

teach with space

→ ONDERZOEK NAAR DE WATERKWALITEIT

Mini-casestudy voor Climate Detectives



Copyright: JeanBaptiste Burne

→ ONDERZOEK NAAR WATERKWALITEIT

Mini Casestudy voor Climate Detectives

SNELLE FEITEN

Vak: Natuurwetenschappen; Biologie
Leeftijd: 14-18 jaar oud
Type: Project activiteit
Sleutelwoorden: Water kwaliteit; klimaatverandering; Cyanobacteriën; Aardobservatie; Wetenschappen; Biologie;

LESDOELEN

- Wetenschappelijk kunnen werken door gegevens te verzamelen en te analyseren, zorgvuldige waarnemingen te doen en te zoeken naar patronen en verbanden
- Enkele gevolgen van klimaatverandering voor de watervoorraden herkennen
- Cyanobacteriën herkennen als bacteriën die energie halen uit fotosynthese
- Begrijpen hoe aardobservatiesatellieten kunnen worden ingezet om de waterkwaliteit te monitoren

Korte omschrijving

De mini-casestudy's voor Climate Detectives zijn bedoeld om leerkrachten te helpen bij het bepalen van het onderwerp dat hun Climate Detectives-team gaat onderzoeken en om hen te begeleiden tijdens de verschillende fasen van het project. In het sjabloon vinden leerkrachten enkele suggesties voor gegevens die leerlingen kunnen verzamelen en analyseren. De suggesties zijn niet uitputtend en de leerkrachten kunnen zelf een specifieke focus kiezen binnen een bepaald onderzoeksgebied. De mini-casestudy moet worden gebruikt in combinatie met de docentenhandleiding en niet als een op zichzelf staand document.

Deze casestudy gaat over waterkwaliteit en de studenten gaan onderzoeken welke invloed klimaatverandering kan hebben op de **waterkwaliteit** met betrekking tot cyanobacteriën in meren.

Over Climate detectives

Climate Detectives is een schoolproject voor scholieren, georganiseerd door het Europees Ruimteagentschap (ESA) in samenwerking met de nationale European Space Education Resource Offices (ESERO's) in heel Europa.

In dit project kruipen leerlingen in de huid van Climate Detectives terwijl ze leren over het milieu op aarde. Daarvoor identificeren ze een lokaal klimaatprobleem (fase 1), onderzoeken ze dit met behulp van echte satellietbeelden of hun eigen metingen ter plaatse (fase 2) en stellen ze ten slotte maatregelen voor om het probleem te helpen verminderen of monitoren (fase 3).



START
HIER

Past de vraag binnen
het klimaatthema?

Ja, er wordt onderzocht
hoe een verandering
in het klimaat van invloed
kan zijn op de water-
kwaliteit van meren

Gaat de vraag over één
enkel probleem of kwestie.

Ja, het richt zich op
de waterkwaliteit in
verband met de groei
van cyanobacteriën.

Is de vraag te eng
of te breed?

Nee. Het wijst op een probleem
op lokale schaal, maar legt
verbanden met een bredere
mondiale kwestie.

Is de vraag duidelijk
en beknopt?

Is het antwoord op de vraag
makkelijk te vinden?

Ja. Het is duidelijk gedefinieerd
en kan worden onderzocht
aan de hand van satelliet-
waarnemingen en metingen
ter plaatse.

Onderwerp: Meren en klimaat

Onderzoeksvraag

Welke invloed heeft klimaatverandering
op de waterkwaliteit met betrekking
tot cyanobacteriën in meren?

Nee. Het omvat zowel de
analyse van gegevens als
literatuuronderzoek en het
verzamelen van informatie
uit secundaire bronnen.



A – Inleiding tot het onderwerp (FASE 1)

De situatie schetsen

“Inzicht in het complexe gedrag van meren in een veranderende omgeving is essentieel voor een effectief waterbeheer en het beperken van de gevolgen van klimaatverandering.”

ESA CCI Lakes-project

De Luxemburgse regering heeft in september 2021 een waarschuwing gepubliceerd over cyanobacteriën in het grootste meer van Luxemburg, het stuwmeer van Esch-sur-Sûre. Het Waterschap van het stuwmeer van Esch-sur-Sûre (SEBEL) geeft het volgende commentaar op de situatie:

“Sinds 1986 is er een geleidelijke toename van cyanobacteriën waargenomen in het stuwmeer van Esch-sur-Sûre. Het water wordt geclassificeerd als ‘meso-eutroof’, wat betekent dat de waargenomen bloei in wezen te wijten is aan een overmatige toevoer van nutriënten zoals stikstof en fosfor. De interactie tussen verschillende vormen van nutriënten en cyanobacteriënbloei is zeer complex en nog steeds onderwerp van discussie. Andere meteorologische factoren zoals klimaatverandering, stilstaand water en stijgende temperaturen, evenals afnemende afvoer in de zomer, hebben cyanobacteriën verder bevoordeeld ten opzichte van andere fytoplanktonsoorten. Dit fenomeen dat we in de dam waarnemen, wordt ook wereldwijd waargenomen.”

