

De ‘bloei van het water’, of hoe fytoplankton de wereld beheerst

Koen Sabbe & Wim Vyverman

Onderzoeksgroep Protistologie en Aquatische Ecologie, Universiteit Gent
Krijgslaan 281-S8, 9000 Gent; koen.sabbe@ugent.be; Wim.Vyverman@ugent.be

‘Dolende plantjes’. Zo kun je fytoplankton letterlijk vertalen. Toch zal uit wat volgt blijken dat dit niet de ganse waarheid is. Het is in ieder geval een verzamelnaam voor algijs die in de oceaan en zijn randzeeën rondrijven op de heersende zeestromingen. En hoewel microscopisch klein, nemen ze door hun alomtegenwoordigheid een sleutelrol in bij het behoud van een gezonde

en welvarende planeet. Zo leveren ze het voedsel voor de vis en schelpdieren op ons bord, produceren ze zowaar de helft van alle zuurstof die we inademen en zijn ze bepalend voor ons klimaat! Door hun hoge productiviteit moeten ze niet onderdoen voor hun tegenhangers op land: alle micro-algen in de wereldzeeën samen produceren evenveel als alle landplanten samen. Maar er is meer: zonder fytoplankton geen benzine in onze tank, geen witte krijtrotsen in Dover, zelfs geen klimaat zoals we het nu kennen. En als in het voorjaar de zon weer licht en warmte geeft en het fytoplankton toelaat om de voedingsstoffen, die bij winterstormen naar het zeeoppervlak zijn gebracht, te consumeren, ontstaat de bekende “bloei van het water”. De algijs gaan zich massaal vermenigvuldigen en soms gaat dit zo hard dat er vlekken ontstaan die zich uitstrekken over duizenden kilometers en zelfs zichtbaar zijn vanuit de ruimte!

Fytoplankton heeft echter ook mindere, ja zelfs ronduit sinistere kantjes: het vormt het vervelende maar onschadelijke lenteschuim op onze stranden, brengt regelmatig miljoenenverlies toe aan schelpdierkwekerijen en kan in extreme gevallen dieren en zelfs mensen doden. Maar daarover later meer. Laten we eerst even kennismaken met deze wonderde wezentjes.

Toch geen microscopische plantjes, maar unieke combinatie plant-dier!

Zoals de naam fytoplankton al suggereert, beschouwen de meeste mensen – inclusief heel wat wetenschappers – micro-algen als miniatuurplantjes. Heel wat groepen fytoplankton zijn echter helemaal niet verwant aan planten. Met planten hebben alle micro-algen weliswaar gemeen dat ze aan fotosynthese of bladgroenwerking



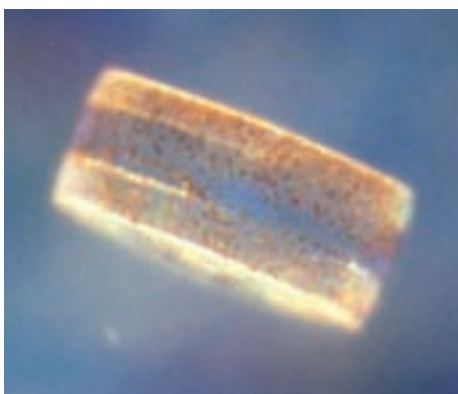
■ In de boom van het leven zijn verwantschappen tussen de belangrijkste evolutielijnen aangeduid. Snel wordt duidelijk dat groene planten, schimmels en dieren (met rood aangekend) slechts een fractie uitmaken van het totaalplaatje. Ook valt op hoe divers de resterende groepen micro-organismen – met vertegenwoordigers van het fytoplankton hierover gespreid – wel zijn (PAE)

doen. Ze kunnen met andere woorden, met lichtenergie van de zon en gebruik makend van bladgroen, het gas koolstofdioxide (CO₂) omzetten in koolhydraten. Hierdoor zijn ze, net als planten, in staat om zichzelf van energie te voorzien onafhankelijk van andere levensvormen. De meeste soorten fytoplankton zijn echter zo afwijkend dat je ze noch als plant noch als dier kunt bestempelen. Dit is goed te zien in de “boom van het leven” (zie figuur pag. 3). Hier vormt elke tak een aparte evolutielijn en wordt zichtbaar hoe deze onderling verwant zijn. De rode takjes stellen planten, dieren en schimmels (waaronder paddenstoelen) voor. Alle andere takken bestaan voor het grootste deel uit micro-organismen. Daartoe behoren niet enkel het fytoplankton of de micro-algen, maar ook andere levensvormen die zich voeden met bacteriën en micro-algen, zoals trilhaardiertjes (bv. het pantoffeldiertje) en amoeben. Als je deze boom bekijkt valt meteen op dat planten, dieren en schimmels eigenlijk maar een kleine fractie van de totale diversiteit van het leven vertegenwoordigen. Fytoplanktongroepen daarentegen vind je in de meest uiteenlopende takken terug. Ze zijn uiterst divers en eigenlijk minder aan elkaar verwant dan dieren en paddenstoelen.

