

# Natuur.focus

Klaverblauwtjes & co



De Harkwesp  
in de kustduinen



Algenbloei: een  
bedreiging in Vlaanderen?



# Algenbloei

## Een bedreiging voor natuurwaarden in Vlaanderen?

JEROEN VAN WICHELEN, SAM DE COSTER, FANNY DE RUYSSCHER, KEVIN DE KEYSER, INEKE VAN GREMBERGHE, MIEKE STERKEN, PIETER VANORMELINGEN,  
KATLEEN VAN DER GUCHT & WIM VYVERMAN

Je kan er tegenwoordig niet meer naast kijken. Elke zomer verkleurt een groot deel van ons oppervlaktewater in alle mogelijke tinten groen. Wanneer ook groene tot zelfs blauwe smurrie in de oeverzone samentroept, wordt al eens gedacht aan illegale lozingen van verf of ander chemisch afval. We hebben evenwel meestal te maken met het biologische verschijnsel 'algenbloei'. In dit artikel gaan we dieper in op het al dan niet problematische karakter van algenbloei.

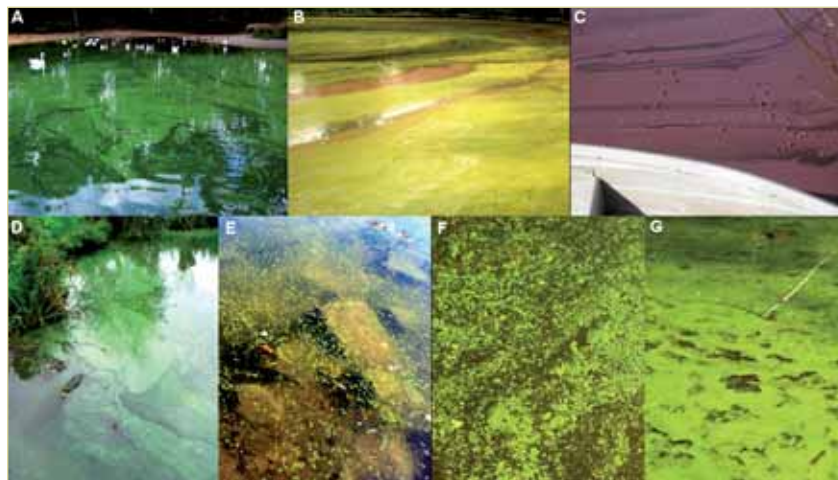
We kennen 'algen' meestal als de wieren die op de golfbrekers langs onze kust groeien en die na zwaar weer kunnen gevonden worden langs de hoogwaterlijn op het strand. De overgrote meerderheid van de algen zijn evenwel microscopisch klein. Ze zijn een vast en cruciaal onderdeel van het voedselweb in aquatische ecosystemen, maar blijven meestal onopgemerkt. Onder bepaalde omstandigheden kunnen deze organismen zich op enkele dagen tijd enorm vermenigvuldigen en aldus een zichtbare algenbloei vormen. Hoewel er geen algemeen geldende drempelwaarde bestaat, spreekt men doorgaans pas over een bloei wanneer de betreffende organismen een dichtheid van 10.000 individuen per ml water bereiken. De concentraties tijdens algenbloei kunnen echter oplopen tot enkele miljoenen individuen per ml waarbij dikwijls een drijfslag van algen aan het wateroppervlak zichtbaar wordt. Deze snelle en sterke ontwikkeling van algen gaat dikwijls gepaard met overlast van esthetische (uitzicht, stank), ecologische (vertoefening, vissterfte) en economische (recreatie, drinkwater) aard.

### Eutrofiëring

Algenbloei is een natuurlijk verschijnsel dat met enige regelmaat kan optreden (Figuur

1), afhankelijk van de lokale omstandigheden en karakteristieken van de desbetreffende waterlichamen. Het wellicht bij het brede publiek best gekende voorbeeld vormt de roodkleuring van regenwater in dakgoten, regentonnen of veedrinkbakken, veroorzaakt door de bloedrode regenalg (*Haematococcus pluvialis*). Bloeiervorming treedt meestal op in

stilstaand of traagstromend water waarin veel voedingsstoffen aanwezig zijn, voornamelijk tijdens perioden van stabiel warm en zonnig weer (zomer). De menselijke beïnvloeding van onze zoetwatersystemen, onder andere via landbouw, huisvesting en industrie, is sinds de Industriële Revolutie sterk toegenomen. De mens is geen proper beestje en



Figuur 1. Voorbeelden van algenbloei in Vlaanderen. A. *Microcystis*-bloei in Park Westfeld, Sint-Amandsberg, B. *Anabaena*-bloei in visvijver Grembergen, C. voorjaarsbloei van *Planktothrix rubescens* in visvijver Beernem, D. *Planktothrix agardhii*-bloei in visvijver De Pinte, E. drijvende macrokolonies van *Aphanizomenon flos-aquae* in de recreatievijver van domein Puyenbroek te Wachtebeke, F. *Microcystis*-vlokken 'in visvijver 'Het Wiel' in Bornem, G. zeer dichte *Microcystis*-bloei in visvijver Hamme. (Foto's: A. Sam De Coster; B, E, F, G Jeroen Van Wichelen; C. Saskia Lammens (VMM), D. Fanny De Ruyscher)

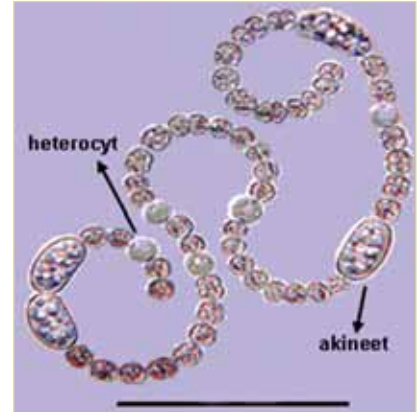


Figuur 2. Schematisch overzicht van het aquatisch voedselweb naar Paul Thomas ([www.floridafisheries.com](http://www.floridafisheries.com)).

