

## L'eutrophisation : des nutriments aux algues

### Problématique:

Quels nutriments sont importants pour la croissance des algues ?

Avez-vous déjà vu de la « mousse » sur la plage et vous êtes-vous déjà demandé ce que c'est et d'où cela provient ?

Méthode: analyses chimiques

Compétence: recherche

Public visé: élèves de 3<sup>ème</sup>, 2<sup>nde</sup>, 1<sup>ère</sup>, terminale (14-18 ans)

### Partie théorique:

#### **Mousse**

Au printemps, les jours se rallongent, il y a plus de lumière (en terme de durée et d'intensité). De ce fait, les organismes microscopiques vivants en mer - que l'on appelle phytoplancton - commencent à se développer fortement. Pour leur croissance, ils ont besoin de nutriments, appelés aussi sels minéraux, tels que les **nitrate**s ( $\text{NO}_3$ ) et les **phosphate**s ( $\text{PO}_4^{3-}$ ). Beaucoup de nutriments arrivent dans la mer par les rivières et les estuaires et un excès de ces nutriments est appelé **eutrophisation** du grec eu : « bien, vrai » tropein : « nourrir ». Ces éléments nutritifs permettent aux algues de se multiplier très rapidement, entraînant ainsi une prolifération. Les principaux effets de l'eutrophisation sont le manque d'oxygène, des changements au sein de l'écosystème, la détérioration de la qualité de l'eau (mauvaise odeur, mauvais goût de l'eau) et le développement des espèces d'algues qui peuvent produire des toxines potentiellement nuisibles pour les humains et les animaux. La prolifération d'algues qui se produit au printemps en Manche/mer du Nord se traduit par la formation de mousse sur la plage (figure 1). La mousse résulte de la décomposition d'une microalgue lorsqu'elle meurt (nom scientifique : *Phaeocystis*, figure 2) combiné à l'agitation des vagues et du vent.

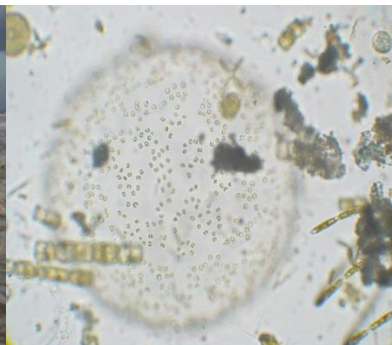


Figure 1: "Mousse" d'algues (*Phaeocystis*)

Figure 2: image microscopique de cellules *Phaeocystis*

©VLIZ Fotogalerij Onze Kust/Copejans, Evy, 2007

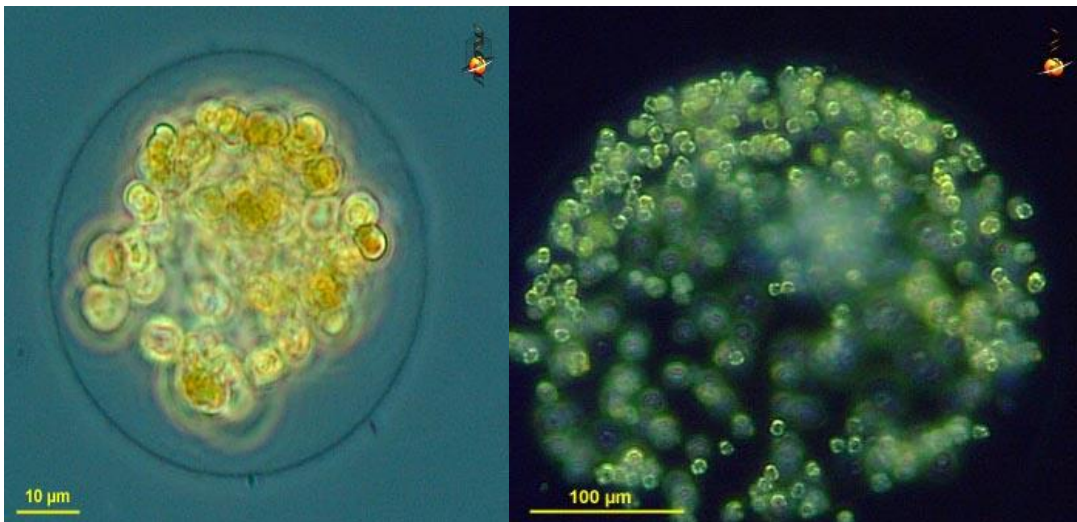
Source: PAE Ugent

Les *Phaeocystis* sont des espèces d'algues unicellulaires (figure 3) dont la taille d'une cellule individuelle varie de 3 à 7 micromètres de diamètre.