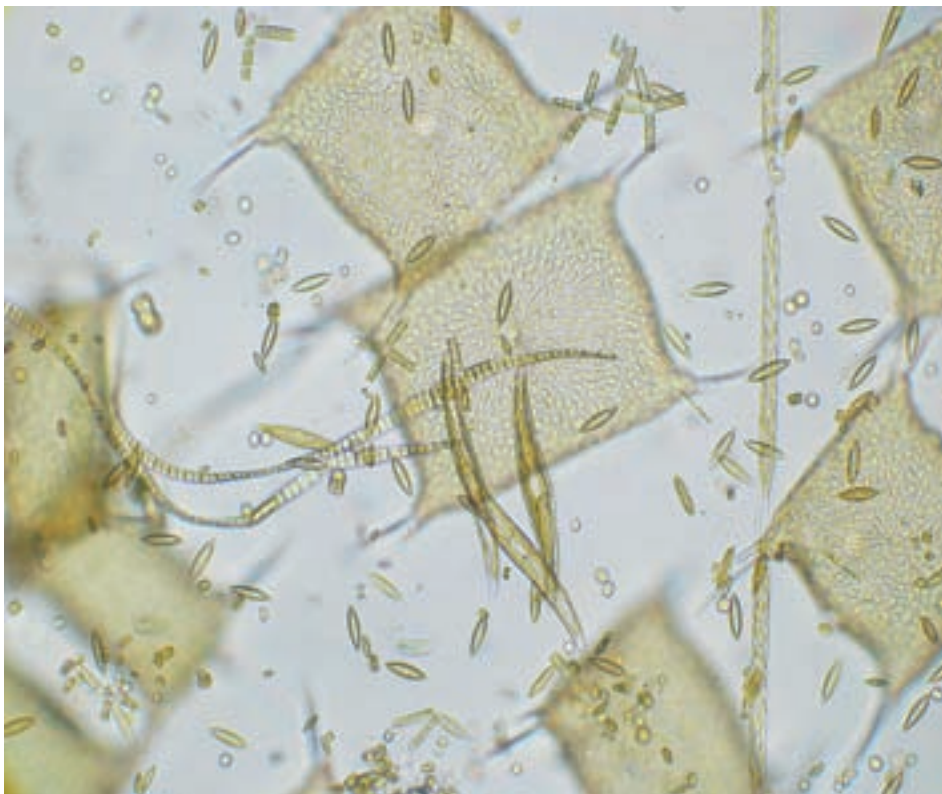
Maar als micro-algen (overwegend) geen planten zijn, hoe kunnen ze dan aan fotosynthese doen? Hoe geraakten ze m.a.w. aan de bladgroenkorrels die planten inzetten om aan bladgroenwerking te doen? De verklaring hiervoor moet gezocht worden in het verre verleden. Het proces van fotosynthese is reeds zo'n 2-3 miljard jaar geleden ontstaan, toen planten en dieren nog niet bestonden. Het is 'uitgevonden' door één van de oudste levensvormen, de cyanobacteriën (ook met de verwarrende term “blauwwieren” aangeduid). Deze bacteriën zijn niet verwant met de planten, en de meeste fytoplanktongroepen zijn noch aan de cyanobacteriën noch aan de planten verwant. Zo'n anderhalf miljard jaar geleden gingen voorouders van de planten echter een samenwerking (een zogenaamde symbiose) aan met cyanobacteriën. De cyanobacteriën geraakten mettertijd helemaal omsloten en werden zo een onderdeel van de plantencel, nu nog steeds herkenbaar als de bladgroenkorrels. Door deze symbiose kon de voorouder van de planten nu ook aan fotosynthese doen. Uit deze samenwerking ontstonden de groenwieren en de planten, maar ook de roodwieren. Bij de meeste fytoplanktongroepen liep het anders. Hun voorouders namen geen cyanobacterie op, maar een groen- of roodwier. Het proces van fotosynthese is dus als het ware als een pakketje doorgegeven tussen niet verwante organismen in opeenvolgende symbioses. Tijdens deze symbioses werden genetische eigenschappen van verschillende groepen organismen met elkaar gemengd. Fytoplankton beschikt dus over unieke combinaties van eigenschappen van zowel planten als dieren. Dit verklaart hoogstwaarschijnlijk hun ecologische succes in de wereldoceanen.

Een ongekeerde rijkdom aan fantastische levensvormen

De belangrijkste fytoplanktongroepen in de oceaan mogen dan niet aan elkaar verwant zijn, ze hebben wel gemeen dat ze allemaal erg klein zijn. De meeste cellen zijn kleiner dan een honderdste van een millimeter; de kleinste soorten zijn net als bacteriën niet veel groter dan een micrometer (1/1000 mm). Omdat ze zo klein zijn werd lang gedacht dat er niet veel verschillende soorten fytoplankton bestonden. Onder een gewone microscoop zien ze er immers allemaal uit als kleine groene of goudgele bolletjes. Dankzij veel sterkere elektronenmicroscopen en het gebruik van genetische technieken (waarmee we het DNA van deze wezentjes kunnen lezen) weten we nu beter. Er bestaat een enorme diversiteit aan vormen, die waarschijnlijk wel



■ Het schijfvormige glazen huisje van het kiezelwier *Coscinodiscus*, met binnenin talrijke goudbruine bladgroenkorrels of chloroplasten (PAE)



■ Vormenrijkdom van kiezelwieren zoals te vinden voor de Belgische kust (PAE)

uit honderdduizenden verschillende soorten bestaat. Een compleet overzicht van alle groepen zou ons veel te ver leiden. Daarom worden hieronder enkel de meest belangrijke groepen kort besproken.