zijn activiteiten gaan dan ook gepaard met een afvalstroom die bijzonder rijk is aan voedingsstoffen zoals stikstof en fosfor. De toenemende voedselaanrijking (eutrofiëring) van onze wateren, stimuleert de groei van de met het blote oog moeilijk tot niet zichtbare organismen in het water die afhankelijk zijn van in het water opgeloste voedingsstoffen, zoals ééncellige algies (fytoplankton), die samen met bacteriën de basis vormen van het aquatische voedselweb (Figuur 2). Bovendien bevatten de meeste van onze wateren een onevenwichtig en uitgebreid visbestand, veelal gedomineerd door Brasem en Karper. Het voedingsgedrag van deze dieren is bijzonder ongunstig voor ondergedoken waterplanten. Naast de directe begrazing zorgen deze bodemomwoelende vissen voor vertroebeling van de waterkolom en het vrijkomen van extra voedingsstoffen uit het sediment. Met het verdwijnen van de waterplanten verliest het fytoplankton een belangrijke concurrent voor licht en nutriënten. Het ontbreken van de natuurlijke toppredatoren (Snoek, Otter, visetende vogels, ...) zorgt bovendien voor een dominantie van jonge vis. Deze juvenielen voeden zich voornamelijk met het zoöplankton (watervlooien, roei-pootkreeftjes, raderdiertjes,...), de belangrijkste begrazers van het fytoplankton, waardoor deze laatste ongebreideld kunnen groeien. Hun massaal voorkomen resulteert dan ook in een duidelijk waarneembare algenbloei. De ultieme fase van eutrofiëring in meren en rivieren wordt wereldwijd gekenmerkt door permanente dominantie van één bepaalde groep van fytoplankton, de cyanobacteriën (Robarts 1985). Deze bloeien veroorzaken dikwijls heel wat overlast. Zij gaan o.a. gepaard met het afzetten van visueel onaantrekkelijke, slecht geurende, slijmerige klompen dode en rottende cellen aan de waterkant en het wateroppervlak. Vaak worden ook gifstoffen vrijgegeven tijdens de groei of bij het afsterven, die bijzonder giftig kunnen zijn voor de andere organismen in het water en zelfs vee en mensen kunnen vergiften.

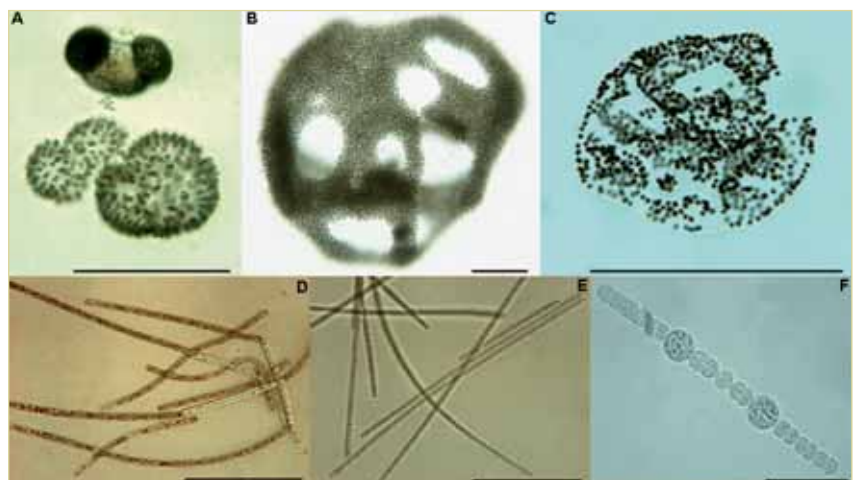
## Cyanobacteriën, een succesverhaal

Cyanobacteriën nemen een speciale plaats in binnen de groep van de bacteriën omdat ze net als algen autotroof zijn, ze bezitten dus chlorofyl en andere specifieke pigmenten waarmee ze zonlicht kunnen opvangen om aan fotosynthese te doen. Ze worden dan ook dikwijls 'blauwwieren' genoemd maar hebben toch meer gemeen met bacteriën dan met algen. De cel bevat net zoals bij andere bacteriën slechts een zeer beperkt aantal organellen, ze missen een echte kern en ze kennen geen seksuele voortplanting. De verschillende soorten zijn zeer variabel van vorm en afmetingen. Er bestaan zowel minuscule eencellige als grotere draadvormige soorten en soms kunnen deze celletjes of draadjes samenklitten tot grote met het blote oog waarneembare kolonies. Men kan cyanobacteriën overal aantreffen, ook in zeer extreme omgevingen (bv. in warmwaterbronnen en zoutmeren) die niet geschikt zijn voor andere organismen. Ze kunnen zowel in volle zonlicht als in bijna totale duisternis groeien en ze zijn van enorm belang geweest in de evolutie van het leven op aarde. Zij waren de eerste organismen die zuurstof produceerden en ze speelden een zeer belangrijke rol in de verdere ontwikkeling van levensvormen op aarde, zo zijn de chloroplasten van autotrofe één- en meercellige organismen in oorsprong cyanobacteriën die in symbiose in andere organismen leven. Een aantal specifieke eigenschappen helpen het succes van bloeivormende cyanobacteriën mee verklaren. Deze organismen doen het vooral goed in troebel water waar de hoe-

