

Enseigner avec l'espace

→ ÉTUDIER LA QUALITÉ DE L'EAU

Mini étude de cas pour les détectives du climat



→ ENQUÊTE SUR LA QUALITÉ DE L'EAU

Mini étude de cas pour les détectives du climat

FAITS RAPIDES

Sujet : Sciences ; Biologie Tranche d'âge : 14-18 ans Type : Activité de projet

Mots-clés : Qualité de l'eau ; Changement climatique ; Cyanobactéries ; Observation de

la Terre ; Science ; Biologie

OBJECTIFS D'APPRENTISSAGE

- être capable de travailler scientifiquement en collectant et en analysant des données, en faisant des observations minutieuses, en recherchant des modèles et des relations
- Reconnaître certains des impacts du changement climatique sur les ressources en eau
- Identifiez les cyanobactéries comme des bactéries qui obtiennent de l'énergie par photosynthèse.

Brève description

Les mini-études de cas pour Climate Detectives sont destinées à aider les enseignants à identifier le sujet sur lequel leur équipe Climate Detectives va enquêter et à les guider au cours des différentes phases du projet. Dans le modèle, les enseignants trouveront quelques suggestions de données que les élèves peuvent collecter et analyser. Ces suggestions ne sont pas exhaustives, et les enseignants peuvent décider de leur propre orientation spécifique dans un domaine de recherche donné. La miniétude de cas doit être utilisée en conjonction avec le guide de l'enseignant et non comme un document autonome.

Cette étude de cas est consacrée au thème de la qualité de l'eau et les élèves vont étudier comment le changement climatique peut avoir un impact sur la qualité de l'eau en ce qui concerne les cyanobactéries dans les lacs

À propos des Climate Detectives

Climate Detectives est un projet scolaire destiné aux élèves et géré par l'Agence spatiale européenne (ESA) en collaboration avec les bureaux nationaux de ressources éducatives de l'espace (ESEROs) dans toute l'Europe.

Dans le cadre de ce projet, les élèves endosseront le rôle de détectives du climat tout en apprenant à connaître l'environnement de la Terre. Pour cela, ils identifieront un problème climatique local (phase 1), l'étudieront en utilisant des images satellites réelles ou leurs propres mesures au sol (phase 2), et enfin proposeront des actions pour aider à réduire ou surveiller le problème (phase 3).





La question correspond-elle au thème du climat?

Oui. Il examine comment un changement de climat peut avoir un impact sur la qualité de l'eau des lacs.

La question porte-t-elle sur un seul problème ou une seule question?

> Oui. Il est axé sur la qualité de l'eau liée au développement des cyanobactéries.

La question est-elle trop large ou trop étroite ? Non. Il identifie un problème à l'échelle locale mais établit des liens avec un problème mondial plus large.

La question est-elle claire et concise?

Sujet : lacs et le climat

Question de recherche

Comment le changement climatique impacte-t-il la qualité de l'eau en ce qui concerne les cyanobactéries dans les lacs?

Non. Elle implique une analyse des données ainsi qu'une recherche documentaire et la collecte d'informations auprès de sources secondaires.

La réponse à la question est-elle trop facilement accessible ?

Oui. Elle est clairement définie et il est possible de l'étudier, en utilisant des observations par satellite et des mesures au sol.

A - Introduction au sujet (PHASE 1)

Le contexte

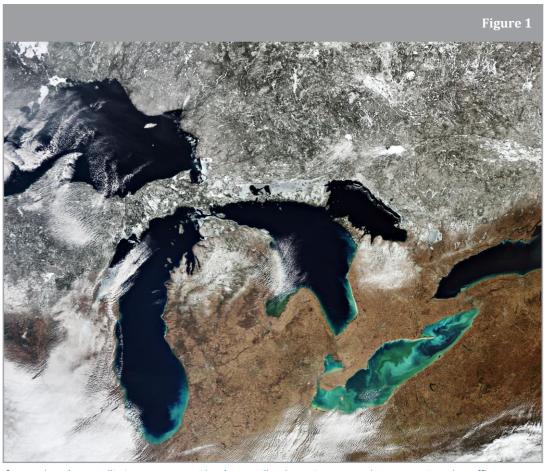
"Comprendre le comportement complexe des lacs dans un environnement changeant est essentiel pour une gestion efficace des ressources en eau et l'atténuation des effets du changement climatique." Projet Lacs de l'ESA CCI