Wonen in een 'glazen huis', de diatomeeën

Eén van de meest succesvolle fytoplanktongroepen zijn de diatomeeën of kiezelwieren. Met zijn allen produceren ze even veel biomassa en zuurstof als alle regenwouden samen! Ze onderscheiden zich door een unieke celwand bestaande uit kiezel (silica). Ze bewonen dus als het ware een glazen huisje (zie foto). Diatomeeën vormen de meest soortenrijke groep micro-algen. Er bestaat een duizelingwekkende rijkdom aan vormen en groottes (zie foto). Ze komen wereldwijd vooral voor op plaatsen waar het water rijk is aan voedingsstoffen. Dit is met name het geval in ondiepe kustgebieden of in opwellingszones aan de continentale randen waar koud voedselrijk water vanuit de diepte omhoog stroomt.

Over witte kliffen en schuimende stranden

De naam Haptophyta is zelfs bij veel zeewetenschappers onbekend. Nochtans behoren twee erg belangrijke organismen tot deze groep: de coccolithoforen en de schuimalg *Phaeocystis*.

Als groep worden Haptophyta gekenmerkt door het bezit van een zogenaamd haptoneema, een mini-tentakeltje waarvan de precieze functie nog niet gekend is.

De coccolithoforen – letterlijk ‘draggers van kalkschaaltjes’ – vormen geen kiezelskeletjes



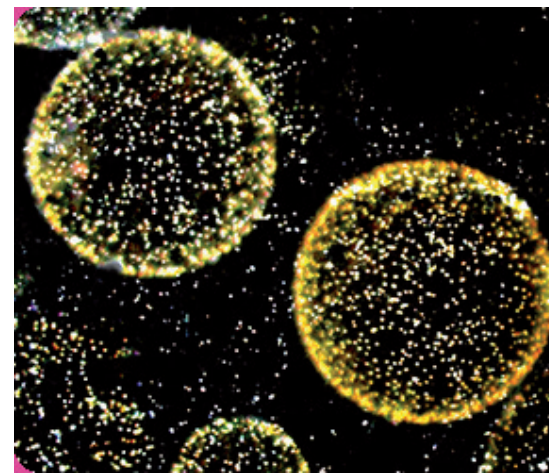
■ De coccolithofoor *Emiliana huxleyi* omringt zich met talrijke ronde kalkplaatjes, zoals te zien op dit elektronenmicroscopisch beeld (PAE)



■ De schuimalg vormt kolonies, ingebed in een matrix van gelei (foto rechtsonder). Wanneer de kolonie na de bloei in maart-april uiteenvalt, komt de gelei vrij en kan ze door de golven en branding worden opgeklopt tot pakken wit schuim (zoals op Belgisch strand - midden - of op een strand nabij Abudeen) (<http://www.sccoos.org/data/chlorophyll/species.php?specie=Phaeocystis%20spp> en http://cfb.unh.edu/phycokey/Choices/Prymnesiophyceae/PHAEOCYSTIS/Phaeocystis_Image_page.html)

zoals de diatomeeën, maar scheiden kleine ronde kalkplaatjes af die ze opstapelen in hun celwand (zie foto links). Wanneer de bloei afsterft, laten de cellen deze kalkplaatjes massaal los in het water. De zee wordt dan melkachtig blauw, en de witte weerkaatsing van het zonlicht door deze plaatjes zorgt ervoor dat de bloeien zelfs op satellietbeelden zichtbaar zijn (zie beeld pag. 2-3). Elk voorjaar doet zich in de Atlantische Oceaan een dergelijke reusachtige bloei van coccolithoforen voor die zich uitstrekt van Portugal tot IJsland! Maar ook dikke geologische kalkafzettingen zoals de witte kliffen van Dover of van Cap Blanc Nez bestaan uit dit soort gefossiliseerde kalkplaatjes en zijn een stille getuige van massale coccolithoforen-bloei in het verleden.

Een andere micro-alg die tot de Haptophyta behoort is de schuimalg *Phaeocystis*. In het voorjaar vormt *Phaeocystis* kolonies die bestaan uit honderden kleine celletjes die ingebed zijn in een bolvormige slijm massa (zie foto onder), en die met het blote oog zichtbaar zijn. In sommige kustgebieden, waaronder de Noordzee, kan *Phaeocystis* massale bloeien vormen (tot miljoenen cellen per liter zee water). Als deze bloeien afsterven, en er waait een stevige wind uit het westen, worden de slijmbolletjes massaal opgeklopt tot een schuim dat op het strand kan ophopen. Bij ons valt deze schuimvorming meestal nog mee, maar elders, zoals bijvoorbeeld nabij Aberdeen in Schotland in het najaar van 2012 (zie foto) kunnen de schuimlagen meters dik worden! Op zich zijn de bloeien en het schuim van *Phaeocystis* onschadelijk, maar soms kan het massale afsterven van zo'n bloei een acuut zuurstoftekort in het zee water veroorzaken. In het voorjaar van 2001 leidde dit in de Oosterschelde tot het afsterven van 10 miljoen kilogram mosselen, met enorme economische gevolgen.