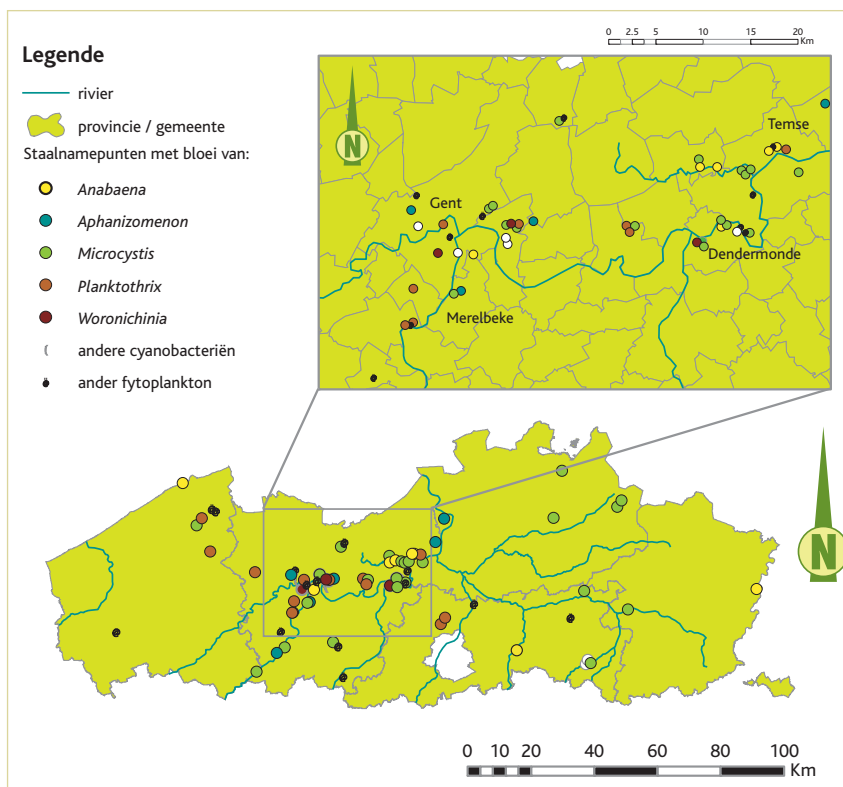


Figuur 3. *Anabaena spiroides*, een draadvormige, stikstoffixerende cyanobacterie. Maatstreepje = 100 µm. (Foto: Jeroen Van Wichelen)

veelheid licht om aan fotosynthese te doen beperkt is (Scheffer et al. 1997). Ze maken hierbij gebruik van de aanwezigheid van met lucht gevulde blaasjes in de cel waarmee ze hun gewicht ten opzichte van het water kunnen regelen. Hierdoor kunnen ze zich overdag aan de oppervlakte concentreren waar de hoeveelheid licht het grootst is, terwijl ze zich 's nachts kunnen laten zakken naar diepere, voedselrijke waterlagen. Vele bezitten ook een grotere hoeveelheid pigmenten met een aangepaste samenstelling, waardoor licht efficiënter wordt opgevangen in vergelijking met ander fytoplankton. Cyanobacteriën zijn in staat om fosfor op te slaan wanneer het voorhanden is en om aldus langere perioden te overleven met opgeslagen fosfor (Fogg et al. 1973). Ook zijn ze beter in staat om ammonium te gebruiken als stikstofbron in plaats van het door fytoplankton meer



Figuur 4. Bloeivormende cyanobacteriën in Vlaanderen. A. kolonie van *Woronichinia naegeliana* afkomstig uit visvijver te Poederlee (bovenaan pollenkorrel van den), B. kolonie van *Microcystis aeruginosa* uit visvijver te Beringen, C. kolonie van *Microcystis wesenberghii* uit de recreatievijver 'Batven' te Kinrooi, D. filamenten van *Aphanizomenon flos-aquae* met opvallend lange rustsporen uit de grote vijver in het natuurreservaat Blokkersdijk te Antwerpen, E. filamenten van *Planktothrix rubescens* uit de Driekoningenvijver in het Bulskampveld, F. filament van *Anabaena flos-aquae* met heterocyt en 2 rustsporen uit een visvijver in De Pinte. Maatstreepje A-E: 100 µm, F: 50 µm. (Foto's Jeroen Van Wichelen, m.b.v. Leitz Diaplan lichtmicroscop en Olympus DP50 digitale camera)



Figuur 5. Geografische verspreiding van bemonsterde waterlichamen met algenbloei in Vlaanderen over de periode 2003-2006 met aanduiding van de dominante bloeivormende taxa. Deze figuur geeft geenszins een totaalbeeld voor Vlaanderen, de meeste staalnames gebeurden in de provincie Oost-Vlaanderen in de buurt van Gent (zie inzet).

algemeen gebruikte nitraat (Blomqvist et al. 1994) en een aantal draadvormige soorten bezitten heterocyten, unieke structuurtjes waarmee ze stikstofgas ( $N_2$ ) kunnen opnemen in plaats van ammonium en nitraat (Wolk 1982) (Figuur 3). Hoewel dit proces extra energie vereist, kan het voordelig zijn wanneer de hoeveelheid ammonium en nitraat in het water ontoereikend wordt. Deze soorten worden dan ook sinds lang gebruikt als natuurlijke stikstofbemesting in bijvoorbeeld rijstculturen (Fogg et al. 1973). Vele soorten zijn ook in staat om ongunstige tijden (droogte, kou) te overbruggen met behulp van een ander uniek structuurtje, een rustspore of akineet (Figuur 3). Deze met reservestoffen volgestouwde overlevingsstadia blijven in het sediment tot wanneer de omstandigheden weer gunstig worden, waarna ze ontkiemen en een nieuwe populatie opbouwen (Huber 1984). Vele soorten zijn bovendien slechts beperkt eetbaar voor het zoöplankton omdat ze te groot zijn en/of omdat ze giftige stoffen bevatten.

### Cyanobacteriële gifstoffen

Gifstoffenproductie door cyanobacteriën blijkt helaas geen zeldzaamheid. Wereldwijd blijken ongeveer 75% van de onderzochte stalen met cyanobacteriën giftige stoffen te bevatten (Chorus et al. 2000). De belangrijk-

ste gifstoffen-producerende taxa behoren tot zeer algemene en wijdverspreide genera zoals *Anabaena*, *Aphanizomenon*, *Planktothrix* en *Microcystis* (Figuur 4). Er zijn een tiental verschillende gifstoffen gedetecteerd waarvan al meer dan 100 verschillende varianten werden waargenomen. De gifstoffen zijn bijzonder krachtig, vergelijkbaar met het gif van de Koningsscobra (*Ophiophagus han-*

*nah*) dat een LD50 (de lethale dosis waarbij 50% van de geïnjecteerde proefdieren sterft) van 20  $\mu\text{g}$  per kilogram lichaamsgewicht heeft. Naargelang hun effect op de gezondheid worden ze ingedeeld in drie groepen. Hepatotoxines beschadigen de lever en hebben een tumorstimulerende werking, neurotoxines beschadigen het zenuwstelsel en dermatoxines beschadigen de huid (Sivonen 1996). Er zijn vele gevallen beschreven van ongewone mortaliteit bij vee, huisdieren en wild, door opname van giftige cyanobacteriën via het drinkwater (Codd et al. 2005). Het spreekt voor zich dat dieren die het meest in contact komen met oppervlaktewater, zoals watervogels, het grootste risico lopen voor deze vorm van vergiftiging. Zo wordt het massaal afsterven van duizenden Dwergflamingo's (*Phoenicopterus minor*) in enkele Keniaanse meren in verband gebracht met de opname van giftige cyanobacteriën uit hun drinkplaatsen (Krienitz et al. 2003, Codd et al. 2003). Dichter bij huis werd in de zomer van 2003 massale vogelsterfte (voornamelijk eenden, ganzen en steltlopers) vastgesteld in de Oostvaardersplassen (Nederland) wat in verband gebracht werd met hoge concentraties van de draadvormige cyanobacterie *Anabaena flos-aquae* (Wolfstein 2004). Ook mensen komen in contact met deze gifstoffen via besmet drinkwater of besmette groenten na irrigatie met besmet water. In onze contreien gebeurt besmetting vooral tijdens recreatie (watersporten). De symptomen blijven meestal beperkt tot huidirritaties, hoofdpijn, maag en darmklachten, diarree,... maar in het buitenland zijn er gevallen met fatale afloop bekend. Het beruchtste voorbeeld is ongetwijfeld de