Le gouvernement luxembourgeois a <u>publié</u> en septembre 2021 <u>une alerte</u> concernant la présence de cyanobactéries dans le plus grand lac du Luxembourg, le barrage d'Esch-Sur-Sûre. Le <u>Syndicat des eaux du barrage d'Esch-Sur-Sûre</u> (SEBEL) commente la situation :

"Depuis 1986, une augmentation progressive des Cyanophycées a été observée dans le barrage d'Eschsur-Sûre. Les eaux sont classées "méso-eutrophes", ce qui signifie que les proliférations observées sont essentiellement dues à un apport excessif de nutriments tels que l'azote et le phosphore.

L'interaction entre les différentes formes de nutriments et les proliférations de cyanophycées est très complexe et fait encore l'objet de débats. D'autres facteurs météorologiques tels que le changement climatique, les eaux stagnantes et l'augmentation des températures ainsi que la diminution des débits en été ont encore favorisé les Cyanophycées par rapport aux autres espèces de phytoplancton. Ce phénomène que nous observons dans le barrage est également observé dans le monde entier."

Cette étude de cas porte sur cet événement. Les équipes de Climate Detectives Luxembourg peuvent choisir ce lac ou un autre plan d'eau du pays. Les équipes d'un autre pays sont encouragées à enquêter sur un plan d'eau de leur région.



↑ Les données satellitaires peuvent aider à surveiller la croissance et la propagation des efflorescences cyanobactériennes. Sur cette <u>image</u> capturée par <u>Copernicus Sentinel-3</u>, les efflorescences d'algues vertes qui tourbillonnent dans le lac Érié (Amérique du Nord) sont clairement visibles car elles se sont accumulées à la surface de l'eau. Cette image contient des données Copernicus Sentinel modifiées (2020), traitées par l'ESA, <u>CC BY-SA 3.0 IGO</u>

Informations générales

Que sont les cyanobactéries ?

Les cyanobactéries sont des bactéries qui obtiennent de l'énergie par photosynthèse. Elles absorbent la lumière à l'aide de pigments de phycobiline (pigments photosynthétiques), qui leur donnent leur couleur bleu-vert unique, pour transformer le dioxyde de carbone et l'eau en oxygène et en glucose. Les cyanobactéries ont transformé l'atmosphère pauvre en oxygène de la Terre primitive en une atmosphère riche en oxygène comme aujourd'hui.

Les cyanobactéries constituent, avec les algues, la base du réseau alimentaire aquatique. <u>Cet article</u> de la Microbiology Society illustre le rôle important que jouent les micro-organismes, tels que les cyanobactéries, en tant que producteurs primaires dans la chaîne alimentaire.

Le nom de cyanobactéries fait référence à leur couleur (du grec ancien κυανός (kuanós) signifiant "bleu"), ce qui leur donne leur autre nom, "algues bleu-vert".

Pourquoi les cyanobactéries se développent-elles ?

Les cyanobactéries sont importantes en tant que producteurs primaires de matière organique et fournisseurs d'oxygène pour les autres formes de vie aquatiques et terrestres, mais elles peuvent également contribuer à la mortalité d'autres organismes - en cas d'efflorescence intense. Le terme "efflorescence" est utilisé pour désigner les événements au cours desquels le phytoplancton - algues ou cyanobactéries qui vivent dans des environnements aquatiques - se développe beaucoup plus rapidement qu'il n'est éliminé (par le broutage ou d'autres formes de décomposition). Les efflorescences deviennent un problème lorsqu'elles perturbent l'équilibre du réseau alimentaire, se décomposent trop rapidement (ce qui entraîne un manque d'oxygène) ou produisent des substances toxiques. Malheureusement, les espèces de cyanobactéries les plus susceptibles de former des efflorescences sont également celles qui créent des problèmes importants, notamment l'accumulation à la surface de l'eau par temps calme ("écumes") et parfois la toxicité. Cela pose des problèmes pour l'approvisionnement en eau potable et les loisirs. Les températures élevées de l'eau ont été associées au développement des fleurs d'eau cyanobactériennes dans les régions tempérées et semi-arides. L'augmentation des températures due au changement climatique favorise la croissance de certains types de cyanobactéries, augmentant ainsi les risques associés aux efflorescences. Bien que la température soit un facteur qui affecte la cinétique de croissance des bactéries, la disponibilité de nutriments tels que le phosphore est une condition essentielle à la croissance des algues et des cvanobactéries. 1