Deze casestudy gaat over die gebeurtenis. Climate Detective-teams uit Luxemburg kunnen dit meer of een ander water in het land kiezen. Teams uit een ander land worden aangemoedigd om een water in hun eigen omgeving te onderzoeken.



↑ Satellietgegevens kunnen helpen bij het volgen van de groei en verspreiding van cyanobacteriële bloei. Op deze opname van Copernicus Sentinel-3 zijn de groene algenbloei die in het Eriemeer (Noord-Amerika) ronddraait duidelijk te zien, omdat deze zich aan het wateroppervlak heeft opgehoopt. Deze opname bevat bewerkte Copernicus Sentinel-gegevens (2020), verwerkt door ESA, CC BY-SA 3.0 IGO

Achtergrondinformatie

Wat zijn cyanobacteriën?

Cyanobacteriën zijn bacteriën die energie halen uit fotosynthese. Ze absorberen licht met behulp van fycobilinepigmenten (fotosynthetische pigmenten), die hen hun kenmerkende blauwgroene kleur geven, om kooldioxide en water om te zetten in zuurstof en glucose. Cyanobacteriën hebben de zuurstofarme atmosfeer van de vroege aarde omgezet in de zuurstofrijke atmosfeer van vandaag.

Cyanobacteriën vormen samen met algen de basis van de aquatische voedselketen. [Dit artikel](#) van de Microbiology Society illustreert de belangrijke rol die micro-organismen, zoals cyanobacteriën, spelen als primaire producenten in de voedselketen. De naam cyanobacteriën verwijst naar hun kleur (van het Oudgriekse **κυανός** (kuanós) wat 'blauw' betekent), waardoor ze ook wel 'blauwalgen' worden genoemd.

Waarom ontstaan cyanobacteriën?

Cyanobacteriën zijn belangrijk als primaire producenten van organisch materiaal en als zuurstofleveranciers voor ander aquatisch en terrestrisch leven, maar ze kunnen ook bijdragen aan de sterfte van andere organismen – in gevallen van intensieve bloei. De term 'bloei' wordt gebruikt voor situaties waarin fytoplankton – algen of cyanobacteriën die in aquatische milieus leven – veel sneller groeit dan dat het wordt afgebroken (door begrazing of ander afbraakproces). Bloei wordt een probleem wanneer deze het evenwicht in de voedselketen verstoort, te snel afbreekt (wat leidt tot zuurstofgebrek), of giftige stoffen produceert. Helaas zijn de soorten cyanobacteriën die het meest geneigd zijn tot bloei, ook de soorten die aanzienlijke problemen veroorzaken, waaronder ophoping aan het wateroppervlak bij rustig weer ('schuim') en soms giftigheid. Dit veroorzaakt problemen voor de drinkwatervoorziening en recreatie. Hoge watertemperaturen worden in verband gebracht met de ontwikkeling van cyanobacteriële bloei in gematigde en semi-aride gebieden. Stijgende temperaturen als gevolg van klimaatverandering bevorderen de groei van bepaalde soorten cyanobacteriën, waardoor de risico's in verband met de bloei toenemen. Hoewel temperatuur een factor is die de groeikinetiek van bacteriën beïnvloedt, is de beschikbaarheid van voedingsstoffen zoals fosfor een primaire voorwaarde voor de groei van algen en cyanobacteriën.

Volgens de [interactieve atlas van het IPCC](#) leidt de klimaatverandering in West-Europa tot een stijging van de temperatuur en meer hydrologische droogte, waardoor de afvoer van rivieren en de instroom in meren afnemen. Dit kan ervoor zorgen dat cyanobacteriën sneller groeien dan fytoplankton, waardoor de waterkwaliteit verslechtert.