Figuur 6. Sterfte bij waterwild ten gevolge van algenbloei in de natuurreservaten Leeuwenhof te Drongen (A-C) en Tiens Broek te Tienen (D-F). A. concentratie van *Microcystis* kolonies in de litorale zone aan de loefzijde van het meer, B. typische 'verfachte' verkleuring van aangespoeld materiaal langs de oever, C. één van de vele slachtoffers (vrouwje Kuifeend) die in het water en op de oever werden aangetroffen, D. algenmassa tussen de rietstengels langs de oever, E. half verlamde Meerkoe, later gestorven in het VOC Merelbeke en nadien onderzocht door Dr. Paul Tavernier van de Kliniek voor Vogels en Bijzondere Diersoorten (UG). F. één van de vele slachtoffers langs de oever (bemerkt de 'mooie' groene halo van cyanobacteriën), potentiële broeihaard van de toxineproducerende *Clostridium botulinum* bacterie. (Foto's: A-C. Renaat Dasseville, D. Pieter Vanormelingen, E-F. Jeroen Van Wichelen)

dood van meer dan 50 nierpatiënten in een Braziliaans ziekenhuis na hemodialyse waarvoor water was gebruikt afkomstig van een reservoir waarin een bloei van cyanobacteriën aanwezig was (Pouria et al. 1998). Microcystines zijn biologisch afbreekbaar doordat bepaalde bacteriën ze gebruiken als koolstof- en stikstofbron maar ze kunnen langer dan 1 maand na uitscheiding detecteerbaar blijven in het water (Bourne et al. 1996). Ook kunnen deze gifstoffen zich ophopen in bijvoorbeeld vis en zo gevaar opleveren voor de consument (Magalhães et al. 2003). De maximaal toegelaten concentratie aan microcystine in drinkwater is  $1 \mu\text{g L}^{-1}$  (Falconer et al. 1994) en op basis hiervan voerde de Wereld Gezondheids Organisatie een aanvaardbare dagelijkse opname hoeveelheid in van  $0.4 \mu\text{g}$  per kg lichaamsgewicht (Chorus & Bartram 1999).

### Cyanobacteriële algenbloeien in Vlaanderen

Aangezien de meeste cyanobacteriën hogere temperatuuroptima hebben dan ander fytoplankton zoals groenwieren en kiezelwieren (Shapiro 1990), vinden bloeien van deze organismen in onze streken voornamelijk plaats tijdens de zomer. In België was tot voor kort de kennis over het voorkomen en de aard van (al dan niet giftige) cyanobacteriënbloeien beperkt tot een aantal toevallige waarnemingen. De juiste oorzaak van vis- of vogelsterfte die hiermee gepaard ging was daarbij niet te achterhalen. De aanwezigheid

van cyanotoxines in Vlaanderen werd voor de eerste maal vastgesteld in drijfslagen van *Microcystis aeruginosa* in een aantal waterreservoirs (D'Hont et al. 1991, Van Hoof et al. 1994). Ook de hoge sterfte onder watervogels in enkele visvijvers in de omgeving van Luik, stond in verband met een zeer hoge concentratie van de bloeivormende *Microcystis aeruginosa* populatie (Wirsing et al. 1998). Het ontbrak evenwel aan gegevens over de omvang en verspreiding van deze giftige waterbloeien in België. Een aantal recent opgestarte onderzoeksinitiatieven trachten hierover meer duidelijkheid te brengen. In Wallonië werden reeds specifiek een aantal algenbloeien bemonsterd. De dominante bloeivormende taxa waren *Microcystis*, *Planktothrix* en *Anabaena* en microcystines konden gedetecteerd worden in ongeveer de helft van de bemonsterde bloeien (Willame & Hoffmann 1999, Willame et al. 2005). Via het nationale onderzoeksproject 'B-Blooms' (<http://www.bblooms.ulg.ac.be>), een samenwerking tussen de universiteiten van Namen, Luik en Gent, wordt nu ook in Vlaanderen getracht een duidelijker beeld te krijgen over de omvang van deze problematiek. Eén van de doelstellingen van B-Blooms is de ontwikkeling van een nationaal monitoring- en waarschuwingsnetwerk met de vrijwillige hulp van mensen die voor professionele en/of recreatieve doeleinden regelmatig met oppervlaktewater in contact komen (letterlijk en/of figuurlijk).