Selon l'<u>Atlas interactif du GIEC</u>, le changement climatique en Europe occidentale induit une augmentation de la température et une plus grande sécheresse hydrologique, ce qui entraîne une réduction des débits des rivières et des inflows des lacs. Cela peut constituer un avantage pour les cyanobactéries qui se développent plus rapidement que les autres phytoplanctons et détériorent la qualité de l'eau.

Recherche sur le développement des cyanobactéries

Les activités suivantes sont suggérées comme activité initiale et pour permettre aux étudiants d'acquérir des connaissances liées au sujet :

- Regarder de courts documentaires ou des vidéos sur le sujet.
- Mener des **recherches sur le web** pour explorer les facteurs favorisant le développement des cyanobactéries et le lien avec le changement climatique. L'<u>Atlas interactif du GIEC</u> fournit des informations régionales sur le changement climatique. Les équipes <u>y</u> trouveront des informations sur la prolifération des algues et l'utilisation de la télédétection pour détecter et suivre ces événements.
- Faire des recherches dans les **médias locaux** et rechercher des articles exposant le problème
- Vérifiez s'il existe des **rapports** qui pourraient vous aider à identifier les informations appropriées. Par exemple, consultez ce rapport de l'<u>Organisation mondiale de la santé</u> qui présente le niveau de cyanobactéries dans une eau considérée comme malsaine.
- Contactez les **organismes de recherche locaux** travaillant sur ce sujet pour demander des informations et le soutien d'experts locaux.

Plan d'enquête

Maintenant que le sujet et la question de recherche ont été discutés, il est temps de planifier les données que l'équipe doit collecter. La dernière étape de la phase 1 des détectives du climat est la soumission d'un plan d'investigation. Vous trouverez des idées pour la collecte de données dans la section B, qui peut vous aider à soumettre votre plan d'enquête.

B - Collecte et analyse des données (PHASE 2)

Pour étudier le thème de la qualité de l'eau et du développement des cyanobactéries, les élèves peuvent collecter et analyser des données provenant de plusieurs sources.

Données satellitaires

Les informations fournies par les satellites qui observent la Terre peuvent être utilisées pour surveiller les lacs et autres plans d'eau. En utilisant les données du satellite Copernicus Sentinel-2 et un <u>script d'analyse</u> <u>de la qualité de l'eau</u>, nous pouvons voir le problème des cyanobactéries dans le lac d'Esch-sur-Sûre, au Luxembourg, en septembre 2021.

Pour cet exercice, nous utiliserons EO Browser (https://apps.sentinel-hub.com/eo-browser/), un outil en ligne qui permet d'accéder gratuitement aux images satellites de différentes missions d'observation de la Terre. Vous trouverez ici et ici de plus amples informations sur l'utilisation d'EO Browser.

Pour en savoir plus sur

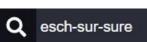
Copernicus Sentinel-2 est une mission à deux satellites. Chaque satellite transporte une caméra haute résolution qui prend des images de la surface de la Terre dans le visible, le proche infrarouge et l'infrarouge à ondes courtes comprenant 13 bandes spectrales. La mission est principalement utilisée pour suivre les changements dans la façon dont les terres sont utilisées et pour surveiller la santé de notre végétation. Bien qu'elle ait été optimisée pour les applications terrestres, elle constitue également un outil précieux pour surveiller la couleur des océans et l'activité biologique. Pour en savoir plus, lisez l'article "Sentinel-2 attrape l'œil de la tempête d'algues".

