

LES DIATOMÉES expliquées par Louis Leclercq

Les diatomées sont aussi appelées Bacillariophycées, ce nom évoquant leur forme (du latin : bacillus = bâtonnets). Il existe environ 100000 espèces décrites.

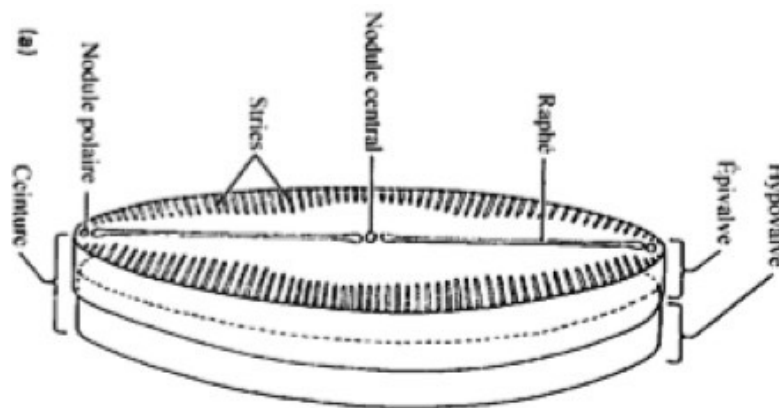
Les diatomées vivent partout, en aquatiques dans les eaux salées, saumâtres et douces et en aréophiles dans des ambiances humides (touffes de mousses au pied des arbres, sols humides, entrées de grottes).



Si on prend une diatomée de 50 micromètres de longueur, un cm³ d'eau peut en contenir 20 millions d'individus !

Classées parmi les algues brunes, elles sont microscopiques et unicellulaires et leur taille varie de quelques micromètres à plus de 500 micromètres (= 500 millièmes de mm soit ½ mm).

Leur particularité la plus notable est d'édifier un squelette externe en verre organique ou opale (SiO₂.nH₂O) formé de deux parties emboîtées (épivalve, hypovalve), tout comme une boîte et son couvercle.



Une fois les diatomées mortes, ces squelettes insolubles se sont déposés, parfois en couches épaisses au fond des mers et des lacs pendant des millions d'années pour former une roche blanchâtre très légère, la diatomite.

A LIRE EN PAGE 4 : UNE FICHE SPECIALE DIATOMITE..!

Les fines lignes correspondent aux dépôts successifs

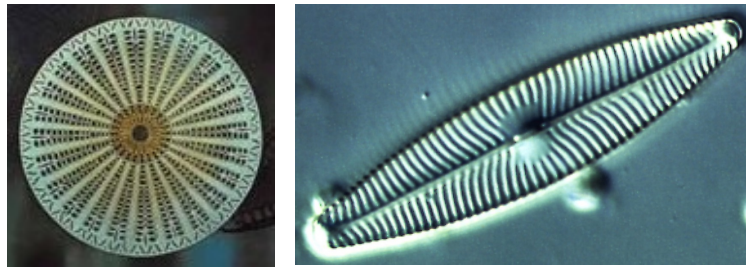


Les dépôts peuvent être très épais !



Les utilisations dans l'industrie sous forme de poudre (la « terre de diatomées ») sont nombreuses : opacifiant de peinture, abrasifs, filtration, fabrication d'isolants, stabilisant pour la nitroglycérine (invention de la dynamite par Alfred Nobel),...

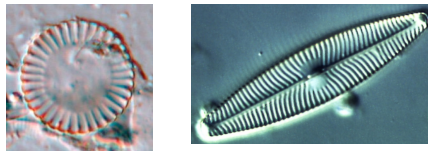
On pense que le groupe a pu se différencier il y a 250 millions d'années. Les fossiles d'espèces marines rondes ou « centrées » sont connus depuis le début du Crétacé (120 millions d'années). Les diatomées allongées ou « pennées » marines sont apparues ultérieurement (70 millions d'années). Les pennées d'eau douce sont apparues vers 60 millions d'années.



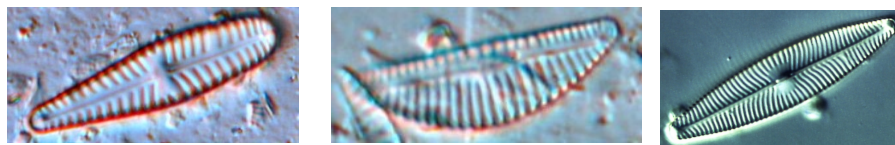
Les diatomées d'eaux douces courantes sont utilisées comme bio-indicateurs de la qualité des eaux. En effet, ces algues sont très sensibles aux éléments chimiques dissous comme le calcium, les chlorures, les matières organiques des eaux usées, les nitrates et les phosphates de l'agriculture,...