Onderzoek naar de ontwikkeling van cyanobacteriën

Als eerste stap en om de leerlingen kennis over het onderwerp te laten opbouwen, worden de volgende activiteiten aanbevolen:

- Het bekijken van **korte documentaires** of **video's** over het onderwerp
- Het uitvoeren van **online onderzoek** naar factoren die de groei van cyanobacteriën bevorderen en het verband met klimaatverandering. De interactieve [atlas van het IPCC](#) biedt regionale informatie over klimaatverandering. [Hier](#) vinden teams informatie over algenbloei en het gebruik van teledetectie om deze gebeurtenissen op te sporen en te volgen
- Onderzoek de **lokale media** en zoek naar artikelen die het probleem in hun gemeenschappen aan de kaak stellen
- Kijk of er rapporten zijn die kunnen helpen bij het vinden van geschikte informatie. Bekijk bijvoorbeeld dit **rapport** van de [Wereldgezondheidsorganisatie](#) waarin het gehalte aan cyanobacteriën in water wordt weergegeven dat als ongezond wordt beschouwd
- Neem contact op met **lokale onderzoeksorganisaties** die zich met dit onderwerp bezighouden om informatie en lokale deskundige ondersteuning te vragen

https://www.researchgate.net/publication/330944730_Cyanobacteria_Growth_Kinetics

Onderzoeksplan

Nu het onderwerp en de onderzoeksvraag zijn besproken, is het tijd om te bepalen welke gegevens het team moet verzamelen. De laatste stap in fase 1 van Climate Detectives is het indienen van een onderzoeksplan. In deel B vind je ideeën voor het verzamelen van gegevens, die je kunnen helpen bij het indienen van je onderzoeksplan.

B – Data collectie en analyse analysis (FASE 2)

Om het onderwerp waterkwaliteit en de groei van cyanobacteriën te onderzoeken, kunnen leerlingen gegevens uit verschillende bronnen verzamelen en analyseren.

Satelliet data

Informatie van satellieten die de aarde observeren, kan worden gebruikt om toezicht te houden op meren en andere wateren. Met behulp van Copernicus [Sentinel-2-satellietgegevens](#) en een script voor waterkwaliteitsanalyse kunnen we het probleem met cyanobacteriën in het meer van Esch-sur-Sûre, Luxemburg, in september 2021 in kaart brengen.

Voor deze oefening maken we gebruik van Copernicus Browser (<https://browser.dataspace.copernicus.eu/>), een online tool die gratis toegang biedt tot satellietbeelden van verschillende aardobservatiemissies. [Hier](#) en [hier](#) vind je meer informatie over het gebruik van Copernicus.

Meer informatie over

Copernicus Sentinel-2 is een missie met twee satellieten. Elke satelliet is uitgerust met een camera met hoge resolutie die het aardoppervlak in beeld brengt in het zichtbare licht, het nabije infrarood en het kortegolf-infrarood, verdeeld over 13 spectrale banden. De missie wordt voornamelijk gebruikt om veranderingen in landgebruik te volgen en om de gezondheid van onze vegetatie te monitoren. Hoewel de missie is geoptimaliseerd voor toepassingen op het land, is het ook een waardevol hulpmiddel voor het monitoren van de kleur van de oceanen en biologische activiteit. Lees meer in het artikel "[Sentinel-2 legt algenstorm vast](#)".

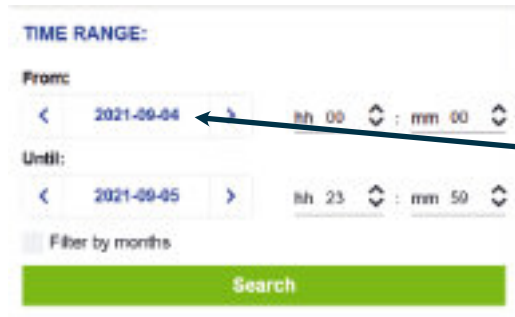
Oefening

1. Open [Copernicus Browser](#)
2. Geef bovenaan rechts 'Esch-sur-Sûre, Luxemburg' in.

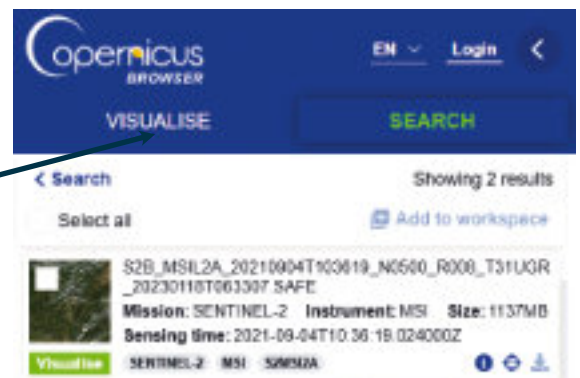


3. Klik op 'search'

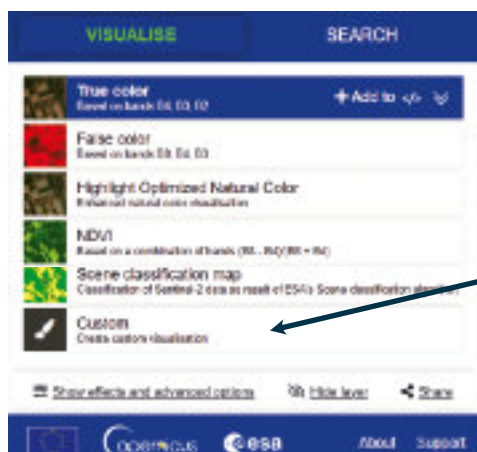
4. Kies volgende satelliet onder 'Data Sources':
'Sentinel-2, MSI 10%, L2A'