Exercice

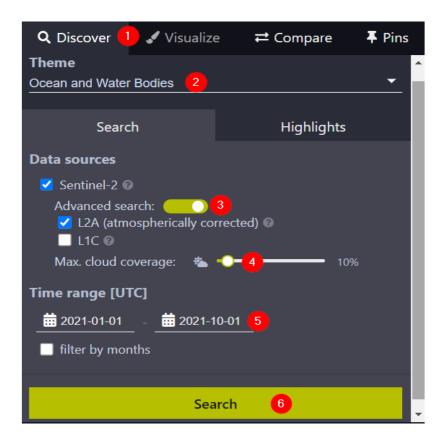
- 1. Ouvrir EO Browser
- 2. Dans le coin supérieur droit de votre écran EO Browser, cliquez sur l'icône du chapeau académique et choisissez Mode : Éducation



3. Sélectionnez l'emplacement du lac dans le champ de recherche.



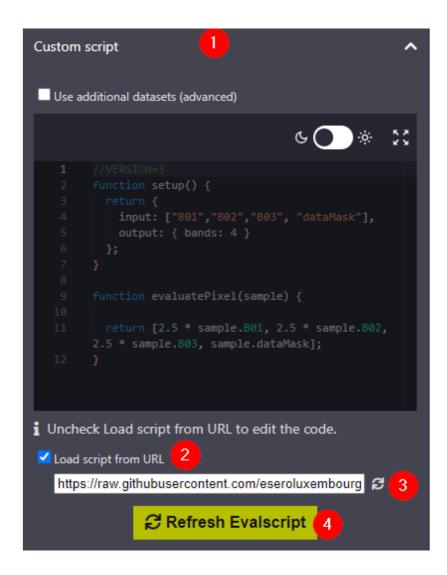
- 4. Sur l'onglet "Découvrir" (1):
 - a. Choisir le thème "Océan et masses d'eau" (2)
 - b. Activer la "Recherche avancée" (3)
 - c. Réglez la "Couverture nuageuse maximale" à 10% (4).
 - d. Sélectionnez la plage horaire souhaitée (5)
 - e. Appuyez sur "Recherche" (6)



5. Dans l'onglet "Visualiser", sélectionnez une image et cliquez sur le bouton "Visualiser".

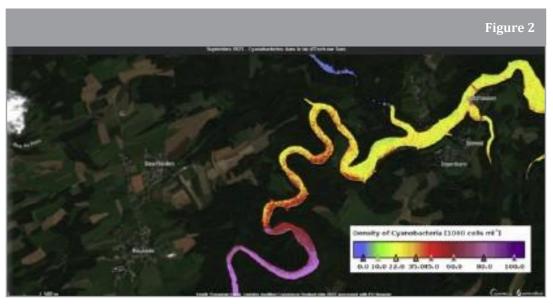


- 6. Cliquez sur le bouton "Personnalisé".
- Custom
 Create custom visualization
- 7. Cliquez sur "Script personnalisé" (1), puis cochez la case "Charger le script depuis l'URL" (2).
- 8. Remplissez le champ avec l'URL suivante (3) : https://raw.githubusercontent.com/eseroluxembourg/sentinel-scripts/master/sentinel-2/se2waq/ script.js
 - 9. Cliquez sur le bouton "Rafraîchir Evalscript" (4).



Résultats

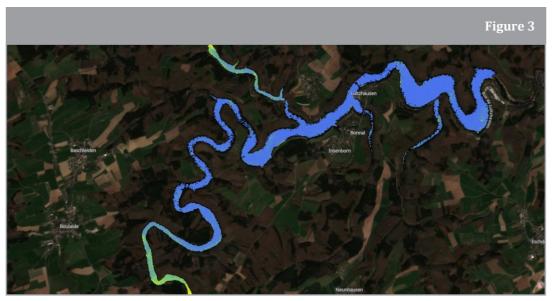
• Septembre 2021 (voir l'image directement sur EO Browser)



↑Densité des cyanobactéries dans le lac d'Esch-sur-Sûre, au Luxembourg, en septembre 2021.

Les élèves peuvent répéter l'exercice ci-dessus et obtenir une nouvelle image du même lac à une autre saison, par exemple en avril 2021.