Sinds de zomer van 2003 werden verspreid

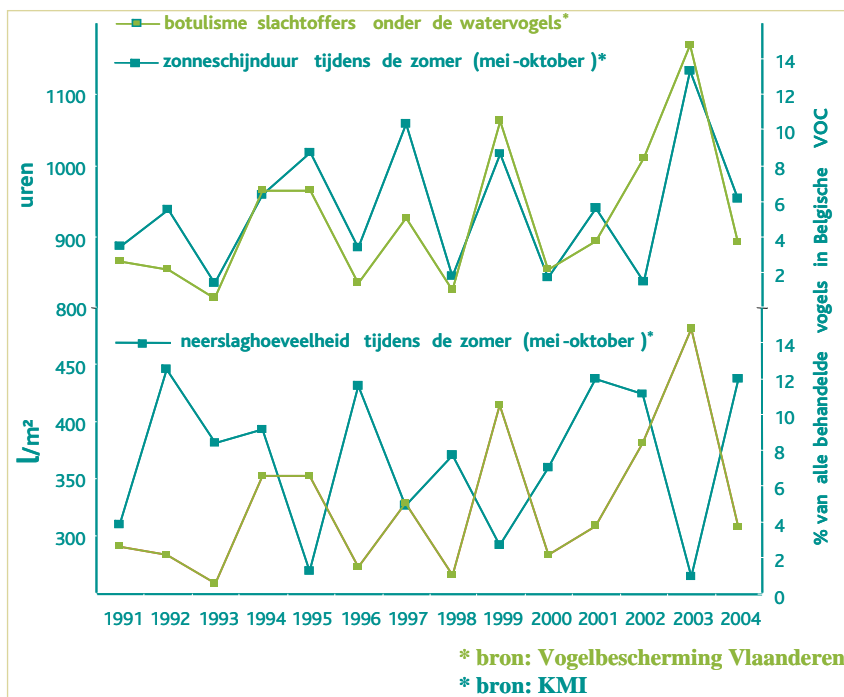
over Vlaanderen 87 bloeien bemonsterd (Figuur 5 en 8). Bloeivorming kwam veelal voor in relatief kleine waterlichamen (privé visvijvers, stedelijke parkvijvers), maar onder andere ook in enkele openbare recreatievijvers zoals het Donkmeer in Overmere en de grote vijver van het Provinciaal domein Puyenbroek te Wachtebeke. In 78% van de gevallen bleken cyanobacteriën dominant met *Microcystis* (44%), *Planktothrix* (19%), *Anabaena* (12%) en *Aphanizomenon* (9%) als belangrijkste bloeivormende taxa (Figuur 4). *Woronichinia*, *Pseudoanabaena*, *Anabaenopsis* en *Limnothrix* werden minder frequent aangetroffen. In de bemonsterde waterlichamen werden zeer hoge concentraties aan fosfor en stikstof opgemeten. De menselijke beïnvloeding van deze systemen is dan ook zeer groot (intensieve visserij, landbouw, maar ook eutrofiëring door 'eendjesvoeren' in parkvijvers, ...). Analyse toonde aan dat bijna elke bemonsterde bloei taxa bevatte met de potentie voor cyanotoxineproductie in de geëutrofiëerde waterlichamen. Zesenvijftig algenbloeien werden onderzocht op de aanwezigheid van gifstoffen en in 21 ervan (38%) werden hoge gehalten aan gifstoffen gemeten. In 19 gevallen bleek *Microcystis* verantwoordelijk voor de toxineproductie, in 2 gevallen *Planktothrix*. Wat deze organismen aanzet om gifstoffen te produceren, is voorlopig nog niet helemaal duidelijk en vormt tegenwoordig onderwerp van uitgebreid onderzoek.

### Over algenbloei en watervogels

In twee meren bleek een uitgebreide bloeivorming van cyanobacteriën samen te gaan met massale sterfte bij de aanwezige watervogels (Figuur 6). In de zomer van 2004 gingen plots tientallen vogels dood in de vijver van het natuurreservaat Leeuwenhof in Drongen. Op dat moment bevatte deze plas een uitgebreide bloei van *Microcystis aeruginosa*, *M. flos-aquae* en *Aphanizomenon flos-aquae*. De samengetroefte drijfslagen in het litoraal bevatte hoge gehalten aan gifstoffen. De meeste slachtoffers vielen onder de eendachtigen, vooral Wintertaling, Wilde eend en Kuifeend. Verder werden ook zieke of dode Tafeleenden, Meerkoeten, Canadese ganzen en Nijlganzen aangetroffen. De ernst van de vergiftiging werd weerspiegeld in de aanwezigheid van aaseters (Ekster, Kokmeeuw), zaadeters (Houtduif) en vis (Baars, Karper) onder de slachtoffers. De zieke dieren vertoonden allen verlamingsverschijnselen. In de zomer van 2005 ging het goed mis in het natuurreservaat Tiens Broek. Een bloei van *Microcystis flos-aquae* en *Anabaena sp.*

Soort	Wetenschappelijke naam	aantal	%
Wilde Eend	<i>Anas platyrhynchos</i>	5819	73,8
Meerkoet	<i>Fulica atra</i>	139	1,8
Wintertaling	<i>Anas crecca</i>	126	1,6
Slobeend	<i>Anas clypeata</i>	116	1,5
Knobbelzwaan	<i>Cygnus olor</i>	109	1,4
Waterhoen	<i>Gallinula chloropus</i>	102	1,3
Krakeend	<i>Anas strepera</i>	71	0,9
Bergeend	<i>Tadorna tadorna</i>	64	0,8
Kuifeend	<i>Aythya fuligula</i>	49	0,6
Tafeleend	<i>Aythya ferina</i>	35	0,4
Canadese Gans	<i>Branta canadensis</i>	30	0,4
Kievit	<i>Vanellus vanellus</i>	72	0,9
Blauwe Reiger	<i>Ardea cinerea</i>	33	0,4
Kokmeeuw	<i>Larus ridibundus</i>	724	9,2
Zilvermeeuw	<i>Larus argentatus</i>	104	1,3
Kraai	<i>Corvus corone</i>	23	0,3

Tabel 1. Behandelde botulismeslachtoffers in Belgische vogelopvangcentra (VOC) gedurende de periode 1991 - 2004. (Bron: vogelbescherming Vlaanderen).



Figuur 7. Relatie tussen botulisme-uitbraken bij watervogels en klimatologische condities in België. Weergegeven is het percentage van alle binnengebrachte vogels in de Belgische vogelopvangcentra die typische symptomen vertoonden van botulismevergiftiging.

ging gepaard met het massaal afsterven van het aanwezige waterwild. Ook hier werden in de drijfslag gifstoffen aangetroffen. Opnieuw waren eendachtigen de voornaamste slachtoffers met tientallen dode Wilde eenden, Tafeleenden, Meerkoeten en Waterhoentjes, naast enkele Wintertalingen, Bergeenden en Slobeenden. Een twintigtal dode Kokmeeuwen maar ook slachtoffers onder de steltlopers (Groenpootruiter, Bosruiter en Kleine plevier) vervulde het trieste plaatje.