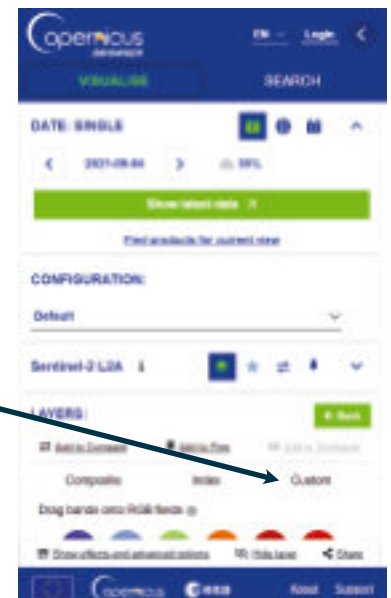
5. Kies volgende data onder 'time range' en klik op 'search'



6. Klik op 'visualise' bij voorgestelde data



7. Ga naar 'Layers' en klik op 'custom'



8. Ga naar 'Layers' en klik op 'custom'



9. Vink aan 'load script from URL'

10. Geef volgende link in <https://raw.githubusercontent.com/eseroluxembourg/sentinel-scripts/master/sentinel-2/se2waq/script.js>



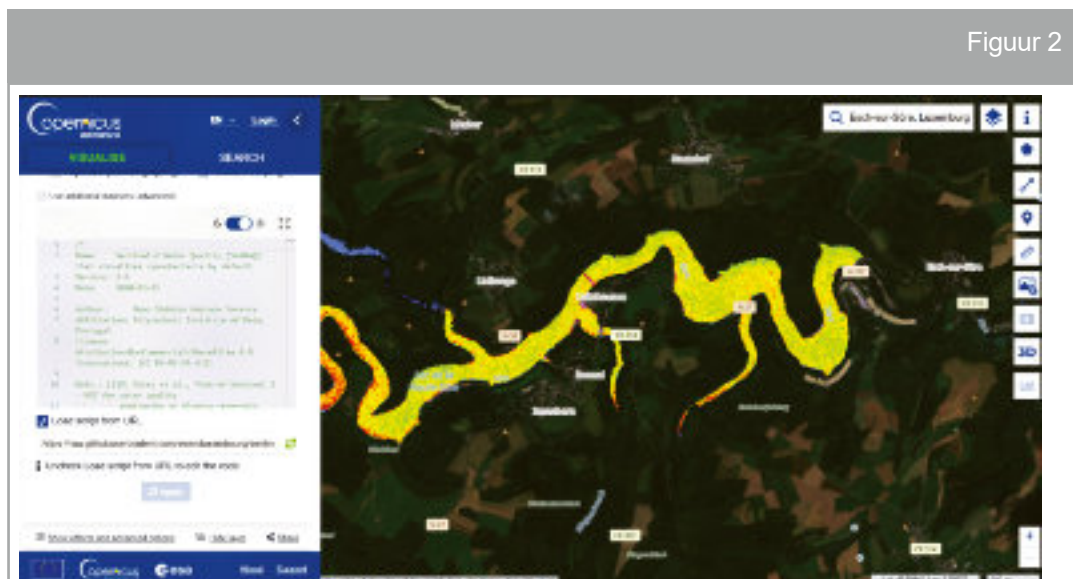
12. Klik op 'apply'