La reconnaissance des genres et des espèces se fait en observant les caractéristiques du squelette :

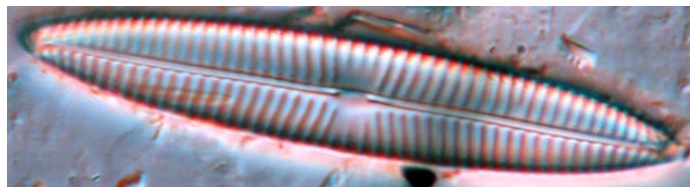
-la forme : ronde ou allongée



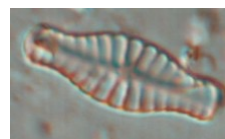
-la symétrie



-la présence ou non d'un canal appelé le raphé qui paraît diviser le squelette en deux (d'où le nom diatomées, du grec diatomos = coupé en deux)



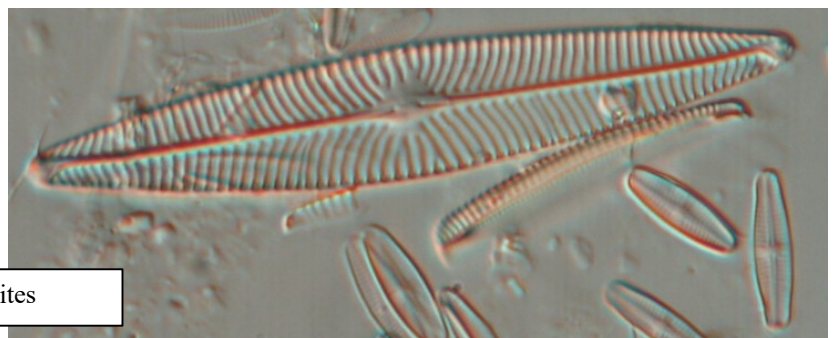
-l'ornementation fine (densité des lignes, points, épines,...)



Des points

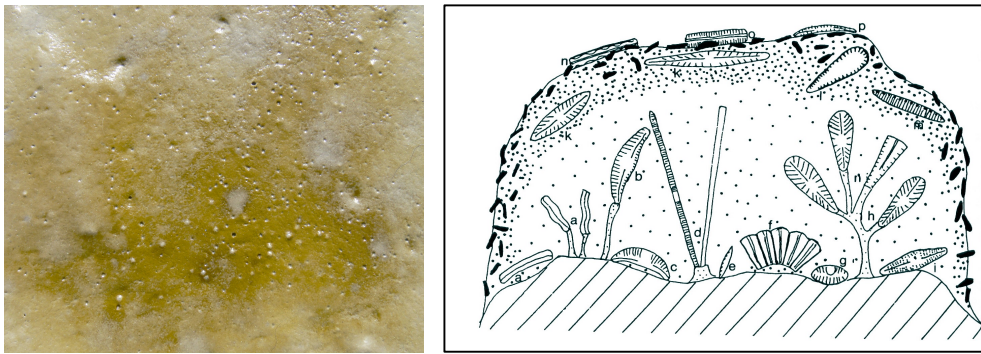
Des stries très fines, fines, grosses...

-la taille



Des grandes, des petites

Dans les cours d'eau, les diatomées recouvrent rapidement tous les objets immergés (cailloux, branches, morceaux de verre, surface des vases,...) d'un biofilm gélatineux brun doré. Le dessin ci-dessous montre la structure stylisée du biofilm à la surface d'un caillou (d'après Round, 1993).



Pour les prélever, il suffit donc de brosser la face supérieure de quelques cailloux. Observées directement au microscope, les diatomées vivantes ont une couleur brun-jaune et certaines se déplacent. Contrairement à beaucoup de végétaux qui ont de l'amidon comme substance de réserve, les diatomées secrètent des huiles.



Ensuite, pour bien observer les structures fines des squelettes, il faut détruire le contenu vivant par un traitement à l'acide ou à l'eau oxygénée.