Figure 3: image microscopique de cellules individuelles de *Phaeocystis*  
©Bob Andersen and D. J. Patterson – Courtesy of NCMA

Comment une si petite algue mousse tant ? C'est parce que les cellules se rassemblent en grandes **colonies** sphériques (figures 4 et 5) lorsque les nutriments sont abondants. Si vous remplissez un seau d'eau de mer quand la mer commence à mousser, vous pouvez facilement voir ces colonies.



Figures 4 et 5: cellules *Phaeocystis* se rassemblant en colonies gélatineuses lorsque les nutriments sont présents en abondance dans la colonne d'eau  
©Bob Andersen and D. J. Patterson – Courtesy of NCMA

Ces colonies peuvent se développer très rapidement, causant de grands « blooms ». La plupart des cellules sont en fait disposées à la périphérie de la colonie, qui ressemble à une bille aqueuse entourée de mucus (gélatineux). Cette couche de mucus permet également le stockage des éléments nutritifs afin que ces algues puissent continuer à croître, même la nuit. Du fait que les colonies soient si grandes, elles sont difficilement consommées par des « brouteurs » comme les copépodes (petits crustacés) et les brouteurs unicellulaires ('microzooplancton'- zooplancton 20-200 µm). Quand elles ont épuisé les éléments nutritifs dans l'eau, les colonies se déforment et commencent à se désintégrer. Une partie coule au fond et une autre partie est attaquée par des virus spécifiques, provoquant alors la désagrégation des cellules (lyse). Pendant cette phase de décomposition, la mousse est libérée et lorsque qu'il y a du vent, il peut s'en former des grosses quantités sur la plage.

Bien que la mousse soit un phénomène naturel et non une conséquence directe de la pollution, il y a bien un lien entre la quantité de mousse sur la plage et l'eutrophisation. Ces algues vont davantage se développer lorsqu'il y a plus de nutriments dans l'eau, ce qui entrainera alors davantage de mousse. Heureusement, la mousse n'est pas toxique, mais les pêcheurs n'aiment pas *Phaeocystis* car les colonies peuvent obstruer leurs filets. Comme mentionné ci-dessus, *Phaeocystis* est difficilement mangé par les copépodes, qui sont la nourriture préférée des petits poissons, qui sont en eux-mêmes la nourriture favorite des plus gros poissons. Pour cette raison, *Phaeocystis* ne contribue pas beaucoup à l'industrie de la pêche.

Dans des cas très graves, *Phaeocystis* peut par exemple s'infiltrer dans les moules, provoquer l'anoxie et les tuer.

### **Matériel:**

- Microscope
- SERA tests pour phosphate et nitrate (que vous trouverez en magasin aquariophilie)
- Echantillon d'eau de mer
- Tamis
- Filtres (à café)
- Entonnoir
- Pots d'échantillonnage
- Mixeur
- Oeuf
- Bol de cuivre (pour battre votre oeuf)
- Engrais (Roses: 12% Nitrates, 5% Phosphates) et une cuillère
- Chronomètre

### **Partie pratique:**

1. Prélevez un échantillon d'eau de mer et observez au microscope: voyez-vous certaines espèces de phytoplancton et/ou zooplancton?
2. Préparez deux échantillons:
  - Echantillon 1: Prélevez de l'eau de mer et utilisez un filtre pour s'assurer qu'il n'y a pas de sable dans votre échantillon. Vous devez obtenir environ 100 mL d'eau filtrée.
  - Echantillon 2: recueillez 200 ml d'eau de mer dans un bocal et ajoutez 4 cuillères d'engrais. Agitez quelques minutes pour que l'engrais se dissolve. Attendez quelques minutes. Ensuite, versez le contenu dans le filtre à café jusqu'à ce que vous obteniez 100mL filtré.
  - Mesurez les concentrations en nitrate et phosphate avec le kit de test (voir protocole).