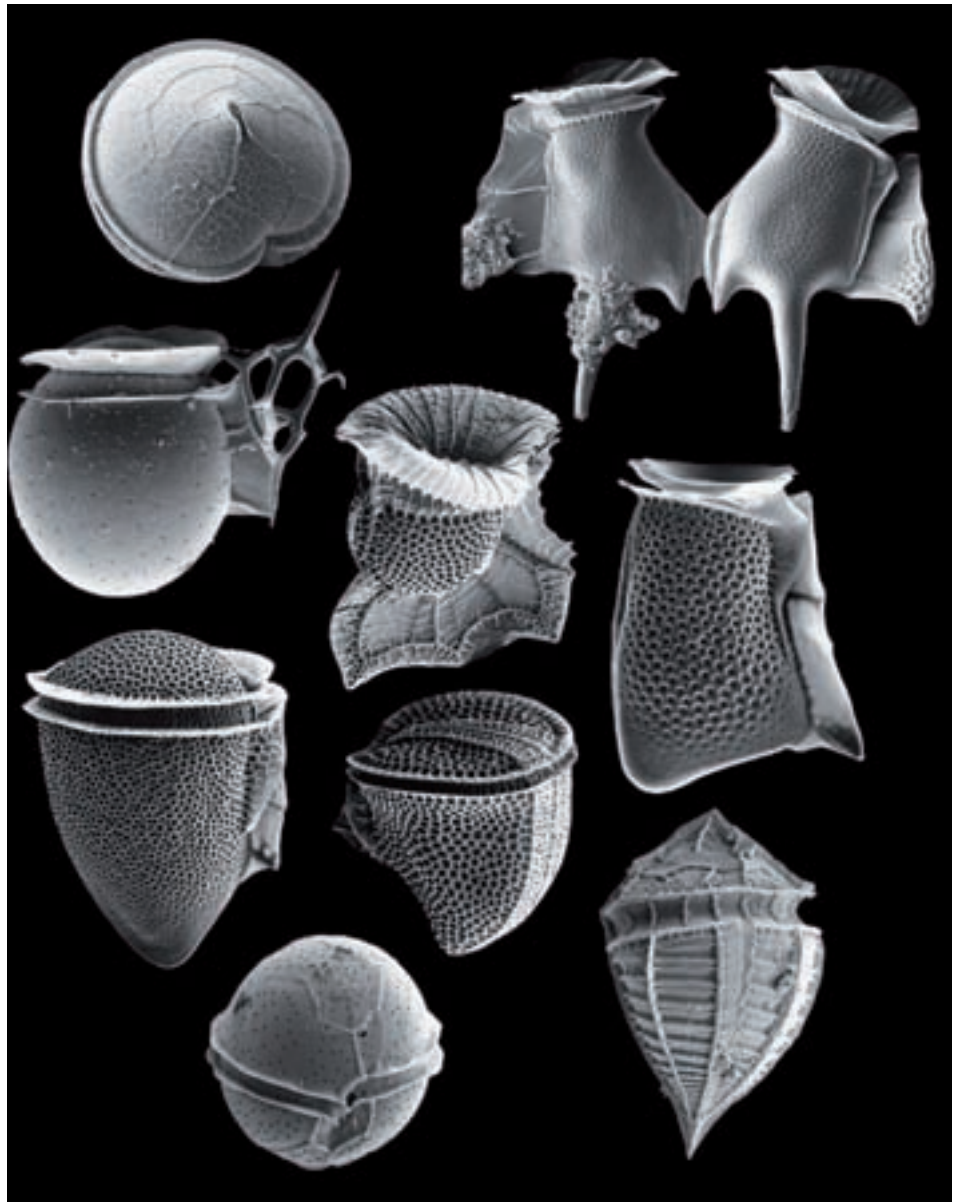




■ *Het pantserwier Pfiesteria heeft het zowaar op vissen gemunt! Door een schijnvoetje uit te stulpen kan het zich hechten aan de huid van een vis, waarna de inhoud van de cellen wordt verteerd, met open huidwondes als gevolg (<http://news.charlesayoub.com/index.php/article/2203/Pfiesteria>)*

Opletten voor de pantserwieren!