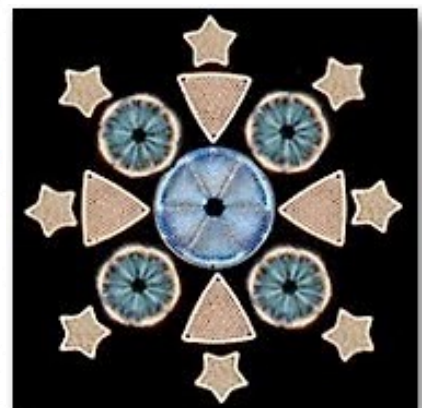
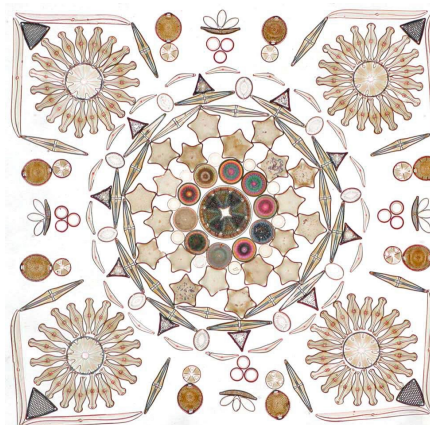
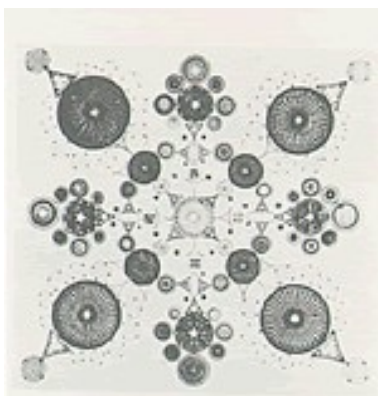


L'ensemble de toutes les diatomées d'un échantillon forme un peuplement. Suivant la composition chimique de l'eau, chaque peuplement peut renfermer entre 10 et 200 espèces différentes !

Les diatomées intègrent les variations de la qualité des eaux. Ainsi, la composition du peuplement à un moment donné est l'image intégrée de toutes les variations qui se sont produites pendant environ 3 semaines avant la récolte. Après avoir identifié et compté toutes les espèces, on peut calculer un indice de qualité de l'eau.

EN PAGES 5 A 14 : UNE VRAI EXERCICE D'EXPERTISE DIATOMEES POUR LES ENSEIGNANTS !

Les diatomées sont comme des bijoux ! Certains artistes patients en ont fait des tableaux... Quelques exemples étonnants à voir sur la page <http://www.thisiscolossal.com/2014/09/diatomist/>



Une roche qui flotte sur l'eau: la diatomite

Exploitation de diatomite (USA)



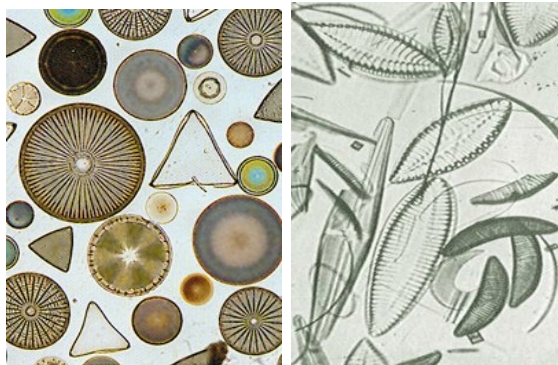
La diatomite est une roche formée par l'accumulation en couches épaisses d'algues microscopiques à squelette siliceux: les diatomées. Les dépôts principaux datent de **20 millions d'années**.

Réserves estimées: 2 milliards de tonnes

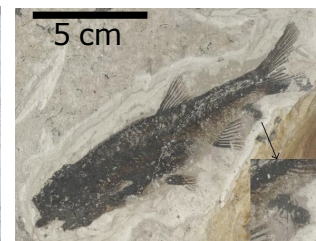
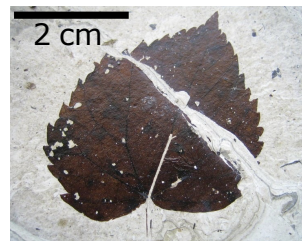
Exploitation annuelle: 2 millions de tonnes utilisées pour la filtration, comme opacifiant (peintures), comme abrasif, comme isolant,...

Même vieilles de plusieurs millions d'années, les diatomites renferment encore de nombreux fossiles: diatomées, feuilles, insectes, poissons,...

On reconnaît les diatomites formées en eau de mer ou en eau douce car les espèces sont très différentes.



300 μ m



Les algues diatomées, déetectives microscopiques de la qualité de nos rivières !