Avril 2021 (voir l'image directement sur <u>EO Browser</u>)



↑ Densité des cyanobactéries dans le lac d'Esch-sur-Sûre, au Luxembourg, en avril 2021.

Analyse et discussion

Après avoir visualisé les résultats, les élèves doivent comparer les deux images et reflecter ce que les données montrent, tout en notant les différences éventuelles. Les élèves pourraient étudier comment la présence de cyanobactéries varie dans le temps et comment cela est lié ou non, par exemple, à la température de l'eau, aux événements météorologiques et aux changements climatiques.

La croissance des cyanobactéries est fortement liée à la disponibilité des nutriments, en particulier du phosphore. Les nutriments peuvent avoir de nombreuses sources différentes ; l'agriculture et l'industrie n'en sont que deux exemples. Il est donc intéressant d'étudier la zone entourant le plan d'eau. Y a-t-il des champs intensément utilisés dans les environs ? Y a-t-il une production industrielle ?

Il faut noter que la télédétection des cyanobactéries a ses limites. Il est beaucoup plus facile de détecter les cyanobactéries qui s'accumulent à la surface de l'eau, que de les identifier parmi les algues lorsque l'eau est mélangée. Ainsi, les mesures provenant des réseaux d'observation au sol sont également essentielles.

Données de base

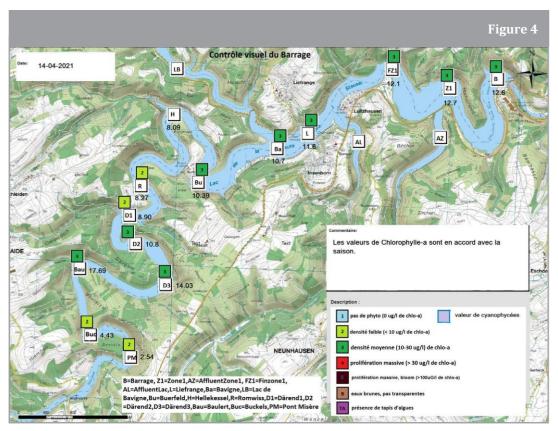
Les observations de la Terre peuvent être acquises à partir de plateformes de télédétection telles que les satellites ou prises au niveau du sol. Nous appelons ces mesures "données au sol" ou "in situ" (sur place).

Données nationales

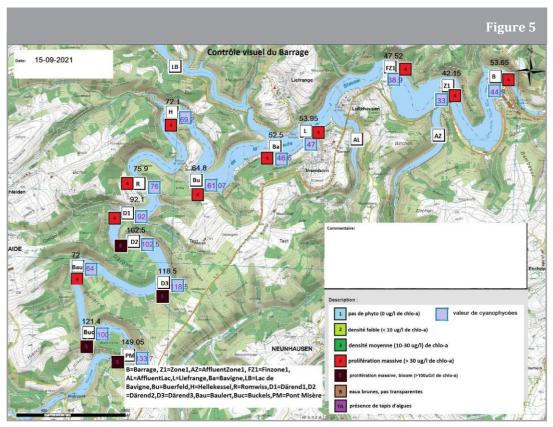
Au Luxembourg, deux organisations fournissent des données de terrain relatives à la concentration de cyanobactéries dans l'eau.

- a) La <u>microbiologie environnementale et la biotechnologie</u> de l'Institut luxembourgeois des sciences et de la technologie (LIST).
- b) Le Syndicat des Eaux du Barrage d'Esch-Sur-Sûre (SEBEL)

Ce type de données est très important pour valider les mesures effectuées par les satellites. Les observations sur site de SEBEL correspondent aux observations satellitaires avec EO Browser (voir figures ci-dessous). Les étudiants devraient comparer leurs propres images satellites avec les mesures effectuées par les agences nationales.



↑ Faible niveau de cyanobactéries en avril 2021. Crédit : PURDUE-WILLE Emanuela



↑ Niveau élevé de cyanobactéries en septembre 2021. Crédit PURDUE-WILLE Emanuela

Données primaires

Il s'agit d'informations que les élèves mesurent ou calculent eux-mêmes.

