

SSD

SCIENCE FOR A SUSTAINABLE DEVELOPMENT



CYANOBACTERIËLE BLOEIEN: TOXICITEIT, DIVERSITEIT, MODELLEREN EN BEHEER

«B-BLOOMS 2»

J.-P. DESCY, S. PIRLOT, G. VERNIERS, Y. LARA, A. WILMOTTE,
W. VYVERMAN, P. VANORMELINGEN, J. VAN WICHELEN,
I. VAN GREMBERGHE, L. TRIEST, A. PERETYATKO, E. EVERBECQ, G. A. CODD.



ENERGY 

TRANSPORT AND MOBILITY 

AGRO-FOOD 

HEALTH AND ENVIRONMENT 

CLIMATE 

BIODIVERSITY   

ATMOSPHERE AND TERRESTRIAL AND MARINE ECOSYSTEMS   

TRANSVERSAL ACTIONS 

SCIENCE FOR A SUSTAINABLE DEVELOPMENT
(SSD)



Terrestrische Ecosystemen

EINDVERSLAG FASE 1

CYANOBACTERIËLE BLOEIEN: TOXICITEIT, DIVERSITEIT,
MODELLEREN EN BEHEER

“B-BLOOMS 2”

SD/TE/01A



Campus de l'Université de Liège
→ Liège - Belgique

Promotoren

Jean Pierre Descy

Facultés Universitaires Notre-Dame de la Paix (FUNDP)

Annick Wilmotte

Université de Liège (ULg)

Wim Vyverman

Universiteit Gent (UGent)

Ludwig Triest

Vrije Universiteit Brussel (VUB)

GEOFFREY A. Codd

University of Dundee, Scotland

Auteurs

JEAN-PIERRE DESCY, SAMUEL PIRLOT, GISELE VERNIERS,
YANNICK LARA, ANNICK WILMOTTE, WIM VYVERMAN,
PIETER VANORMELINGEN, JEROEN VAN WICHELEN,
INEKE VAN GREMBERGHE, LUDWIG TRIEST, ANATOLY PERETYATKO,
ETIENNE EVERBECQ, GEOFFREY A. CODD





Rue de la Science 8
Wetenschapsstraat 8
B-1000 Brussels
Belgium
Tel: + 32 (0)2 238 34 11 – Fax: + 32 (0)2 230 59 12
<http://www.belspo.be>

Contact person: Sophie Veheyden
+ 32 (0)2 238 36 12

Neither the Belgian Science Policy nor any person acting on behalf of the Belgian Science Policy is responsible for the use which might be made of the following information. The authors are responsible for the content.

No part of this publication may be reproduced, stored in a retrieval system, or transmitted in any form or by any means, electronic, mechanical, photocopying, recording, or otherwise, without indicating the reference :

Jean-pierre Descy, Samuel Pirlot, Gisèle Verniers, Yannick Lara, Annick Wilmotte, Wim Vyverman, Pieter Vanormelingen, Jeroen Van Wichelen, Ineke Van Gremberghe, Ludwig Triest, Anatoly Peretyatko , Etienne Everbecq, Geoffrey A. Codd. **Cyanobacteriële bloeien: toxiciteit, diversiteit, modelleren en beheer “B-Blooms 2”**. Eindverslag Fase 1. Brussel : Federaal Wetenschapsbeleid 2009 – 4 p. (Onderzoeksprogramma “Wetenschap voor een Duurzame Ontwikkeling”)

Het B-Blooms 2 project, dat van start ging in het voorjaar van 2007, handelt over de studie van cyanobacteriële bloeivorming in België. Binnen het kader van dit project worden een aantal referentiemeren in Vlaanderen, Brussel en Wallonië bemonsterd en worden verschillende benaderingen en technieken aangewend om omgevingsvariabelen, cyanobacteriële diversiteit, potentiële toxiciteit door de detectie van *mcy* genen en effectieve toxine-concentraties te bepalen. Er werden 5 referentie meren geselecteerd: twee meren in Vlaanderen (Westveldvijver en Donkmeer), twee in Brussel (Elsenevijver 1 en 2) en 1 meer in Wallonië (Lac de Falemprise). Van maart tot oktober werden in deze meren op regelmatige basis (1-2 keer per week of om de 2 weken) staalnames uitgevoerd. Naast het nemen van waterstalen voor nutriënten-, moleculaire en toxine-analyses, en voor de isolatie van bepaalde cyanobacteriële stammen in cultuur, werden ook specifiek fyto- en zoöplankton bemonsterd, limnologische variabelen opgemeten en dagelijkse meteorologische data verzameld. Het fytoplankton en de cyanobacteriën werden respectievelijk ten minste tot op klasse- en genusniveau geïdentificeerd en gekwantificeerd. Door de coördinator werd een gemeenschappelijk protocol uitgewerkt (zie www.bblooms.be) dat vervolgens door de verschillende teams werd uitgevoerd. Stalen werden ook via BLOOMNET verzameld, een netwerk van waterbeheerders en watergebruikers binnen de verschillende regio's. Daarnaast werden ook simulatiemodellen ontwikkeld om de invloed van maatregelen, genomen ter preventie of reductie van bloeivorming in één van de meren na te gaan, en een probabiliteitsmodel om het optreden van cyanobacteriële bloeivorming in twee eutrofe vijvers binnen de Brusselse regio te voorspellen.