Syllabus à l'usage de l'enseignant (avec les réponses !) pour réaliser la manipulation.

par Louis Leclercq et Michel-Marie Solito de Solis¹

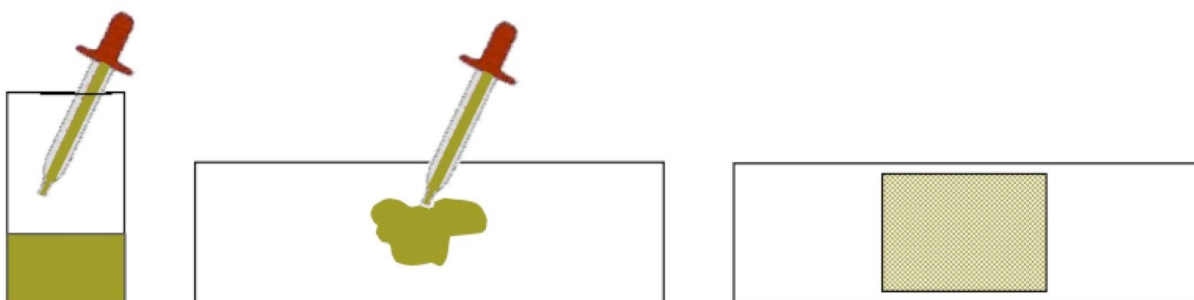
Les cailloux immergés dans les rivières sont parfois très glissants.

Parfois, on ne voit rien avec les yeux, parfois une croûte, vert clair ou verte ou brune recouvre les cailloux.



Si on brosse la face supérieure d'un caillou immergé et que l'on récolte ce biofilm gélatineux, son observation directe au microscope révèle toute une foule de microorganismes bactériens, végétaux et animaux.

De retour au laboratoire, on place une goutte de la suspension entre lame et lamelle.



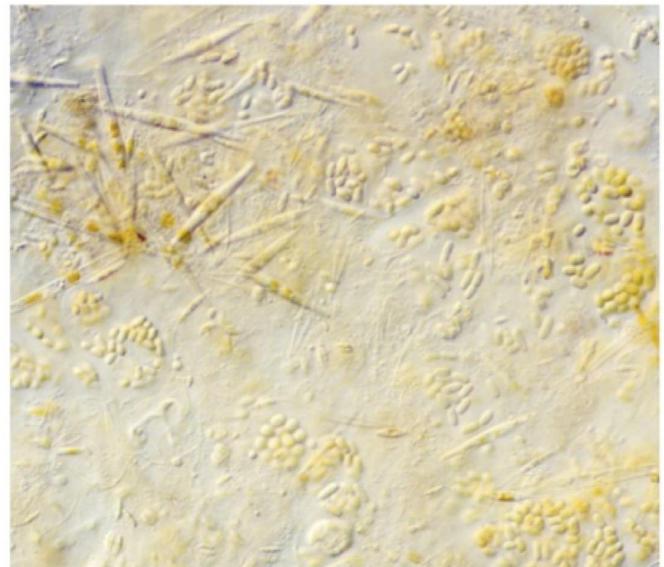
L'activité est trop complexe pour être réalisée en vrai. Elle est proposée ici en approche virtuelle. Le texte qui suit explique la démarche et donne les solutions. L'enseignant pourra télécharger en parallèle le carnet d'exercices pour les élèves. Il trouvera aussi les fondements théoriques sur les sites suivants : <http://www.inforef.be/expeda/eureau/outils.html> (rubrique « outils pour la collecte, l'analyse et le traitement des données ») et http://www.inforef.be/projets/eureauforma/vallee_outils.htm, surtout le logiciel Virtval.

¹ Première version publiée en 2011 dans les Dossiers pédagogiques 2011 par Ludico Sciences Université de Liège. https://edc.ulq.ac.be/merci/Dossierpedagogique2011_ae43139de61f535d2000_.pdf

D'abord, si on choisit un petit grossissement de 10 x 10, on ne voit pratiquement rien, uniquement des petites particules brunes ou transparentes qui flottent dans l'eau...