Massale vogelsterfte wordt traditioneel toegeschreven aan botulisme. Botulisme is een ziekte die wordt veroorzaakt door besmetting met botulinetoxines die door de bacterie *Clostridium botulinum* worden aangemaakt onder zuurstofarme condities. Ontbindende vogelkadavers fungeren dikwijls als broeihaard voor deze bacterie en vliegenlarven, die zelf ongevoelig zijn voor de gifstoffen, vormen een belangrijke bron van besmetting. Botulisme onder watervogels is sinds de beschrijving van de eerste gevallen in de VS in het begin van vorige eeuw aan een steile opmars bezig. Dit wordt in verband gebracht met habitatverlies en degradatie waardoor wild op een kleine oppervlakte en onder minder optimale condities zit samengepakt. In onze contreien behoren Wilde eend en Kokmeeuw tot de voornaamste groep van botulismeslachtoffers zoals blijkt uit de statistieken van de Belgische vogelopvangcentra (Tabel 1). Aangezien de sympto-

men van botulismevergiftiging sterk gelijken op deze van vergiftiging met bepaalde cyanotoxines, wordt vergiftiging door cyanotoxines als doodsoorzaak vermoedelijk sterk onderschat. Autopsie van een vijftal slachtoffers afkomstig van de Leeuwenhofvijver bracht geen anatomische, histologische en

cytologische abnormaliteiten aan het licht maar stalen van de lever bleken wel positief voor botulismetoxine. Of er ook cyanotoxines in het spel waren, is niet hard te maken omdat de techniek om cyanotoxines in de weefsels van de slachtoffers te detecteren niet aanwezig is in België. Een analyse van de lever van een meerkoet, levend meegebracht van het Tiens broek, maar gestorven in het vogelopvangcentrum Merelbeke, was negatief voor botulisme, wat suggereert dat vergiftiging door cyanotoxines een mogelijke doodsoorzaak was. Algenbloei kan evenwel mee aan de basis liggen van botulisme-uitbraken. Tijdens bloeiomstandigheden kan al het in het water opgeloste zuurstof worden opgebruikt door respiratie gedurende de nacht of tijdens het afsterven van de bloei wanneer de grote hoeveelheid vrijgekomen organisch materiaal wordt afgebroken door bacteriën. Ideale condities dus voor *C. botulinum* om gifstoffen aan te maken. Er is bovendien een opvallende gelijkheid waarneembaar tussen het optreden van botulismevergiftiging onder watervogels en klimatologische condities in België. Zo blijken maxima in het aantal binnengebrachte botulisme slachtoffers in de Belgische vogelopvangcentra voor te komen in zomers met weinig neerslag en een hogere gemiddelde zomertemperatuur (Figuur 7), niet toevallig ook de ideale condities voor de ontwikkeling van cyanobacterie-bloeiën. Vermoedelijk is het in vele gevallen dus een combinatie van



Figuur 8. Het bemonsteren van algenbloei, een echt avontuur... in dit geval de bemonstering van een plas in de Tiense broeken met algenbloei van de kleine coccale, niet giftige (pico)cyanobacterie *Synechococcus* sp. (foto Pieter Vanormelingen)

botulisme- en cyanotoxines die massale sterfte bij watervogels teweegbrengt. Zo kunnen cyanotoxines bijvoorbeeld aan de basis liggen van een aantal sterfgevallen onder het waterwild, waarna deze lijken een broeihaard kunnen vormen voor *Clostridium botulinum*. Via de vliegenmaden kan vervolgens een cyclus van botulismevergiftiging in gang worden gezet. Volgens voorspellingen zullen drogere en warmere zomers in onze contreien ten gevolge van het broeikas-effect steeds vaker voorkomen (van Ypersele & Marbaix 2004). Het is dus niet ondenkbaar dat algenbloei en de ermee geassocieerde problemen steeds vaker en intenser zullen opduiken (zie ook Mooij et al. 2005).

### Remediëring

Met de invoering van de kaderrichtlijn Water door de Europese Gemeenschap in december 2000 wordt getracht om aan de voortschrijdende achteruitgang van de waterkwaliteit in Europa een halt toe te roepen. Dit ambitieuze plan heeft de bedoeling om een goede ecologische toestand te behalen tegen het jaar 2015. Hiervoor dient elke lidstaat een beoordelingssysteem te ontwikkelen voor verschillende biologische kwaliteitselementen waaronder het fytoplankton. Algenbloei en meer specifiek cyanobacteriënbloei wordt in de Vlaamse beoordelingsmethode (net zoals bij de beoordelingsme-

thode van de meeste andere lidstaten) als een negatieve indicator van goede waterkwaliteit aanzien (van Wichelen et al. 2005). Het is te verwachten dat de meerderheid van het stilstaande water in Vlaanderen op dit moment ontoereikend of zelfs slecht zal scoren bij de ecologische toestandbeoordeling en er doortastende maatregelen zullen moeten genomen worden door de overheid om de doelstellingen te halen.

De beste en eveneens moeilijkste remedie tegen algenbloei is het verbeteren van de waterkwaliteit, waarbij externe eutrofiëring (via lozingen of aanvoer van verontreinigd oppervlaktewater) en interne eutrofiëring (vrijkomen van nutriënten uit de aanwezige sliblaag) moet worden tegengegaan. Dit is natuurlijk op korte termijn nauwelijks realiseerbaar in Vlaanderen, de regio met o.a. de hoogste nitraatvervuiling binnen de Europese gemeenschap. Indien mogelijk worden waterlichamen met fytoplanktonbloei doorspoeld, leeg gelaten of alleszins afgesloten voor mens en dier. Aangespoelde drijfvlagen zou men kunnen verwijderen en ook stervende en dode dieren dienen zo snel mogelijk geruimd te worden aangezien deze een belangrijke infecterende bron vormen voor foeragerende watervogels (Friend & Franson 2001). Ook al kost het soms wat moeite, de verspreiding van botuline- en cyanotoxines kan erdoor worden tegengegaan.

### Conclusie

Algenbloei komen wijdverspreid voor in Vlaanderen en bijna altijd behoren de bloei-vormende organismen tot de groep van potentieel giftige cyanobacteriën. Er zijn aanwijzingen dat het effectief aanmaken en vrijstellen van gifstoffen door deze organismen eveneens wijdverspreid is. Er is in Vlaanderen voorlopig niets bekend over ziekteverschijnselen bij de mens maar er zijn aanwijzingen dat waterwild acuut gevaar ondervindt ten gevolge van deze bloeien, zowel rechtstreeks door vergiftiging met cyanotoxines, als onrechtstreeks door het optreden van botulisme. Vermoed wordt dat deze problemen zullen toenemen in de toekomst gezien de voorspelde klimaatsveranderingen het optreden van algenbloei bevorderen. Enkel een grondige vermindering van de nutriëntenbelasting in het oppervlaktewater kan bijdragen tot het terugdringen van deze problematiek. Een verdere afbouw van de intensieve veehouderij lijkt in deze optiek onontbeerlijk om de stikstof- en fosforoverschotten terug te dringen. Een eerste stap in de goede richting is de onvoorwaardelijke aanduiding van heel Vlaanderen als kwetsbaar gebied, iets waaraan Vlaanderen na de veroordeling voor het Europese Hof van Justitie wegens het niet naleven van de nitraatrichtlijn, niet meer kon ontsnappen.