Dinoflagellaten of pantserwieren hebben een celwand die is opgebouwd uit celluloseplaatjes. Dat geeft ze een ‘gepantserd’ uitzicht. Net zoals bij de diatomeeën bestaat er een enorme soortspecifieke vormenrijkdom. Heel wat soorten hebben uitsteeksels (zie foto). Men vermoedt dat die stekels vraat door dierlijk plankton bemoeilijkt en/of het zinken van de cellen vertraagt. In tegenstelling tot diatomeeën komen dinoflagellaten vooral voor in warm en voedselarm water. Dinoflagellaten vormen waarschijnlijk de meest bizarre groep binnen het fytoplankton. Heel wat dinoflagellaten kunnen aan fotosynthese doen, maar andere eten uitsluitend bacteriën of andere micro-algen, en behoren dus strikt genomen niet tot het fytoplankton. Nog andere soorten kunnen zich op beide manieren tegelijk voeden. Recent werd zelfs een soort ontdekt die zich voedt met vissen! *Pfiesteria* stulpt net zoals een amoëbe een schijnvoetje uit waarmee het zich vasthecht aan de huidcellen van vissen. Zo kan het de inhoud van de cellen verteren. Bij massale infecties vertonen vissen open huidwondes, waardoor ze sterven (zie foto). Een groot aantal dinoflagellatensoorten produceert ook giftige stoffen, en liggen zo aan de basis van voedselvergiftingen door het eten van schelpdieren (zie ook verder onder ‘De minder fraaie kantjes van...’).



■ *Vormenrijkdom bij dinoflagellaten (<http://skepticonder.wonder.fieldofscience.com/2009/07/sunday-protist-dinophysis-whirling.html>)*

Cyanobacteriën en waarom ze tropische oceanen prefereren

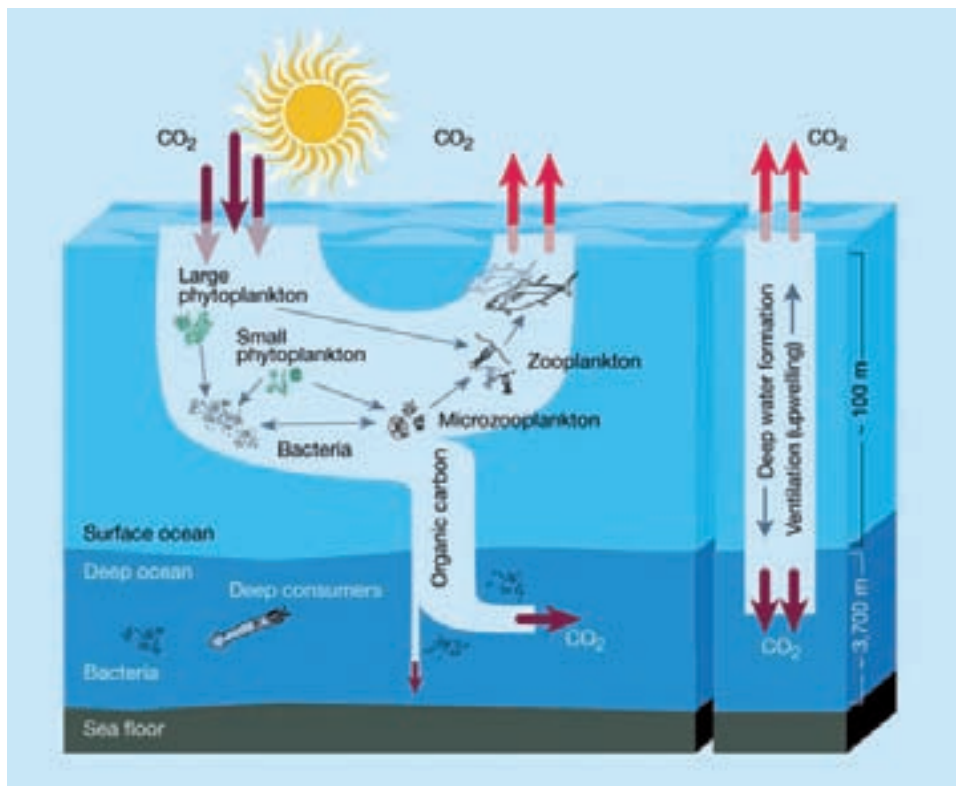
In warme tropische zeeën, waar veel licht in het water doordringt, zijn vooral erg kleine cyanobacteriën algemeen. Ze worden ook wel aangeduid met de term 'pico'-cyanobacteriën. Deze term doelt op organismen tussen 0,2-2 micrometer groot. In tropische oceanen is het water, in tegenstelling tot ondiepe, turbulente kustgebieden en opwellingszones, altijd gelaagd. De bovenste waterlaag warmt op door de zonnestraling, en omdat warm water lichter is dan koud water, drijft deze laag als het ware bovenop het diepere, koudere water. Omdat deze beide lagen hierdoor niet goed meer kunnen mengen en er dus niet voldoende koud, voedselrijk water naar boven kan, ontstaat er een tekort aan voedingsstoffen in de bovenste waterlaag. In tegenstelling tot de meeste fytoplanktonsoorten zijn picocyanobacteriën hier goed tegen bestand, en daardoor dominant in tropische wateren. Sommige cyanobacteriën kunnen zelfs rechtstreeks stikstofgas uit de lucht opnemen. Dat biedt hen een groot voordeel in wateren die arm zijn aan stikstof, een belangrijke voedingsstof voor planten.