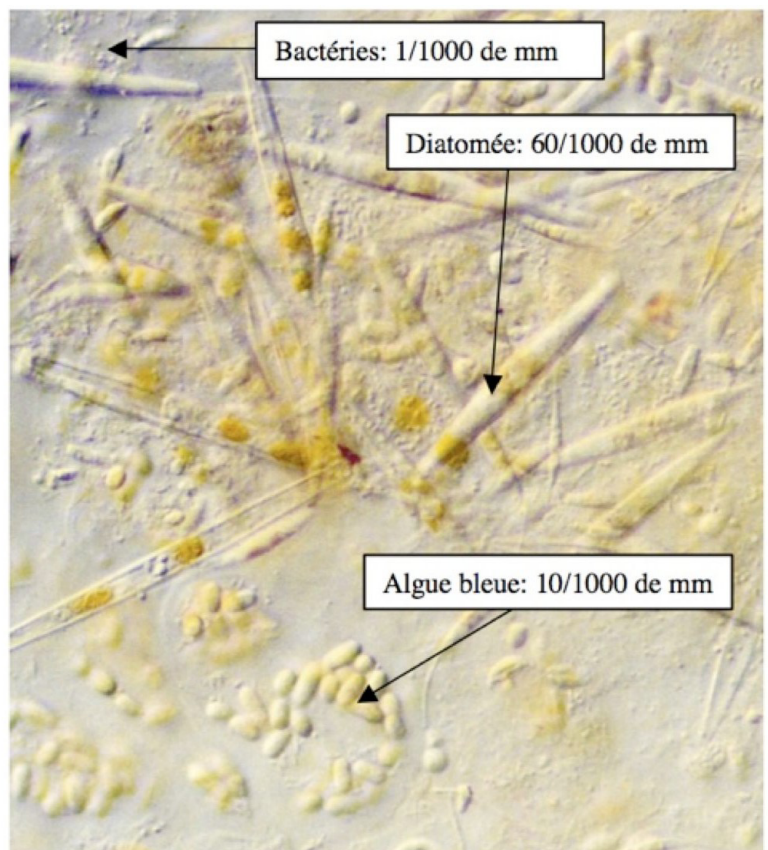


Si on agrandit plus, disons 50x10, on voit que les particules ne sont plus toutes les mêmes : certaines sont petites et rondes, d'autres ont la forme d'aiguilles...



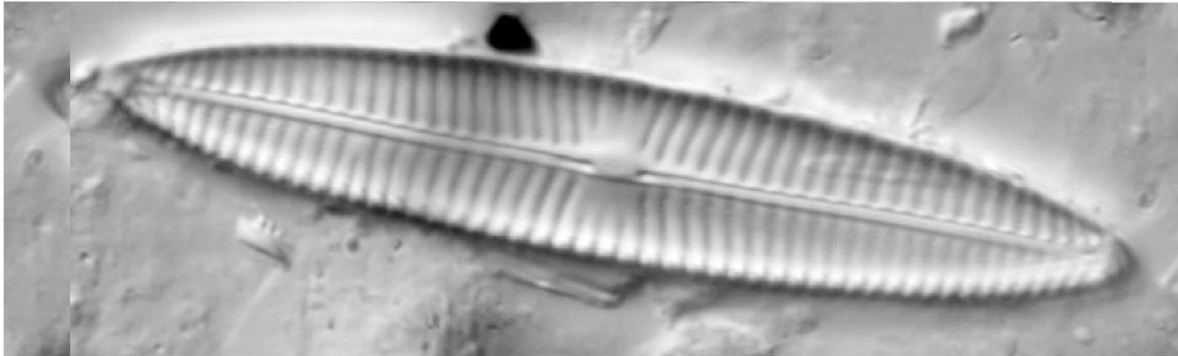
Si le microscope le permet, on peut regarder avec un grossissement de 100x10. On distingue alors des **algues dorées**, des algues bleues et même des bactéries tellement petites qu'on ne voit qu'une petite sphère.

Souvent, on peut voir aussi de très petits animaux qui nagent entre les algues.

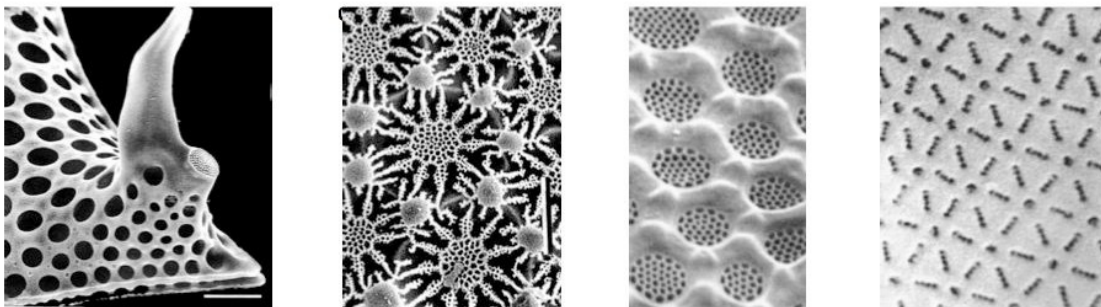


Ce qui va maintenant nous intéresser, ce sont les **algues dorées**. En 1702, le hollandais Antoine van Leeuwenhoek, invente un petit microscope et reconnaît les premières algues dorées. Mais ce n'est que vers 1850 que les chercheurs ont pu disposer de microscopes de qualité suffisante pour observer plus de détails chez les microorganismes. On a ainsi découvert que ces algues étaient entourées d'un squelette formé d'opale, une matière proche du verre. Les chercheurs ont donné à ces algues le nom de **diatomées**. Pour bien les voir, ils doivent les nettoyer avec un acide.