11. Klik op 'refresh' de groene pijltjes



Resultaten



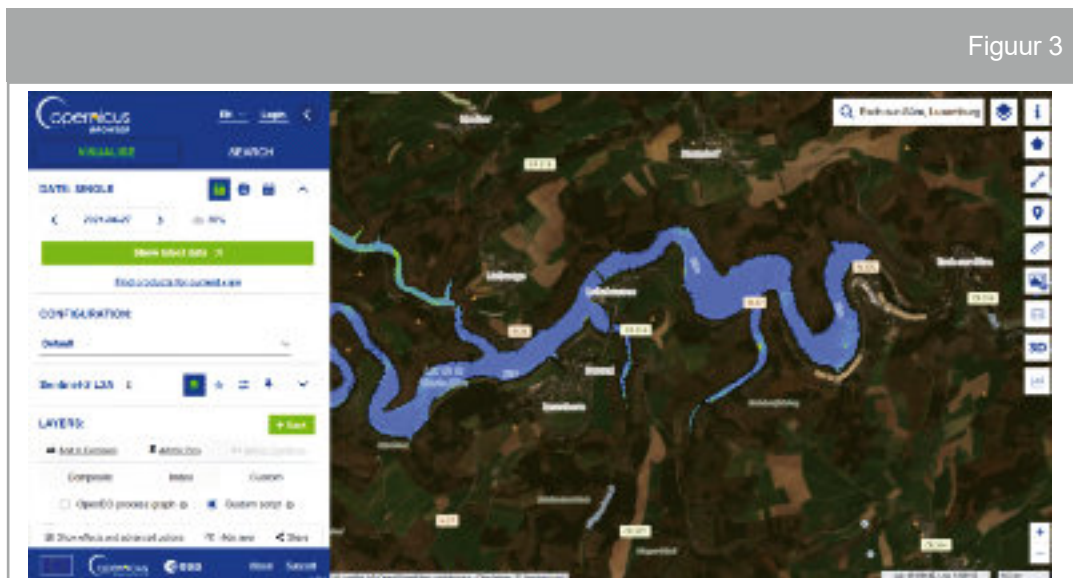
↑ Dichtheid van cyanobacteriën in het meer van Esch-sur-Sûre, Luxemburg, in september 2021

Bekijk resultaat [hier](#).

Pas bovenaan links de datum aan. Laat de leerlingen verschillende data met elkaar vergelijken om zo het verloop van de algenbloei in beeld te brengen.

Bijvoorbeeld: 27 april 2021

Bekijk resultaat [hier](#).



Figuur 3

↑ De dichtheid van cyanobacteriën in het meer van Esch-sur-Sûre, Luxemburg, in april 2021

Analyse en discussie

Nadat de resultaten zijn gevisualiseerd, moeten de leerlingen beide afbeeldingen met elkaar vergelijken en nadenken over wat de gegevens laten zien, en eventuele verschillen noteren. De leerlingen kunnen onderzoeken hoe de aanwezigheid van cyanobacteriën in de loop van de tijd varieert en hoe dat al dan niet verband houdt met bijvoorbeeld de watertemperatuur, weersomstandigheden en klimaatveranderingen.

De groei van cyanobacteriën hangt nauw samen met de beschikbaarheid van voedingsstoffen, met name fosfor. Voedingsstoffen kunnen uit allerlei bronnen afkomstig zijn; landbouw en industrie zijn slechts twee voorbeelden. Het is daarom interessant om de omgeving van het water te onderzoeken. Zijn er intensief gebruikte akkers in de omgeving? Vindt er industriële productie plaats?

Er moet worden opgemerkt dat teledetectie van cyanobacteriën zijn beperkingen heeft. Het is veel gemakkelijker om cyanobacteriën te detecteren die zich aan het wateroppervlak ophopen, dan om ze te onderscheiden van algen wanneer het water door elkaar is gemengd. Daarom zijn metingen van observatienetwerken op het land eveneens van essentieel belang.