Picoplankton: klein, kleiner, kleinst

Het picoplankton herbergt nog veel geheimen. Nog steeds worden volledig nieuwe groepen ultrakleine organismen ontdekt, die wegens hun minieme afmetingen over het hoofd werden gezien. De ontdekking van deze nieuwe groepen is vooral te danken aan de opkomst van nieuwe technieken gebaseerd op de detectie en het aflezen van erfelijk materiaal of DNA. Uit waterstaaltjes wordt dan het volledige DNA geïsoleerd en met behulp van nieuwe zogenaamde 'next generation sequencing' technieken gelezen. Terwijl het aflezen van korte stukjes DNA vroeger veel tijd en geld kostte, laten deze technieken nu toe om het volledige erfelijke materiaal van duizenden organismen tegelijkertijd te analyseren. Met grote vooruitgang in de kennis van de diversiteit van het fytoplankton als gevolg.

Fytoplankton aan het roer in de strijd tegen de klimaatwijzigingen

Je zou het deze minuscule kleine algjes niet toegeven, maar ze spelen wel degelijk een sleutelrol in ons klimaat en in de wijze waarop we de klimaatwijzigingen tegemoet treden. Enerzijds doen ze dit door, puur natuur, koolstofdioxide op te nemen en deels naar de diepzee weg te 'pompen' waar deze koolstof vervolgens voor onbepaalde duur veilig geborgen blijft (de zogenaamde 'biologische pomp'). Sommige wetenschappers dromen er zelf van om via het stimuleren van dit proces, het klimaatprobleem aan te pakken. Anderzijds liggen algen ook aan de basis van de zo karakteristieke 'zegeur', die bovendien een anti-broeikasgas blijkt te zijn.



■ De biologische koolstofpomp zorgt ervoor dat een deel van de koolstofdioxide die via de atmosfeer in de oceaan terecht komt, door algen als koolstof wordt geëxporteerd naar de diepzeebodem. Daar blijft het voor onbepaalde tijd begraven en draagt het niet langer bij tot het versterkte broeikas effect (<http://www.acecrc.org.au/Research/Southern%20Ocean%20Carbon%20Sink>)

De 'biologische pomp'

Fytoplankton speelt een cruciale rol in het reguleren van ons klimaat via de zogenaamde biologische koolstofpomp (zie figuur). Tijdens fotosynthese nemen micro-algen het broeikasgas koolstofdioxide op. De koolstof uit deze molecule wordt vervolgens ingebouwd in hun organische celmateriaal. Wanneer deze micro-algen sterven of opgepeuzeld ("begrasd") worden en zo hun weg vervolgen in de voedselketen, worden de organische koolstofverbindingen terug afgebroken en komt de koolstofdioxide finaal weer in de atmosfeer terecht. Met andere woorden: het lijkt erop dat alle eerder opgenomen CO₂ na een zekere tijd terug als CO₂ wordt uitgestoten, een netto-nul-operatie dus. Maar dit strookt niet met de werkelijkheid. Een klein deel van de organische materie aangemaakt door het fytoplankton wordt immers niet begrasd of verteerd, en zinkt onder de vorm van dode organische materie (micro-algen, zooplankton of vissen) naar de oceanbodem. Zo wordt steeds een klein deel van de door het fytoplankton opgenomen koolstofdioxide begraven in de zeebodem. Daar wordt het langzaam, op miljoenen jaren tijd, omgevormd tot fossiele koolwaterstoffen zoals aardolie en aardgas. Op die wijze 'pompt' het fytoplankton dus als het ware koolstofdioxide vanuit de atmosfeer naar de zeebodem. En zo speelt het een belangrijke rol in de regulatie van de hoeveelheid van dit broeikasgas in de atmosfeer, en dus in het controleren van ons klimaat.

'De geur van de zee'

Fytoplankton zou ook nog op een andere manier betrokken kunnen zijn bij klimaatregulatie. Zo produceren bepaalde groepen micro-algen de stof dimethylsulfoniopropionaat (DMSP). Wanneer de algen afsterven en deze stof afgebroken wordt door bacteriën, ontstaat dimethylsulfide (DMS). Deze stof geeft de ons zo bekende 'zegeur'. Maar er is meer. In de atmosfeer wordt DMS geoxideerd tot zwaveldioxide, en verder tot zwavel-aerosolen. Rond deze aerosolen condenseert waterdamp, waardoor wolken ontstaan. Deze wolken houden de zonnestraling tegen en gaan de klimaatopwarming tegen. Volgens sommige wetenschappers kan een verhoogde groei van fytoplankton zo tot een afkoeling van de atmosfeer leiden.

Kan fytoplankton de klimaatopwarming tegenhouden?