En augmentant le grossissement, ce fut une grande surprise de voir que ce squelette minuscule était très richement décoré de lignes, de trous, d'épines,...



Et quand fut inventé le microscope électronique qui permet d'agrandir beaucoup plus, la surprise fut bien plus grande encore. Ces squelettes en opale, percés de trous et de reliefs minuscules sont de vraies dentelles!

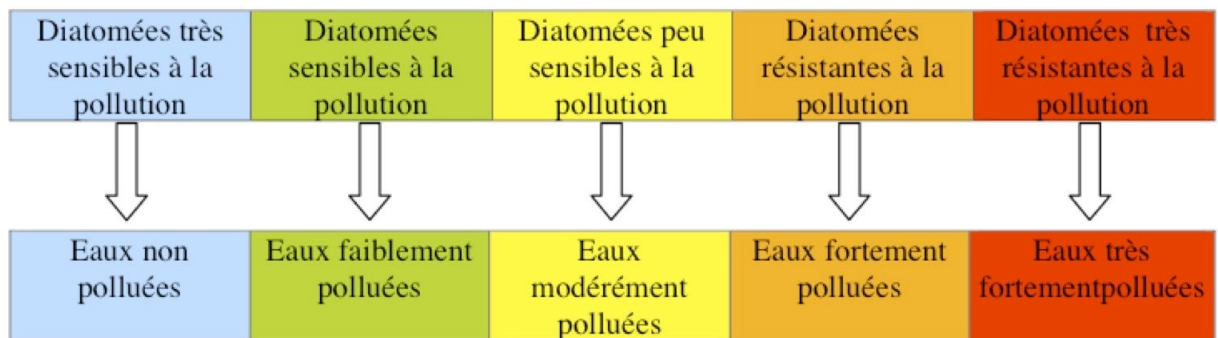


Les chercheurs se sont servis de la forme des cellules et de ces décorations pour décrire de nombreuses espèces. A l'heure actuelle, on en connaît plus de 100000 qui vivent dans tous les milieux aquatiques (ruisseaux, mares, lacs, mers et océans) et humides (entrées des grottes, mousses au pied des arbres...).

Les diatomées, qui sont des protistes chlorophylliens (jadis classés parmi les végétaux), sont très importantes sur terre : elles produisent beaucoup d'oxygène et servent de nourriture à de nombreux animaux qui les broutent (certains insectes aquatiques, des poissons,...).

Elles peuvent aussi nous servir à mesurer la pollution des rivières. Il y a environ 100 ans, on s'est rendu compte, grâce à de nombreuses analyses de diatomées couplées à des analyses chimiques de l'eau, que certaines espèces étaient très sensibles à la pollution et d'autres très résistantes. Ainsi, en étudiant au microscope un échantillon récolté sur des cailloux immergés, on peut évaluer les proportions d'espèces sensibles et résistantes et déterminer ainsi la qualité de l'eau.

Si on trouve, sur les cailloux immergés dans la rivière, beaucoup de diatomées très sensibles à la pollution, on pourra en conclure que l'eau n'est pas polluée. Si on trouve au contraire beaucoup de diatomées très résistantes, c'est que l'eau est très polluée.



Achnanthes	Cocconeis	Cymbella	Cyclotella	Diatoma 1	Diatoma 2
Fragilaria 1	Fragilaria 2	Gomphonema	Hannaea	Meridion	Navicula 1
Navicula 3	Navicula 4	Navicula 5	Navicula 6	Nitzschia 1	Nitzschia 2
Nitzschia 3	Pinnularia	Stauroneis	Surirella 1	Surirella 2	Tabellaria

Dans la nature, on a souvent un mélange complexe d'espèces des différents groupes. On les compte et on peut alors calculer, avec une formule mathématique, un indice de qualité. Pour le sud de la Belgique, on dénombre plus de 400 espèces différentes !

L'activité proposée ici utilise seulement 24 espèces illustrées dans le tableau 1. A chacune, on a donné la couleur du groupe de sensibilité à laquelle elle appartient.

Ce trait représente seulement 20 millièmes de mm !

TABEAU 1

Démarche à suivre par l'élève

Première étape : bien observer la carte de la région étudiée.

Décrire l'occupation du territoire traversé par la rivière de l'amont vers l'aval:



- de la forêt ;
- une zone agricole avec des cultures et des prairies avec des vaches ;
- un grand village avec des égouts qui se déversent dans la rivière ;
- à nouveau de la forêt.