Deux facteurs principaux limitent la croissance des cyanobactéries : la lumière et la disponibilité des nutriments. Les équipes trouveront ci-dessous des idées sur la façon d'étudier ces facteurs. Les équipes peuvent également explorer d'autres facteurs et faire des recherches sur leur relation avec les cyanobactéries. Par exemple, la salinité et la température de l'eau sont également des facteurs importants qui peuvent avoir un impact sur la croissance des cyanobactéries.

Attention à la santé et à la sécurité!

Une eau contenant beaucoup de cyanobactéries peut causer des nuisances (comme une mauvaise odeur) et des risques pour la santé! Avant de visiter des lacs et des rivières, et de prendre des mesures, vérifiez les avertissements des autorités officielles concernant la qualité de l'eau et discutez des moyens de vous protéger.

Transparence de l'eau

La quantité de cyanobactéries et d'algues influence la profondeur à laquelle la lumière pénètre dans un plan d'eau détermine la profondeur à laquelle les plantes aquatiques peuvent pousser. Sans lumière, il n'y a pas de photosynthèse, que ce soit par les plantes, les algues ou les cyanobactéries. La transparence diminue avec la présence de molécules et de particules qui peuvent absorber ou diffuser la lumière et peut aider à déterminer la profondeur à laquelle la photosynthèse est possible. En outre, la couleur de l'eau peut aider à déterminer si la faible transparence est due à des algues ou à d'autres substances, comme des matières organiques dissoutes, des minéraux ou des sédiments organiques.

La transparence de l'eau peut être mesurée à l'aide d'un **disque de Secchi**. Le disque de Secchi est un disque de 30 cm de diamètre que l'on descend dans l'eau au moyen d'une corde. La profondeur à laquelle le disque de Secchi n'est plus visible à travers l'eau est appelée profondeur de Secchi. Lorsque la transparence de l'eau est élevée, la profondeur de Secchi est également élevée. Lorsque la transparence de l'eau est faible et que le ciel est nuageux, la profondeur de Secchi est faible.

Un disque de Secchi peut être construit à l'aide d'une imprimante 3D ou à partir d'un matériau recyclable tel qu'un vieux disque. La transparence de l'eau peut varier selon les saisons, il est donc important d'effectuer de nombreuses lectures du disque de Secchi, par exemple une fois par mois. Des protocoles sur la façon d'utiliser le disque de Secchi pour mesurer la transparence de l'eau peuvent être facilement trouvés en ligne. Le disque de Secchi est utilisé depuis des centaines d'années déjà, et les scientifiques continuent d'utiliser les mesures pour surveiller la transparence de l'eau. Si un disque de Secchi de taille normale n'est pas nécessaire ou trop grand pour être transporté, voyez comment construire et déployer un mini-disque de Secchi, disponible par le biais du projet MONOCLE.

<u>Les scientifiques</u> utilisent également ces mesures pour établir un lien avec la concentration de phytoplancton dans l'eau et valider les mesures effectuées par les satellites!

Nutriments

Une quantité naturelle et saine de nutriments tels que l'azote et le phosphore est essentielle au fonctionnement des écosystèmes aquatiques. La surcharge des mers, des lacs et des rivières en nutriments peut entraîner une série d'effets néfastes connus sous le nom d'eutrophisation. Le phosphore est le nutriment clé de l'eutrophisation des eaux douces. Il est généralement considéré comme le "nutriment limitant", ce qui signifie que la quantité disponible de ce nutriment contrôle le rythme de croissance des algues et des plantes aquatiques. La forme la plus courante de phosphore utilisée par les organismes biologiques est le phosphate. Pour mesurer les niveaux de phosphates dans l'eau, les équipes peuvent utiliser un kit de qualité de l'eau ou un kit de test des phosphates.

Les cyanobactéries sont moins susceptibles d'apparaître dans les zones où l'on trouve des plantes à racines, car celles-ci absorbent les nutriments dont elles ont besoin. Parallèlement, lorsque les cyanobactéries sont fréquentes dans un lac, les plantes à racines ne sont pas susceptibles de pousser dans l'eau. Les équipes peuvent également étudier la présence d'organismes indicateurs. Il s'agit d'espèces de plantes ou d'animaux qui vivent dans des conditions particulières et qui peuvent donc montrer, par exemple, indirectement la quantité de nutriments dans un lac ou le long d'une berge.