Gronddata

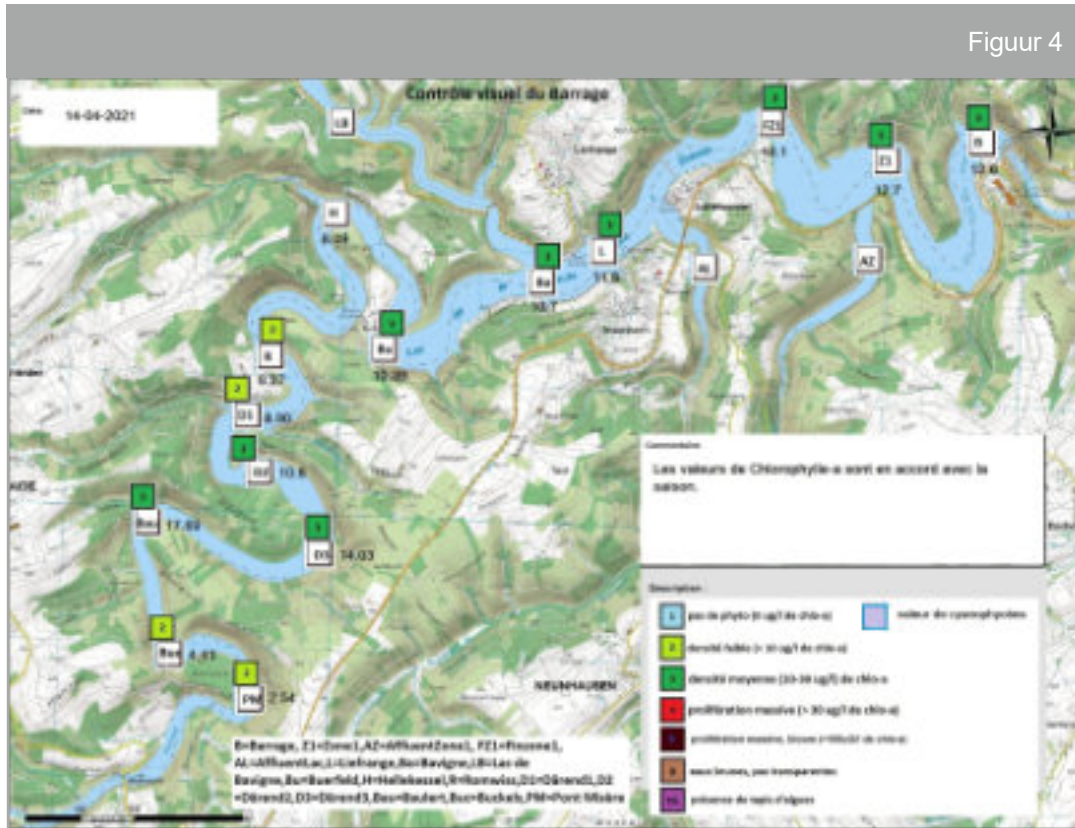
Aardobservaties kunnen worden verkregen via teledetectieplatforms zoals satellieten of ter plaatse worden uitgevoerd. We noemen die metingen 'grondgegevens' of 'in situ' (ter plaatse).

Nationale data

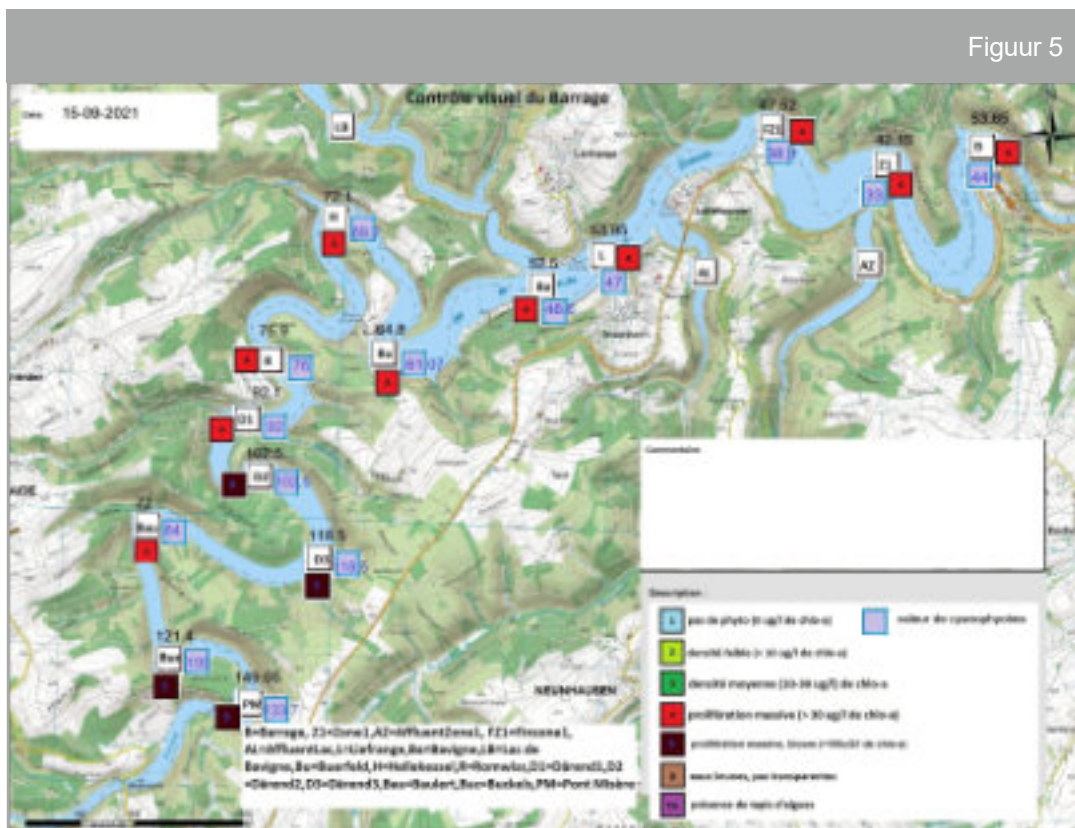
In Luxemburg leveren twee organisaties veldgegevens over de concentratie van cyanobacteriën in het water.