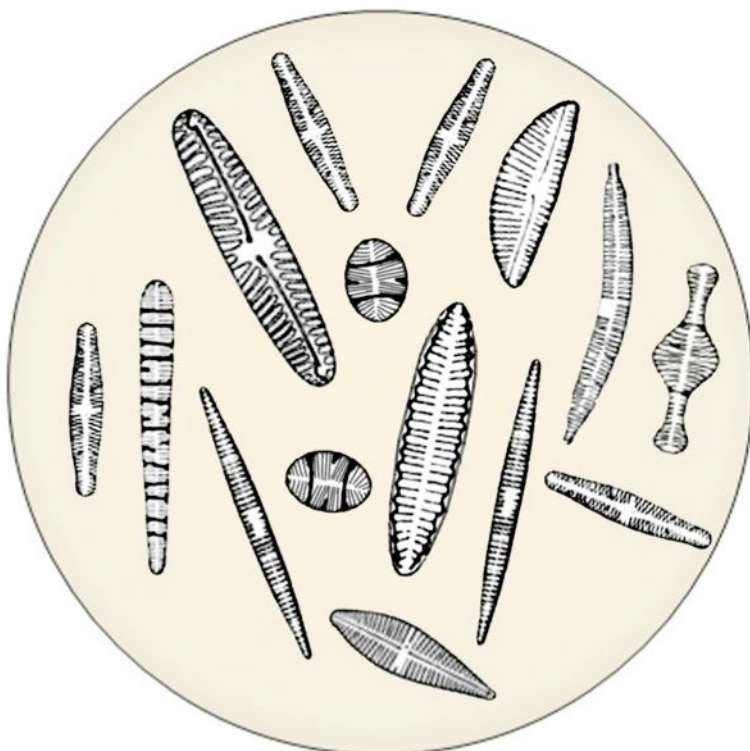
Deuxième étape : récolte des diatomées en brossant des cailloux à 4 endroits ;

- point 1 à la sortie de la forêt
- point 2 à la sortie de la zone agricole
- point 3 à la sortie du village
- point 4 à la sortie de la forêt

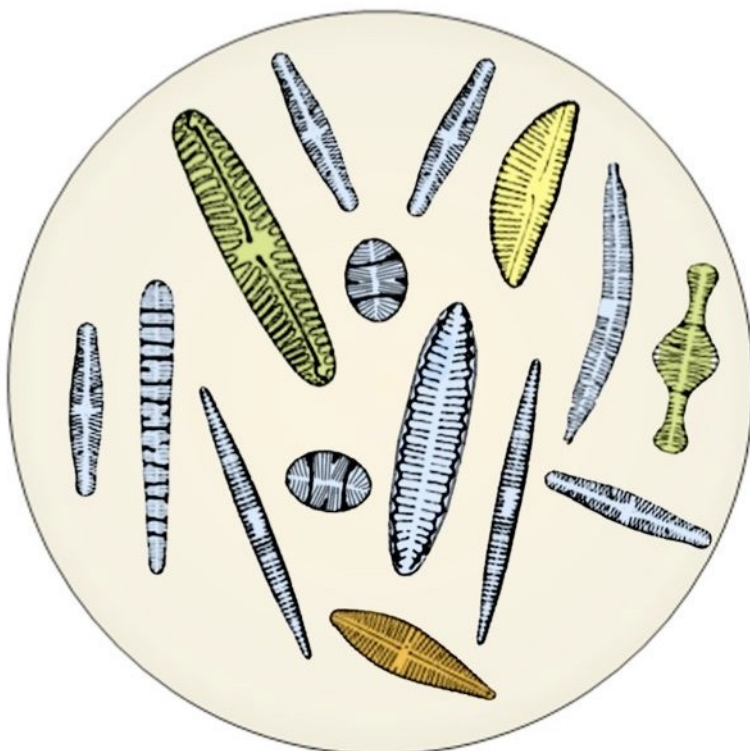
Nous rappelons que les diatomées présentées dans la suite du document ont été nettoyées avec un acide avant de les observer au microscope. Il ne reste plus que leur squelette en opale.

La suite du document présente le mélange de diatomées aux 4 points.

POINT 1



Troisième étape : trouver dans le tableau 1, le nom de chaque diatomée.

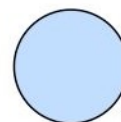


Quatrième étape : colorier chaque diatomée de la couleur proposée dans le tableau 1.

Compter le nombre de diatomées de chaque couleur:

- Bleu : 11 diatomées
- Vert : 2 diatomées
- Jaune : 1 diatomée
- Orange : 1 diatomée
- Rouge : 0 diatomée

Colorier le cercle de la couleur la plus représentée.