In de meeste oceanen beperkt door een gebrek aan voedingsstoffen. Net als planten heeft fytoplankton stikstof en fosfor nodig om te groeien. Er bestaan echter grote gebieden in de oceanen waar voldoende van deze voedingsstoffen aanwezig zijn, maar er toch weinig fytoplankton groeit. Uit onderzoek is gebleken dat dit vooral te maken heeft met een gebrek aan ijzer, een andere voedingsstof die slechts in kleine hoeveelheden nodig is, maar wel onontbeerlijk is voor de groei van micro-algen. Dit bracht een groep wetenschappers zo'n 20 jaar geleden op het idee om de

oceanen massaal te bemesten met ijzer. Deze zogenaamde 'ijzer-fertilisatie' zou de groei van het fytoplankton stimuleren, de biologische koolstofpomp aanzwengelen en zo de hoeveelheid koolstofdioxide in de lucht doen afnemen. Hierdoor zou het broeikaseffect afnemen en de klimaatopwarming tegengegaan worden. Met de gevleugelde woorden van de intussen overleden Amerikaanse onderzoeker John Martin ("Geef me een supertanker vol ijzer, en ik geef je een nieuwe ijstijd") begon een intensieve periode van onderzoek naar oceanbemesting met ijzer. Experimenten brachten aan het licht dat ijzerbemesting inderdaad leidt tot een toename van fytoplanktonbloei en een verhoogde activiteit van de biologische koolstofpomp. Daarnaast werden echter ook ongewenste neveneffecten waargenomen, zoals een toename van giftige algen en een toegenomen productie van andere broeikasgassen zoals distikstofoxide. Daarnaast bestaat er ook nog heel wat onzekerheid over de impact van oceanbemesting op de structuur van de voedselketens in de oceanen. Er lijkt momenteel onder wetenschappers dan ook een consensus te bestaan dat een grondiger kennis van het ecosysteem vereist is alvorens dergelijke 'geo-engineering' strategieën (= ingrijpen in het functioneren van de aarde en haar ecosystemen) toe te passen.

De minder fraaie kantjes van fytoplankton...

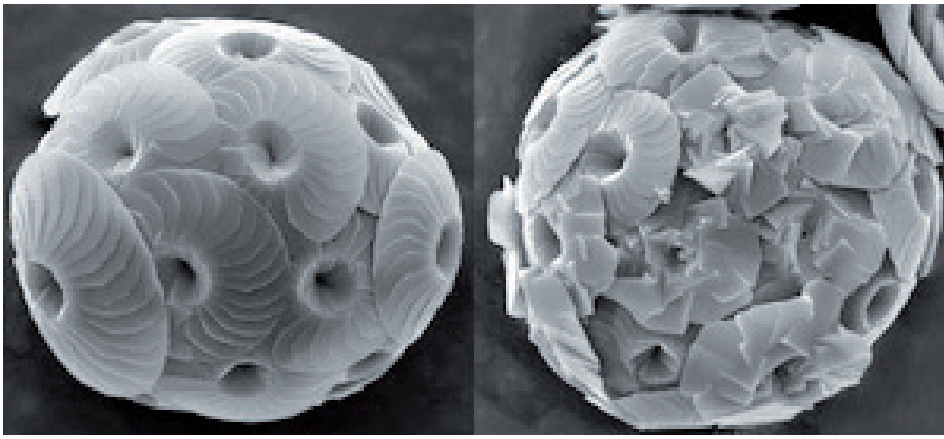
Massale algenbloei kan ook nefast zijn voor het leven in zee. Zo kunnen algen of het slijm dat ze produceren de kieuwen van vissen en zelfs visnetten verstopen. Ook kan het massale afsterven en rotten van een bloei leiden tot zuurstoftekort in het water. Tenslotte zijn er 80-tal fytoplanktonsoorten, vooral dinoflagellaten en diatomeeën, die rondvoeren met krachtige gifstoffen. De meeste produceren neurotoxines. Die kunnen, via het eten van schelpdieren of vis, bij de mens leiden tot zware aantastingen van het spijsverterings- en zenuwstelsel, zelfs met de dood tot gevolg. Eén van de eerste grondig gerapporteerde meldingen van een sterfgeval ten gevolge van een giftige algenbloei dateert uit 1793. Toen werden in Canada vijf bemanningsleden van de expeditie van kapitein Vancouver ziek na het eten van mosselen. Eén van hen stierf zo'n vijf uur later. De symptomen, in detail beschreven door Vancouver, komen onmiskenbaar overeen met de symptomen van 'paralytic shellfish poisoning' (PSP, 'verlamme schelpdier vergiftiging'). PSP veroorzaakt verlamningsverschijnselen die kunnen leiden tot verstikking. Vancouver merkte op dat het voor de lokale Indiaanse stammen taboe was om schelpdieren te eten wanneer er in het water 'bioluminescentie' optrad. Dit oplichten van de zee wordt veroorzaakt



■ Bij massale bloei van bepaalde micro-algen kan het water bloedrood kleuren, waarna massale vissterfte optreedt. Sommige wetenschappers beweren dat de eerste verwijzing naar deze 'red tides' of rode tijden voorkomt in het bijbelboek Exodus. Daarin staat beschreven dat de Nijl rood kleurde, vissen stierven en het water ondrinkbaar werd. (wikimedia)



■ Op dit kaartje is te zien dat PSP toxines in de periode 1993-2002 op diverse plaatsen in Europa bijna jaarlijks optraden (grootste cirkels = 6-10x). Op <http://envlit.ifremer.fr/var/envlit/storage/documents/parammaps/haedat/> kun je klikken op de cirkels om een overzicht te krijgen van het aantal meldingen voor elke specifieke locatie



■ Op dit beeld is te zien hoe de normale plaatsing (links) van kalkschaaltjes bij een coccolithofoor is verstoord (rechts). De plaatjes zijn vervormd onder invloed van een verzuurde oceaanomgeving (http://www.awi.de/en/research/young_investigators/helmholtz_university_young_investigators_groups/future_marine_carbon_cycle/topics/calcification_of_coccolithophores/)

door de dinoflagellaat *Alexandrium catenella*, waarvan we nu weten dat ze PSP veroorzaakt.

