

SSD

SCIENCE FOR A SUSTAINABLE DEVELOPMENT



PROLIFÉRATIONS CYANOBACTÉRIENNES: TOXICITÉ, DIVERSITÉ, MODÉLISATION ET GESTION

“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 

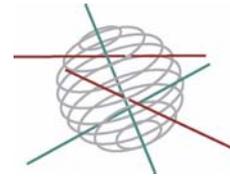
CLIMATE 

BIODIVERSITY 

ATMOSPHERE AND TERRESTRIAL AND MARINE ECOSYSTEMS 

TRANSVERSAL ACTIONS 

SCIENCE FOR A SUSTAINABLE DEVELOPMENT
(SSD)



Ecosystèmes Terrestres

RAPPORT FINAL PHASE 1

**PROLIFÉRATIONS CYANOBACTÉRIENNES: TOXICITÉ, DIVERSITÉ,
MODÉLISATION ET GESTION**

“B-BLOOMS 2”

SD/TE/01A



Campus de l'Université de Liège
→ Liège - Belgique

Promoteurs

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. ***Proliférations cyanobactériennes: toxicité, diversité, modélisation et gestion “B-Blooms 2”***. Rapport Final Phase 1. Bruxelles : Politique scientifique fédérale 2009 – 4 p. (Programme de recherche « La science pour un Développement Durable »)

Le projet B-BLOOMS2 consiste en une étude des blooms de cyanobactéries en Belgique. Cette étude comporte des prélèvements dans quelques plans d'eau de référence en Flandre, à Bruxelles et en Wallonie et utilise différentes approches pour déterminer les conditions environnementales, la diversité des cyanobactéries, leur toxicité potentielle via la détection des gènes *mcy*, et des mesures des toxines par différentes techniques. Le programme s'est déroulé sur les années 2007 et 2008. Cinq plans d'eau de référence ont été choisis : 2 en Flandre (Westveld and Donkmeer), 2 à Bruxelles (les étangs d'Ixelles) et un en Wallonie (Falemprise). Les prélèvements ont été effectués sur une base régulière (une fois par semaine ou par quinzaine, de mars à octobre) et comprenaient : des prélèvements d'eau avec mesure des variables limnologiques et des nutriments, des échantillonnages de phytoplancton et zooplancton, des échantillons pour l'analyse moléculaire, pour des isollements de souches en culture et pour des analyses de toxines, et la collecte de données météorologiques. Le phytoplancton a été caractérisé au minimum au niveau de la classe et les cyanobactéries ont été comptées et identifiées au minimum au niveau du genre. Un protocole commun (voir www.bblooms.be) a été défini par le coordinateur et appliqué par les différentes équipes. Des échantillons ont aussi été obtenus grâce à BLOOMNET, un réseau comprenant les utilisateurs et gestionnaires de l'eau dans les différentes régions. En parallèle, un modèle de simulation a été développé pour tester des mesures de réduction des blooms dans un des plans d'eau et un modèle probabiliste a été mis au point pour prédire l'apparition des blooms en région bruxelloise.

Dans ce rapport, on trouvera (i) les observations de la composition phytoplanctonique avec un accent sur les cyanobactéries dans les plans d'eau de référence et sur les conditions environnementales qui les ont favorisés; (ii) les résultats d'étude de la diversité génétique déterminée par DGGE et séquençage du 16 S rRNA, (iii) la détection de la génotoxicité par mise en évidence des gènes *mcy*, (iv) la toxicité réelle appréciée par les mesures de of cyanotoxines dans l'eau et dans les blooms eux-mêmes, (v) les résultats de la simulation du lac de Falemprise et (vi) les résultats de la modélisation prédictive des blooms de cyanobactéries appliquée aux plans d'eau bruxellois.

La dynamique du phytoplancton et des cyanobactéries est décrite en détail pour les différents plans d'eau. Parmi les résultats actuellement disponibles, on peut noter que la plupart des blooms étaient formés par des taxons potentiellement toxiques appartenant aux genres *Aphanizomenon*, *Microcystis*, *Planktothrix* et *Anabaena*. Les observations et les analyses statistiques montrent que, bien que dépendant clairement des conditions météorologiques et de la charge en nutriments, les blooms de cyanobactéries ont été influencés de façon variable par les interactions biotiques, telles le type de brouteurs planctoniques (plans d'eau de Bruxelles, Falemprise) ou des parasites (amibes et champignons, Donkmeer et Westveld). L'évaluation de la diversité des blooms a été fortement améliorée par les approches moléculaires, qui ont notamment montré des changements de souche dominante dans certains plans d'eau. La majorité des bandes DGGE amplifiées et séquencées ont montré une forte similitude avec des *Microcystis* et *Planktothrix* potentiellement toxiques. Une base de données de diversité moléculaire des blooms dans les eaux douces belges (la base de données ARB) a été développée et implémentée.

Plusieurs gènes du cluster *mcy* ont été régulièrement détectés dans les échantillons de blooms : en 2007 et 2008, un total de 102 échantillons de Bruxelles et de Wallonie ont été extraits et la présence des gènes *mcy* a été testée. Alors qu'en 2007, seulement une partie des échantillons étaient positifs, en 2008, les gènes *mcyA/B/E* ont été détectés dans la plupart des échantillons de Falemprise et des plans d'eau d'Ixelles, ce qui démontre la présence de *Microcystis* potentiellement toxiques dans la majorité des échantillons. Une analyse RFLP a montré une succession de différents génotypes *mcyE* dans le même plan d'eau.

Les analyses de toxines ont été réalisées à l’Université de Dundee, par analyse en HPLC des échantillons de blooms, ainsi que par immunoessais, pour déterminer les toxines particulières et dissoutes dans l’environnement. Les microcystines ont été aussi mesurées dans des colonies ou filaments isolés à partir d’échantillons naturels, grâce à des immunoessais quantitatifs. Ces analyses ont montré la présence de microcystines dans tous les échantillons testés ; les concentrations ont fréquemment et parfois en tous temps dépassé la valeur-guide de l’OMS de 1 $\mu\text{g L}^{-1}$. De fortes variations en fonction du temps ont été constatées dans la compartimentation des microcystines entre les phases dissoute et particulaire. 120 colonies et filaments isolés ont été analysés : les quotas mesurées varient entre 45.4 et 1620 picogrammes par colonie ou filament.

Un modèle de simulation adapté d’après le modèle PEGASE, de façon à l’appliquer au bassin de l’Eau d’Heure, a montré sa capacité à simuler les blooms de cyanobactéries dans le lac de Falemprise. Il pourra donc être utilisé pour prédire l’efficacité de scénarios de traitement des eaux usées. Cependant, des améliorations sont encore nécessaires afin d’adapter complètement le modèle à des plans d’eau assez profonds pour développer une stratification estivale.

Les modèles prédictifs développés pour les plans d’eau de Bruxelles ont permis de calculer la probabilité d’apparition de blooms dans ces plans d’eau, avec une variation considérable de probabilité selon l’année et la saison. Sur base des données des plans d’eau étudiés, la plus forte probabilité est donnée par une combinaison de toutes les variables mesurées. Cette approche permet d’identifier les plans d’eau sujets à des blooms de cyanobactéries et peut ainsi aider les gestionnaires dans la mise au point des programmes de monitoring des plans d’eau les plus problématiques.

L’ensemble de ces résultats permettra de progresser dans la compréhension des mécanismes de développement des blooms de cyanobactéries et de production des toxines. Du point de vue de la gestion, nos résultats indiquent la nécessité de prendre des mesures pour réduire les blooms, afin de prévenir l’exposition de la population aux blooms dangereux.