*Remarque: Il est parfois difficile de déterminer la couleur exacte de votre échantillon (notamment pour le phosphate, regardez et comparez la différence de couleur entre les échantillons 1 et 2).*

	Eau de mer (blanco)	Eau de mer (+ engrais)
<b>NO<sub>3</sub><sup>-</sup> (mg/L)</b>		
<b>PO<sub>4</sub><sup>3-</sup> (mg/L)</b>		
<b>Couleur</b>		

## Mesures

### Phosphate

#### Protocole de test SERA pour phosphate

- Rincez le flacon de mesure à plusieurs reprises avec l'eau de mer à tester, puis remplissez jusqu'à la marque de 10 ml. Séchez l'extérieur du flacon.
- Ajoutez 6 gouttes de **réactif 1** dans le flacon et agitez le flacon jusqu'à ce que le liquide soit réparti uniformément.
- Ajoutez 6 gouttes de **réactif 2** dans le flacon et agitez la même manière.
- Ajoutez une cuillère doseuse pleine (cuillère blanche) de **réactif 3**. Fermez le flacon avec couvercle et secouez. Ensuite, retirez le couvercle.
- Attendez **10 minutes**.
  - Comparez les couleurs avec le nuancier (en se positionnant au-dessus, à la lumière naturelle. Évitez la lumière solaire directe).
  - Si l'eau est bleue foncée : répétez le test avec un échantillon dilué (5 ml d'échantillon + 5 ml d'eau distillée ou 2 mL de l'échantillon + 8 ml d'eau distillée). N'oubliez pas de lire la valeur dans la bonne ligne. Si le résultat ne montre pas de couleur bleue, cela veut dire qu'elle est extrêmement faible en phosphate, voire sans phosphate.
  - Lavez le flacon avec de l'eau du robinet avant et après chaque test.

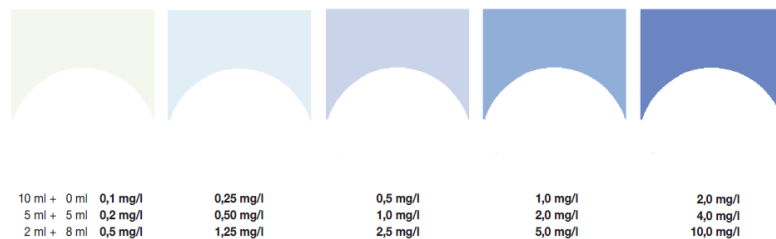


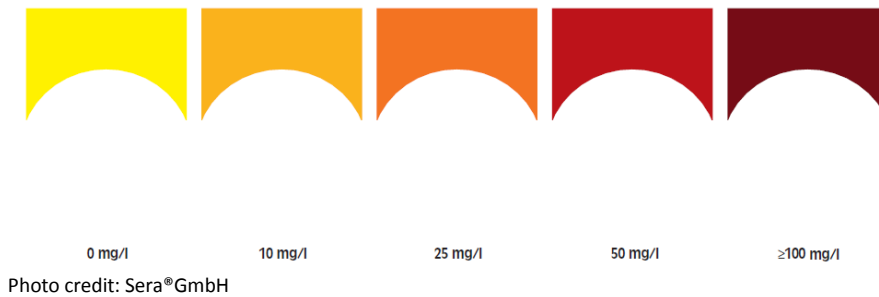
Photo credit: Sera®GmbH

### Nitrate

#### Protocole de test SERA pour nitrate

- Rincez le flacon de mesure à plusieurs reprises avec l'eau à tester, puis remplissez à la marque de 10 ml. Séchez l'extérieur du flacon.
- Ajoutez 6 gouttes de **réactif 1** dans le flacon. Agitez jusqu'à ce que le liquide soit réparti uniformément.
- Ajoutez 6 gouttes de **réactif 2** dans le flacon. Agitez de la même manière.
- Ajoutez une cuillère doseuse pleine (cuillère rouge) de **réactif 3** dans le flacon.
- Fermez le couvercle et agitez vigoureusement pendant exactement **15 secondes**.
- Ouvrez le flacon et ajoutez 6 gouttes de **réactif 4**. Agitez jusqu'à ce que le liquide soit réparti uniformément.
- Comparez les couleurs après **10 minutes** à l'aide du nuancier (en se plaçant au-dessus, à la lumière naturelle et en évitant la lumière solaire directe).

- Lavez le flacon avec de l'eau du robinet avant et après chaque test.



