup>3</sup>.

### III.4 Suite à donner à cette partie du projet

La recherche de nouvelles espèces de lichens va se poursuivre sur terrain mais aussi dans les livres et via Internet notamment pour nous familiariser avec d'autres formes que peuvent prendre les lichens (en forme de branches par exemple). Nous allons aussi essayer de nous former aux techniques de test chimiques (potasse, paraphrénie, lugol, ...) qui doivent nous aider dans la détermination des espèces. Nous comptons donc poursuivre nos investigations dans ce domaine.

Et puisque le prochain projet Comenius, que nous espérons pouvoir mener à bien, traite en partie des plantes médicinales, nous développerons l'apport des lichens dans la médecine et dans le domaine aromatique et culinaire également.