#### SUMMARY BOX:

VAN WICHELEN J., DE COSTER S., DE RUYSSCHER F., DE KEYSER K., VAN GREMBERGHE I., STERKEN M., VANORMELINGEN P., VAN DER GUCHT K. & VYVERMAN W. Algal blooms. A threat to aquatic ecosystems in Flanders? *Natuur.focus* 5 (3): 91-97.

Although algal blooms are a natural phenomenon in some water bodies, their occurrence and geographic distribution have increased worldwide, mainly as a result of anthropogenic eutrophication. These rapid and strong algal proliferations have far-reaching esthetical, ecological and economical consequences. Many bloom-forming species belong to the Cyanobacteria, a group known for its potential to produce toxic substances, such as hepatotoxins, neurotoxins and dermatotoxins. These toxins are a direct threat for waterfowl, fish, cattle, pets and even humans. In the framework of the national research-project B-Blooms (<http://www.bblooms.ulg.ac.be>) 87 different algal blooms, mainly in ponds and small lakes, were sampled in Flemish surface waters. We microscopically assessed the species composition, complemented by analyses of photosynthetic pigment composition, cyanotoxin concentration, and genotypic and molecular diversity.

Cyanobacteria dominated in 78% of all blooms, with *Microcystis* (44%), *Planktothrix* (19%), *Anabaena* (12%) and *Aphanizomenon* (9%) being the most common genera. Analysis revealed that there is a widespread potential for toxin production among cyanobacteria. Two cyanobacterial blooms coincided with a mass mortality among waterfowl, with paralysis of wings, legs and neck ('limber neck') as the most frequently observed external symptoms. In Lake Leeuwenhof (Drongen, August 2004) and Lake Tiense Broek (Tienen, August 2005), liver samples of several victims were tested positive respectively negative for botulism toxin, indicating that cyanotoxins might have affected the waterfowl in the latter. Cyanobacterial blooms can lead to mortality among waterfowl by the production of cyanotoxins, but may also induce botulism by causing general anoxia or providing carcasses, allowing the proliferation of *Clostridium botulinum*. This is illustrated by a time series spanning 15 years and showing a strong and positive correlation of avian botulism outbreaks in Belgium (as percentage of treated birds in wildlife rehabilitation centers) and hot summers with little precipitation, conditions known to favor cyanobacterial blooms. Improvement of the water quality is the only long-lasting remedy to avoid future mass mortality amongst waterfowl.

**DANK:**

Dit onderzoek kadert in het nationale 'B-Blooms' project, gesponsord door Belspo (Belgisch Federaal Wetenschapsbeleid) en gebeurt in samenwerking met Prof. Dr. Annick Wilmotte (Université de Liège, Centre d'Ingénierie des Protéines, Institut de Chimie) en Prof. Dr. Jean-Pierre Descy (Facultés Universitaires Notre-Dame de la Paix, Namur, Unité d'Ecologie des Eaux Douces). Renaat Dasseville (UG) en Sara Denayer (UG) worden bedankt voor hun hulp tijdens een aantal staalnames. Een aantal stalen van openbare wateren werden verkregen dankzij een vruchtbare samenwerking met medewerkers van de Vlaamse Milieumaatschappij (VMM, in het bijzonder Saskia Lammens, Annick De Winter, Thierry Warmoes en Martin Verdievel), met medewerkers van het Instituut voor Natuur- en Bosonderzoek (INBO, Kris van Looy en Alexander Van Braeckel) en met Luc Samsoen van de Provinciale Visserij Commissie Oost-Vlaanderen. Een aantal stalen van private visvijvers werden ons bezorgd door Peter Coene van de Vlaamse Vereniging van Hengelsport Verbonden. Dr. Hélène Ducobu (CRITT Bio-Industries, Toulouse), Aurélie Ledreux (Muséum National d'Histoire Naturelle, Paris), Bruno Leporcq en Detelina Todorova (Facultés Universitaires Notre-Dame de la Paix, Namur) verzorgden de toxine-analyses. Dr. Paul Tavernier en medewerkers van de Faculteit Diergeneeskunde, Vakgroep Pathologie, bacteriologie en pluimveeziekten, UG verzorgden de autopsies van een aantal watervogels. Katrien Philips (Vogelbescherming Vlaanderen) wordt bedankt voor het ter beschikking stellen van gegevens van de Belgische vogelopvangcentra.

**AUTEURS:**

Jeroen Van Wichelen is wetenschappelijk medewerker, Mieke Sterken, Ineke van Gremberghe en Pieter Vanormelingen zijn doctoraatsstudenten, Sam De Coster, Fanny De Ruysscher en Kevin De Keyser zijn licentiaatsstudenten, Katleen van der Gucht is postdoctoraal medewerker en Wim Vyverman is hoofd van het Laboratorium voor Protistologie en Aquatische Ecologie van de Universiteit Gent.