- De afdeling [Milieumicrobiologie en Biotechnologie](#) van het Luxemburgs Instituut voor Wetenschap en Technologie (LIST)
- [Het Watersyndicaat van de Esch-sur-Sûre-dam](#) (SEBEL)

Dit soort gegevens is van groot belang om de metingen van satellieten te valideren. De ter plaatse uitgevoerde waarnemingen van SEBEL komen overeen met de satellietwaarnemingen in de Copernicus Browser (zie onderstaande afbeeldingen). Studenten moeten hun eigen satellietbeelden vergelijken met de metingen die door nationale instanties worden uitgevoerd.



↑ Laag gehalte aan cyanobacteriën in april 2021. Bron: PURDUE-WILLEEmanuela



↑ Hoog gehalte aan cyanobacteriën in september 2021. Bron: PURDUE-WILLEEmanuela

Primaire gegevens

Dit zijn gegevens die de leerlingen zelf meten of berekenen.

Er zijn twee belangrijke factoren die de groei van cyanobacteriën beperken: licht en de beschikbaarheid van voedingsstoffen. Hieronder vinden de teams ideeën om deze factoren te onderzoeken. De teams kunnen ook andere factoren onderzoeken en nagaan hoe deze zich verhouden tot cyanobacteriën. Zo zijn bijvoorbeeld het zoutgehalte en de temperatuur van het water eveneens belangrijke factoren die van invloed kunnen zijn op de groei van cyanobacteriën.

Waarschuwing inzake gezondheid en veiligheid!

Water met veel cyanobacteriën kan overlast (zoals een vieze geur) en gezondheidsrisico's veroorzaken! Controleer, voordat je naar meren en rivieren gaat en metingen verricht, of er waarschuwingen over de waterkwaliteit zijn afgegeven door officiële instanties en bespreek hoe je jezelf kunt beschermen.

Waterhelderheid

De hoeveelheid cyanobacteriën en algen bepaalt hoe diep het licht in een watermassa doordringt en bepaalt tot welke diepte waterplanten kunnen groeien. Zonder licht vindt er geen fotosynthese plaats, noch door planten, noch door algen, noch door cyanobacteriën. De transparantie neemt af door de aanwezigheid van moleculen en deeltjes die licht kunnen absorberen of verstrooien, en kan helpen bepalen tot welke diepte fotosynthese mogelijk is. Bovendien kan de kleur van het water helpen bepalen of de lage transparantie wordt veroorzaakt door algen of andere stoffen, zoals opgeloste organische stoffen, mineralen of organisch sediment.

De waterhelderheid kan worden gemeten met een Secchi-schijf. Een Secchi-schijf is een schijf met een diameter van 30 cm die aan een koord in het water wordt neergelaten. De diepte waarop de Secchi-schijf niet meer door het water heen te zien is, wordt de Secchi-diepte genoemd. Als de waterhelderheid groot is, is de Secchi-diepte ook groot. Als de waterhelderheid laag is en het water troebel, is de Secchi-diepte laag.

Een Secchi-schijf kan worden gemaakt met een [3D-printer](#) of van een recyclebaar materiaal, zoals een [oude grammofoonplaat](#). De watertransparantie kan per seizoen variëren, dus is het belangrijk om regelmatig metingen met de Secchi-schijf te doen, bijvoorbeeld eens per maand. Instructies voor het gebruik van de Secchi-schijf om de watertransparantie te meten zijn gemakkelijk online te vinden. De Secchi-schijf wordt al honderden jaren gebruikt en wetenschappers blijven de metingen gebruiken om de watertransparantie te monitoren. Als een Secchi-schijf op ware grootte niet nodig is of te groot is om mee te nemen, kijk dan hoe je een Mini-Secchi-schijf kunt maken en gebruiken, beschikbaar via het [MONOCLE-project](#).

[Wetenschappers](#) gebruiken deze metingen ook om de concentratie van fytoplankton in het water te bepalen en om metingen van satellieten te verifiëren!

Voedingsstoffen

Een natuurlijke en gezonde hoeveelheid voedingsstoffen zoals stikstof en fosfor is essentieel voor het functioneren van aquatische ecosystemen. Een overbelasting van zeeën, meren en rivieren met voedingsstoffen kan leiden tot een reeks nadelige effecten die bekendstaan als eutrofiëring. Fosfor is de belangrijkste voedingsstof voor eutrofiëring in zoet water. Het wordt doorgaans beschouwd als de „beperkende voedingsstof“, wat betekent dat de beschikbare hoeveelheid van deze voedingsstof bepalend is voor de snelheid waarmee algen en waterplanten groeien. De meest voorkomende vorm van fosfor die door biologische organismen wordt gebruikt, is fosfaat. Om het fosfaatgehalte in het water te meten, kunnen teams een waterkwaliteitsset of een fosfaat-testkit gebruiken.