Indiquer par une croix la qualité de la rivière à cet endroit .

Pas polluée	X
Faiblement polluée	
Modérément polluée	
Fortement polluée	
Très fortement polluée	

Faire le même exercice pour les autres points .

POINT 2



Troisième étape : trouver dans le tableau 1, le nom de chaque diatomée.

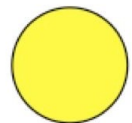


Quatrième étape : colorier chaque diatomée de la couleur proposée dans le tableau 1.

Compter le nombre de diatomées de chaque couleur:

- Bleu : 2 diatomées
- Vert : 4 diatomées
- Jaune : 8 diatomées
- Orange : 1 diatomée
- Rouge : 0 diatomée

Colorier le cercle de la couleur la plus représentée.



Indiquer par une croix la qualité de la rivière à cet endroit.

Pas polluée	<input type="checkbox"/>
Faiblement polluée	<input type="checkbox"/>
Modérément polluée	<input checked="" type="checkbox"/>
Fortement polluée	<input type="checkbox"/>
Très fortement polluée	<input type="checkbox"/>

POINT 3



Troisième étape : trouver dans le tableau 1, le nom de chaque diatomée.



Quatrième étape : colorier chaque diatomée de la couleur proposée dans le tableau 1.

Compter le nombre de diatomées de chaque couleur:

Bleu : 1 diatomée

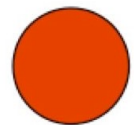
Vert : 1 diatomée

Jaune : 1 diatomée

Orange : 2 diatomées

Rouge : 10 diatomées

Colorier le cercle de la couleur la plus représentée.



Indiquer par une croix la qualité de la rivière à cet endroit.

Pas polluée	<input type="checkbox"/>
Faiblement polluée	<input type="checkbox"/>
Modérément polluée	<input type="checkbox"/>
Fortement polluée	<input type="checkbox"/>
Très fortement polluée	<input checked="" type="checkbox"/>

POINT 4



Troisième étape : trouver dans le tableau 1, le nom de chaque diatomée.



Quatrième étape : colorier chaque diatomée de la couleur proposée dans le tableau 1.

Compter le nombre de diatomées de chaque couleur:

Bleu : 1 diatomée

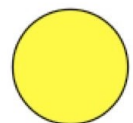
Vert : 1 diatomée

Jaune : 10 diatomées

Orange : 2 diatomées

Rouge : 1 diatomées

Colorier le cercle de la couleur la plus représentée.



Indiquer par une croix la qualité de la rivière à cet endroit.

Pas polluée	<input type="checkbox"/>
Faiblement polluée	<input type="checkbox"/>
Modérément polluée	<input checked="" type="checkbox"/>
Fortement polluée	<input type="checkbox"/>
Très fortement polluée	<input type="checkbox"/>

Rassembler les résultats dans le tableau, les porter sur la carte et essayer de les expliquer.

	Couleur dominante	
POINT 1 : après la forêt		Eau pas polluée
POINT 2 : après la zone agricole		Eau modérément polluée
POINT 3 : après le village		Eau très fortement polluée
POINT 4 : après la deuxième forêt		Eau modérément polluée



Dessin: Michel-Marie Solito de Solis

La forêt est une zone naturelle qui ne pollue pas la rivière.

Après la zone agricole, on note une pollution modérée qui vient des engrais que l'on met sur les prairies et les champs.

Après le village, l'eau est très polluée. C'est parce que, dans notre cas, le village n'a pas de station d'épuration. Les eaux usées arrivent alors directement dans la rivière. Faire rechercher aux élèves d'où viennent les eaux usées de la maison et ce qu'elles contiennent.

Après la deuxième forêt, la pollution a diminué. Essayer d'expliquer pourquoi. Réponse : la rivière ne reçoit plus de nouvelle pollution et elle a le temps de s'autoépurer.

Les points 2 et 4 sont de la même couleur jaune (pollution modérée). A partir de la proportion des diatomées des différents groupes de sensibilité, peut-on dire si le niveau de pollution est le même dans les deux stations ?

diatomées	En bleu	En vert	En jaune	En orange	En rouge
Point 2	2	4	8	1	0
Point 4	1	1	10	2	1

Réponse : la station 2 est moins polluée parce qu'elle contient plus de diatomées du groupe sensible (vert). L'agriculture est moins polluante que les zones habitées mais il faut quand même inciter les agriculteurs à ne pas utiliser trop d'engrais qui coûtent chers et ne sont pas complètement assimilés. Eviter aussi d'épandre engrais et lisiers lorsque les sols sont bien humides ou gelés.