**CONTACT:**

Jeroen Van Wichelen, Laboratorium voor Protistologie en Aquatische Ecologie, Vakgroep Biologie, Faculteit Wetenschappen, Universiteit Gent, Krijgslaan 281 (S8), 9000 Gent. Tel. 09/264.85.05; jeroen.vanwichelen@UGent.be

**Referenties**

- Blomqvist P., Petterson A. & Hyenstrand P. 1994. Ammonium-nitrogen: a key regulatory factor causing dominance of nitrogen-fixing cyanobacteria in aquatic systems. *Archiv für Hydrobiologie* 132: 141-164.
- Bourne D.G., Jones G.J., Blakeley R.L., Jones A., Negri A.P. & Riddles P. 1996. Enzymatic pathway for the bacterial degradation of the cyanobacterial cyclic peptide toxin Microcystin LR. *Applied and Environmental Microbiology* 62: 4086-4094.
- Chorus I. & Bartram J. 1999. Toxic cyanobacteria in water, A guide to public health consequences, monitoring and management, E and FN Spon on behalf of WHO, London, 416 pp.
- Chorus I., Falconer I.R., Salas H.J. & Bartram J. 2000. Health risks caused by freshwater cyanobacteria in recreational waters. *Journal of Toxicology and Environmental Health, Part B*, 3: 323-347.
- Codd G.A., Metcalf J.S., Morrison L.F., Krienitz L., Ballot A., Pflugmacher S., Wiegand C. & Kotut K. 2003. Susceptibility of flamingos to cyanobacterial toxins via feeding. *Veterinary Record* 152: 722-723.
- Codd G.A., Lindsay J., Young F.M., Morrison L.F. & Metcalf J.S. 2005. Harmful Cyanobacteria. From mass mortalities to management measures. *In* J. Huisman, H.C.P. Matthijs & P.M. Visser (eds.), *Harmful Cyanobacteria*: 1-23.
- D'Hont D., De Pauw N. & Van Hoof F. 1991. Toxine producerende algen, een reëel probleem. *Water* 56: 19-22.
- Falconer I.R., Burch M.D., Steffensen D.A., Choice M. & Coverdale O.R. 1994. Toxicity of the blue-green alga (cyanobacterium) *Microcystis aeruginosa* in drinking water to growing pigs, as an animal model for human injury and risk assessment. *Environmental Toxicology and Water Quality* 9: 131-139.
- Fogg G.E., Stewart W.D.P., Fay P. & Walsby A.E. 1973. The blue-green algae. Academic Press, London/New York, 459 pp.
- Friend M. & Franson J.C. 2001. Field Manual of Wildlife Diseases. General Field Procedures and Diseases of Birds. USGS, Biological Resources Division, National Wildlife Health Center, Madison, WI, U.S.A., 426 pp.
- Huber A.L. 1984. *Nodularia* (Cyanobacteriaceae) akinetes in the sediments of Peel-Harvey estuaries, Western Australia: Potential inoculum source for *Nodularia* blooms. *Applied and Environmental Microbiology* 47: 234-238.
- Krienitz L., Ballot A., Kotut K., Wiegand C., Putz S., Metcalf J.S., Codd G.A. & Pflugmacher S. 2003. Contribution of hot spring cyanobacteria to the mysterious deaths of Lesser Flamingos at Lake Bogoria, Kenya. *FEMS Microbiology Ecology* 43: 141-148.
- Magalhães V.F., Marinho M.M., Domingos P., Oliveira A.C., Costa S.M., Azevedo L.O. & Azevedo S.M.F.O. 2003. Microcystins (cyanobacteria hepatotoxins) bioaccumulation in fish and crustaceans from Sepetiba Bay (Brasil, RJ). *Toxicol* 42: 289-295.
- Mooij W., Hülsmann S., De Senerpont Domis L., Nolet B., Baudelier P., Boers P., Pires L., Gons H., Ibelings B., Noordhuis R., Portielje R., Wolfstein K. & Lammens E. 2005. The impact of climate change on lakes in the Netherlands: a review. *Aquatic Ecology* 39: 381-400.
- Pouria S., de Andrade A., Barbosa J., Cavalcanti R.L., Barreto V.T.S., Ward C.J., Preiser W., Poon G.K., Neild G.H. & Codd G.A. 1998. Fatal microcystin intoxication in haemodialysis unit in Caruaru, Brazil. *The Lancet* 352: 21-26.
- Robarts R.S. 1985. Hypertrophy, a consequence of development. *International Journal of Environmental Studies* 12: 72-89.
- Scheffer M., Rinaldi S., Gragnani A., Mur L.R. & Van Nes E.H. 1997. On the dominance of filamentous cyanobacteria in shallow, turbid lakes. *Ecology* 78: 272-282.
- Shapiro J. 1990. Current beliefs regarding dominance by blue-greens: The case for the importance of CO<sub>2</sub> and pH. E. Schweizerbart'sche Verlagsbuchhandlung 24: 38-54.
- Sivonen K. 1996. Cyanobacteria toxins and toxin production. *Phycologia* 35: 12-24.
- Van Hoof F., Castelain P., Kirsch-Volders M. & Vanderekom J. 1994. Toxicity studies with blue-green algae from Flemish reservoirs. *In* Codd G.A., Jefferies T.M. & Potter E. (eds), *Proceeding of the first international symposium on detection methods for cyanobacterial (Blue-green algal) toxins*, 27-29 September 1993, University of Bath, UK: Detection methods for cyanobacterial toxins. Special Publication N° 149: 139-141. The Royal Society of Chemistry, Cambridge (UK).
- van Ypersele J.-P. & Marbaix P. 2004. Impact van de Klimaatverandering in België. Greenpeace, Brussel, 44p.
- Van Wichelen J., Denys L., Lionard M., Dasseville R. & Vyverman W. 2005. Ontwikkelen van scores of indices voor het biologische kwaliteitselement fytoplankton voor de Vlaamse rivieren, meren en overgangswateren in overeenstemming met de Europese Kaderrichtlijn Water. Eindverslag VMM/AMO/SCALDIT/fytoplanktonstudie, UG, 101 pp.
- Willame R. & Hoffmann L. 1999. Bloom-forming blue-green algae in Belgium and Luxembourg. *Archiv für Hydrobiologie Supplement, Algological Studies* 94: 365-376.
- Willame R., Jurczak T., Iffly J.F., Meriluoto J. & Hoffmann L. 2005. Distribution of hepatotoxic cyanobacterial blooms in Belgium and Luxembourg. *Hydrobiologia* 551: 99-117.
- Wirsing B., Hoffmann L., Heinze R., Klein D., Daloz D., Braekman J.C. & Weckesser J. 1998. First report on the identification of microcystin in a water bloom collected in Belgium. *Systematic and Applied Microbiology* 21: 23-27.
- Wolfstein K. 2004. Vogelsterfte in de Oostvaardersplassen in 2003. *In* G. Zwart (ed.), *Cyanobacteriën Nieuwsbrief* 4, p. 1.
- Wolk C.P. 1982. Heterocysten. *In* N.G Carr & Whitton B.A. (Eds.), *The biology of blue-green algae*. Blackwell Science, Oxford: 359-386.