3. Il n'est pas toujours facile de recueillir des échantillons naturels de *Phaeocystis* (en raison de l'aspect saisonnier du phénomène de mousse). C'est pourquoi nous allons imiter la mousse à l'aide d'un oeuf. Il faut d'abord séparer le blanc et le jaune d'oeuf. Ajoutez un peu d'eau avec le blanc d'oeuf et fouetter. **Astuce:** Si vous êtes en mesure de recueillir un échantillon (en mer ou en embouchure de port) au cours d'un bloom (généralement au printemps - Mai / Juin - pour les côtes belges et françaises), vous pourrez peut-être réussir à créer de la mousse.

### Résultats et commentaires:

#### *Mesure des nitrates et des phosphates*

Une des principales causes de l'eutrophisation en Manche/mer du Nord est l'utilisation d'engrais (agriculture) qui contiennent des nitrates. Toutes les parties de l'engrais ne sont pas absorbées par les plantes. Ce reste est transporté par les eaux souterraines jusqu'en mer et dans les estuaires. Un excès de nitrate permet alors aux algues de croître davantage et plus vite. L'utilisation des nitrates dans les engrais chimiques ou biologiques est une source importante de pollution de l'eau en Europe. Une diminution de l'utilisation d'engrais minéraux a été enregistrée au début des années 90. En général, l'agriculture reste responsable de plus de 50% des émissions totales d'azote dans les eaux de surface. Les phosphates sont également présents dans les engrais. Le phosphore favorise le développement de plantes et un excès de phosphates conduit également à une croissance excessive d'algues. Les phosphates sont utilisés comme adoucisseurs d'eau dans des lessives (ils rendent le lavage plus facile en rendant l'eau moins dure).

L'utilisation des phosphates a été réduite depuis le début des années 2000, car ils sont un facteur important de pollution de l'eau et de l'eutrophisation. Aujourd'hui la source de phosphate la plus importante qui se retrouve dans nos cours d'eau provient de nos maisons, de l'industrie et de l'agriculture intensive (engrais et aliments pour animaux (bétail)). Plusieurs entreprises comme ECOVER travaillent à la création de lessives écologiques, sans phosphates, en remplaçant ces derniers par d'autres adoucisseurs. Malheureusement le phosphate est également ajouté à certaines pastilles de lave-vaisselle, en raison de leur moindre coût.

## Imitation de la mousse

Après avoir fourni un travail intensif et difficile (en secouant et battant) vous avez enfin réussi à créer le phénomène de mousse. Les protéines du blanc d'œuf se sont transformées en mousse. Ce phénomène est identique aux vagues qui « fouettent » les protéines de *Phaeocystis* dans la couche de mucus. La mousse se produit dans un processus de mélange entre l'air (oxygène) et les protéines.

### Sources:

- [http://www.vliz.be/docs/groterede/GR04\\_schuim.pdf](http://www.vliz.be/docs/groterede/GR04_schuim.pdf)
- **The life cycle of *Phaeocystis*: state of knowledge and presumptive role in ecology**  
Rousseau, V.; Chrétiennot-Dinet, M.-J.; Jacobsen, A.; Verity, P.; Whipple, S. (2007)  
*in*: Van Leeuwe, M.A. et al. (Ed.) (2007). *Phaeocystis, major link in the biogeochemical cycling of climate-relevant elements. Biogeochemistry*, 83(1-3): pp. 29-47.
- **Current understanding of *Phaeocystis* ecology and biogeochemistry, and perspectives for future research**  
Verity, P.G.; Brussaard, C.P.D.; Nejtgaard, J.C.; Van Leeuwe, M.A.; Lancelot, C.; Medlin, L.K. (2007) *Biogeochemistry* 83(1-3): 311-330.
- [www.iseca.eu](http://www.iseca.eu)
- Sera® GmbH: user manuals Phosphate (PO<sub>4</sub><sup>3-</sup>) Test and Nitrate (NO<sub>3</sub><sup>-</sup>) test  
[http://www.sera.de/en/products/in\\_category/single-water-test-312/product/sera-po4-test-phosphate-test.html](http://www.sera.de/en/products/in_category/single-water-test-312/product/sera-po4-test-phosphate-test.html)  
[http://www.sera.de/en/products/in\\_category/single-water-test-312/product/sera-nitrate-test.html](http://www.sera.de/en/products/in_category/single-water-test-312/product/sera-nitrate-test.html)

Cet outil éducatif a été mis en place par le VLIZ dans le cadre du projet ISECA.



Plus d'informations: [www.ISECA.eu](http://www.ISECA.eu)