Cyanobacteriën komen minder vaak voor in gebieden waar er gewortelde planten staan, omdat deze de voedingsstoffen opnemen die beide nodig hebben. Tegelijkertijd is het onwaarschijnlijk dat gewortelde planten in het water groeien wanneer cyanobacteriën veel voorkomen in een meer. Teams kunnen ook de aanwezigheid van indicatororganismen onderzoeken. Dit zijn planten- of diersoorten die onder speciale omstandigheden leven en daardoor bijvoorbeeld indirect de hoeveelheid nutriënten in een meer of langs de oever kunnen aangeven.

Planten die veel stikstof nodig hebben om te groeien, zijn daarom te vinden in gebieden met een hoge stikstofconcentratie. Dit geldt ook voor dieren, zoals insecten en zelfs micro-organismen. De waterkwaliteit kan worden beoordeeld door de aanwezigheid van bepaalde organismen in het onderzochte gebied te meten.

C– Tijd om het verschil te maken! (FASE 3)

Op basis van de resultaten en conclusies van fase 2 bepalen de teams welke maatregelen ze willen nemen om het door hen onderzochte klimaatprobleem aan te pakken. Welke maatregelen zouden leerlingen individueel of als groep kunnen nemen om het bewustzijn te vergroten en de gevolgen van cyanobacteriële bloei in hun omgeving te verminderen?



CLIMATE DETECTIVES

→ TAAK VAN EEN CLIMATE DETECTIVES

Werkblad voor leerlingen

A – Inleiding tot het onderwerp (FASE 1)

- *Wat zijn cyanobacteriën? Welke invloed heeft klimaatverandering op de waterkwaliteit met betrekking tot cyanobacteriën in meren?*
- *Waarom ontstaan cyanobacteriën?*
- *Wat zijn de belangrijkste problemen die door cyanobacteriën worden veroorzaakt?*
- *Hoe beïnvloedt het door jou gekozen onderwerp jou, je gemeenschap of je lokale omgeving, of in welk verband staat het daarmee?*
- *Beschrijf hoe je het klimaatprobleem wilt onderzoeken en welke gegevens je wilt analyseren (voor het onderzoeksplan). Zie hieronder voor suggesties.*

B – Dataverzameling en analyse (FASE 2)

- *Interview mensen die rond het meer wonen om de ontwikkeling ervan door de jaren heen in relatie tot de klimaatverandering te bespreken*
- *Analyseer andere meren dan dat van Esch-sur-Sûre.*
- *Analyseer de ontwikkeling van cyanobacteriën binnen een jaar, over een periode van enkele maanden.*
- *Vergelijk de ontwikkeling van cyanobacteriën in een meer op hetzelfde moment in verschillende jaren.*
- *Onderzoek de aanwezigheid van indicatororganismen die wijzen op de aanwezigheid van voedingsstoffen die cyanobacteriën bevorderen*
- *Analyseer de watertransparantie in de loop van de tijd met behulp van een Secchi-schijf*
- *Breng de aanwezigheid van cyanobacteriën in de loop van de tijd in verband met de watertemperatuur, weersomstandigheden en klimaatveranderingen.*

C – Tijd om het verschil te maken! (FASE 3)

Jullie werk als Klimaatdetectives zit er nu op. Welke maatregelen zouden jullie kunnen voorstellen, zowel als individu als gemeenschap, om een verschil te maken op het gebied van het onderwerp van jullie onderzoek?

→Links

ESA resources

Climate Detectives Teacher Guide

<https://climatedetectives.esa.int/teacher-guide/>

Climate Detectives classroom resources

<https://climatedetectives.esa.int/classroom-resources>

Climate for schools – Resources from the Climate Change Initiative

<https://climate.esa.int/en/educate/climate-for-schools/>

Background information

Harmful Algal Blooms - Science Education through Earth Observation for High Schools

<https://seos-project.eu/marinepollution/marinepollution-c03-p01.html>

IPCC Interactive Atlas

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

Cyanobacteria in water – World Health Organization

<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

Data collection and analysis

EO Browser

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

Monocle project – Mini-secchi disk

https://monocle-h2020.eu/Sensors_and_platforms/Mini-secchi_disk_en

The ESA Education Office welcomes feedback and comments
teachers@esa.int

An ESA Education production in collaboration with ESERO Luxembourg
Copyright 2022 © European Space Agency