Les plantes qui ont besoin de beaucoup d'azote pour pousser se trouvent donc dans des zones où la concentration d'azote est élevée. Il en va de même pour les animaux, par exemple les insectes et même les micro-organismes. La qualité de l'eau peut être évaluée en mesurant la présence des organismes choisis dans la zone étudiée.

C - Il est temps de faire la différence ! (PHASE 3)

Sur la base des résultats et des conclusions de la phase 2, les équipes décident des actions à entreprendre pour résoudre le problème climatique sur lequel elles ont enquêté. Quelles actions les élèves pourraient-ils entreprendre, à titre individuel ou collectif, pour sensibiliser et réduire l'impact des proliférations de cyanobactéries dans leur communauté ?



CLIMATE DETECTIVES

→ TÂCHES DE DÉTECTIVES DU CLIMAT

Fiche de travail de l'élève

A - Introduction au sujet (PHASE 1)

- Que sont les cyanobactéries ? Comment le changement climatique influe-t-il sur la qualité de l'eau en ce qui concerne les cyanobactéries dans les lacs ?
- Pourquoi les cyanobactéries se développent-elles ?
- Quels sont les principaux problèmes causés par les cyanobactéries ?
- Comment le sujet que vous avez choisi vous affecte-t-il ou se rapporte-t-il à vous, à votre communauté ou à votre environnement local ?
- Décrivez comment vous comptez étudier le problème climatique et quelles données vous comptez analyser (pour le plan d'investigation). Pour des suggestions, voir ci-dessous.

B - Collecte et analyse des données (PHASE 2)

- Interviewer les personnes vivant autour du lac pour discuter de son évolution au fil des ans en relation avec le changement climatique.
- Analyser des lacs différents de celui d'Esch-sur-Sûre.
- Analyser l'évolution des cyanobactéries en un an, sur plusieurs mois.
- Comparez l'évolution des cyanobactéries sur un lac au même moment de différentes années.
- Étudier la présence d'organismes indicateurs montrant la présence de nutriments favorisant les cyanobactéries.
- Analyser la transparence de l'eau dans le temps à l'aide d'un disque de Secchi
- Relier la présence de cyanobactéries dans le temps à la température de l'eau, aux événements météorologiques et aux changements climatiques.

C - Il est temps de faire la différence ! (PHASE 3)

Votre travail de détective du climat est maintenant terminé. Quelles actions pourriez-vous proposer, en tant qu'individus et en tant que communauté, pour faire la différence sur le sujet de votre enquête ?

→ Liens

Ressources de l'ESA

Climate Detectives Teacher Guide https://climatedetectives.esa.int/teacher-guide/

Ressources pour la classe Climate Detectives
https://climatedetectives.esa.int/classro
om-resources

Le climat pour les écoles - Ressources de l'initiative sur le changement climatique https://climate.esa.int/en/educate/climate-for-schools/

Informations générales

Efflorescences algales nuisibles - Éducation scientifique par l'observation de la Terre pour les écoles secondaires https://seos-project.eu/marinepollution/marinepollution-c03-p01.html

Atlas interactif du GIEC

https://interactive-atlas.ipcc.ch/regional-synthesis

Les cyanobactéries dans l'eau - Organisation mondiale de la santé https://www.who.int/publications/m/item/toxic-cyanobacteria-in-water---second-edition

Copernicus Sentinel-2

https://www.esa.int/Applications/Observing the Earth/Copernicus/Sentinel-2

Collecte et analyse des données

EO Browser

https://apps.sentinel-hub.com/eo-browser

Projet Monocle - Disque Mini-secchi

https://monocle-h2020.eu/Sensors and platforms/Mini-secchi disk en

Le bureau de l'éducation de l'ESA est ouvert aux réactions et aux commentaires teachers@esa.int

Une production de l'ESA Education en collaboration avec ESERO Luxembourg Copyright 2022 © Agence spatiale européenne