In dit tussentijdse verslag komen volgende onderwerpen aan bod: 1) de waarnemingen met betrekking tot de fytoplanktonsamenvatting, met de nadruk op cyanobacteria, in de referentiesystemen en met betrekking tot de omgevingsvariabelen die geassocieerd zijn met bloeivorming, 2) de genetische diversiteit die werd bepaald aan de hand van DGGE en 16 S rRNA sequencing, 3) de genotoxiciteit die werd bepaald door de detectie van *mcy*-genen, 4) de effectieve toxiciteit door de analyse van de concentraties aan cyanotoxines in het water en in de cyanobacteriën, 5) de resultaten van de simulaties van Lac de Falemprise en 6) de resultaten van de voorspellende modellen die werden toegepast op de cyanobacteriële bloeien in de Brusselse vijvers.

De fytoplankton- en cyanobacteriëndynamiek in de verschillende meren werd in detail beschreven. Op basis van de belangrijkste resultaten die van deze studie reeds beschikbaar zijn, kan besloten worden dat de meeste bloeien zijn opgebouwd uit potentieel toxische taxa die behoren tot de genera *Microcystis*, *Aphanizomenon*, *Planktothrix* en *Anabaena*. De waarnemingen en statistische analyses toonden aan dat deze cyanobacteriële bloeien werden beïnvloed door een variabele mate aan biotische interacties, zoals de aard en grootte van planktonische begrazers (Brusselse vijvers, Donkmeer, Lac de Falemprise) of door parasieten (amoeben en chytridiale fungi, in de Westveldvijver), naast een duidelijke invloed van meteorologische variabelen en de nutriëntenbelasting. Het bepalen van de cyanobacteriële diversiteit werd sterk geholpen door het aanwenden van moleculaire technieken en een verandering in de dominantie van bepaalde stammen kon worden aangetoond in sommige meren. De meerderheid van de geamplificeerde en gesequeneerde DGGE-banden vertoonden een hoge similariteit met de potentieel toxische genera *Microcystis* en *Planktothrix* en een databestand van de cyanobacteriële moleculaire diversiteit in Belgisch oppervlaktewater (ARB-database) werd ontwikkeld.

In 2007 en 2008 werden in totaal 102 stalen van de Brusselse regio en Wallonië ge-extraheerd en getest op de aanwezigheid van *mcy*-genen en regelmatig konden verschillende genen van deze *mcy*-cluster gedetecteerd worden in deze algenbloeistalen. Terwijl slechts een gedeelte van de stalen van 2007 tot een positief resultaat leidde, werden voor de Elsenevijvers en Lac de Falemprise in de meeste stalen van 2008 *mcyA/mcyE* genen aangetroffen, wat in verband stond met de aanwezigheid van het potentieel toxische genus *Microcystis*. Een RFLP-analyse toonde de opeenvolging van verschillende *mcyE*-genotypes aan binnen hetzelfde waterlichaam.

De detectie van opgeloste en aan partikels gebonden toxines in de waterkolom werd uitgevoerd aan de Universiteit van Dundee met behulp van HPLC-analyse en immuniteitstesten. De microcystineconcentratie van aparte kolonies of filamenten ($n = 120$), die werden geïsoleerd uit de waterstalen, werd eveneens gemeten met behulp van kwantitatieve immuniteitstesten. Deze toxiciteitstesten toonden de aanwezigheid van microcystines aan in alle geteste waterstalen waarbij de concentratie bijna altijd hoger was dan de streefwaarde voor drinkwater ($1 \mu\text{g L}^{-1}$) die door de Wereldgezondheidsorganisatie is vastgelegd. Er werd bovendien een grote variatie in de tijd vastgesteld in de onderverdeling van microcystines in opgeloste of aan partikels gebonden toestand. De vastgestelde microcystineconcentraties van de individuele kolonies en filamenten varieerden van 45,4 tot 1620 pg per kolonie of filament.

Een gemodificeerd simulatiemodel, afgeleid van het PEGASE-model dat werd ontwikkeld voor het Eau d’Heure watersysteem, bewees zijn dienst in het simuleren van cyanobacteriële bloeivorming in Lac de Falemprise en dit model kan gebruikt worden ter voorspelling van de invloed van diverse toekomstige rioolwaterzuiveringsscenario’s. Er zijn wel nog een aantal verbeteringen noodzakelijk om het model volledig te kunnen toepassen op meren die diep genoeg zijn om stratificering tijdens de zomer toe te laten. De voorspellende modellen die werden ontwikkeld voor de Brusselse vijvers, laten de kansberekening toe van het optreden van bloeivorming in deze vijvers waarbij een aanzienlijke seizoenale en interannuale variatie werd vastgesteld. Op basis van data afkomstig van alle bestudeerde vijvers, werd de hoogste waarschijnlijkheid van het optreden van cyanobacteriële bloei aangetoond bij een combinatie van alle gemeten variabelen. Deze benadering liet toe om de vijvers die vatbaar zijn voor bloeivorming te detecteren, wat de waterbeheerders op hun beurt in staat moet stellen om hun monitoringprogramma’s af te stellen op de meest problematische vijvers.

Al deze resultaten zullen de mechanismen achter cyanobacteriële bloeivorming en toxineproductie helpen ontrafelen en, vanuit het oogpunt van de waterbeheerder, de mogelijkheid bieden om maatregelen ter voorkomen en terugdringen van cyanobacteriële bloeivorming uit te werken zodat contact met schadelijke bloeien door het publiek in de toekomst kan worden vermeden.