Jaarlijks worden wereldwijd zo'n 2000-tal gevallen van voedselvergiftiging door algentoxines gemeld; 15% daarvan blijkt uiteindelijk fataal. Het werkelijke aantal vergiftigingen zal waarschijnlijk een grootteorde hoger liggen. Bij milde symptomen van vergiftiging wordt immers meestal geen melding gedaan. Naast de medische gevolgen hebben toxische algenbloeiën ook een veel ruimere economische impact, vooral door de tijdelijke sluiting van schelpdierkweken en recreatiegebieden. Er zijn weinig gegevens beschikbaar over de maatschappelijke kost van toxische bloeiën, maar schattingen voor de Verenigde Staten alleen al lopen op tot 100 miljoen US\$ per jaar. Door de toename van aquacultuuractiviteiten wereldwijd is het te verwachten dat ook het probleem van toxische algenbloeiën zal toenemen. Het opvolgen van deze bloeiën in kustzones en vooral in kweekgebieden is dan ook cruciaal.

Wat brengt de toekomst?

De aarde is in haar lange geschiedenis onderhevig geweest aan heel wat ingrijpende veranderingen. Vulkanische activiteit, klimaatverandering, impact van meteorieten, etc. hadden vaak een catastrofale impact op het leven op aarde. Grote groepen dieren – denk maar aan de dinosaurussen – verdwenen toen. Het lijkt geen twijfel dat we momenteel veranderingen meemaken op een even grote schaal, en dat deze veranderingen minstens deels te wijten zijn aan menselijke activiteiten. Door het versterkte broeikas effect is de gemiddelde temperatuur in de bovenste waterlagen van de oceaan gedurende de laatste 100 jaar, en vooral in de laatste decennia, met 0,6°C gestegen. Door de opname van het broeikasgas koolstofdioxide is de oceaan nu reeds 30% zuurder geworden. De opwarming van de oceaan heeft ook geleid tot een

stijging van de globale zeespiegel, tot een plaatselijke toename in de frequentie en intensiteit van stormen, en tot het versneld afsmelten van het Noordpoolijs. Daarnaast zorgt het opwarmen van de bovenste lagen van de wereldzeeën ook tot een toename van de gelaagdheid van het zeewater. Deze fenomenen hebben een grote invloed op alle leven in de oceaan, en in de eerste plaats op het fytoplankton. Door de enorme complexiteit van oceanische ecosystemen is het momenteel echter moeilijk om te voorspellen wat de precieze impact van deze veranderingen zal zijn op het leven in de oceaan, en dus ook op het fytoplankton. Er tekenen zich echter wel al enkele trends af. Zo werd waargenomen dat de kalkplaatjes gevormd door coccolithoforen misvormd waren bij oceaanverzuring door verhoogde koolstofdioxide concentraties (zie foto). Tegelijkertijd is ook de temperatuur van het water toegenomen, en is er door de meer uitgesproken gelaagdheid een vermindering van de aanvoer van voedingsstoffen. Het effect van deze complexe interacties op micro-algen is nog onvoldoende bestudeerd, en daarom is het voorbarig om te voorspellen hoe het fytoplankton zal reageren op de huidige veranderingen.

Een ander terrein waar verder onderzoek nodig is, betreft de gecontroleerde kweek van microalgen. Met hun grote groeisnelheid, hoog gehalte aan proteïnen en vetzuren en grote diversiteit aan bioactieve moleculen, vormen zij niet alleen een belangrijke voedselbron voor de snel groeiende aquacultuur van schelpdieren en vissen, maar mogelijk ook voor de grootschalige productie van grondstoffen voor de chemische en biomedische industrie. Verschillende initiatieven, waaronder het Europese Enalgae project (<http://www.enalgae.eu/>) en het Vlaams Algenplatform (<http://www.vlaamsalgenplatform.be/>) proberen onderzoekers en industrie samen te brengen om de kennis en technologie te ontwikkelen om algenkweek economisch rendabel te maken.

Nieuwe onderzoekstechnieken, gaande van genetische methodes om het DNA van fytoplanktongemeenschappen te lezen, nieuwe bioreactoren waarin algen gekweekt worden, tot boeien die automatisch en continu de fytoplanktonactiviteit kunnen meten, zullen in de nabije toekomst zeker bijdragen tot betere inzichten in het reilen en zeilen van het wondere fytoplankton universum en het duurzaam gebruik ervan.

Meer weten



Iedereen heeft op het strand wel eens schuim gezien, maar is ook geweten hoe wetenschappers dit proberen op te volgen en te voorspellen? Het interregionaal (B, NL, F, UK) project ISECA wil net deze informatie bundelen en met alle geïnteresseerden delen: <http://www.iseca.eu/nl/>.