

SSD

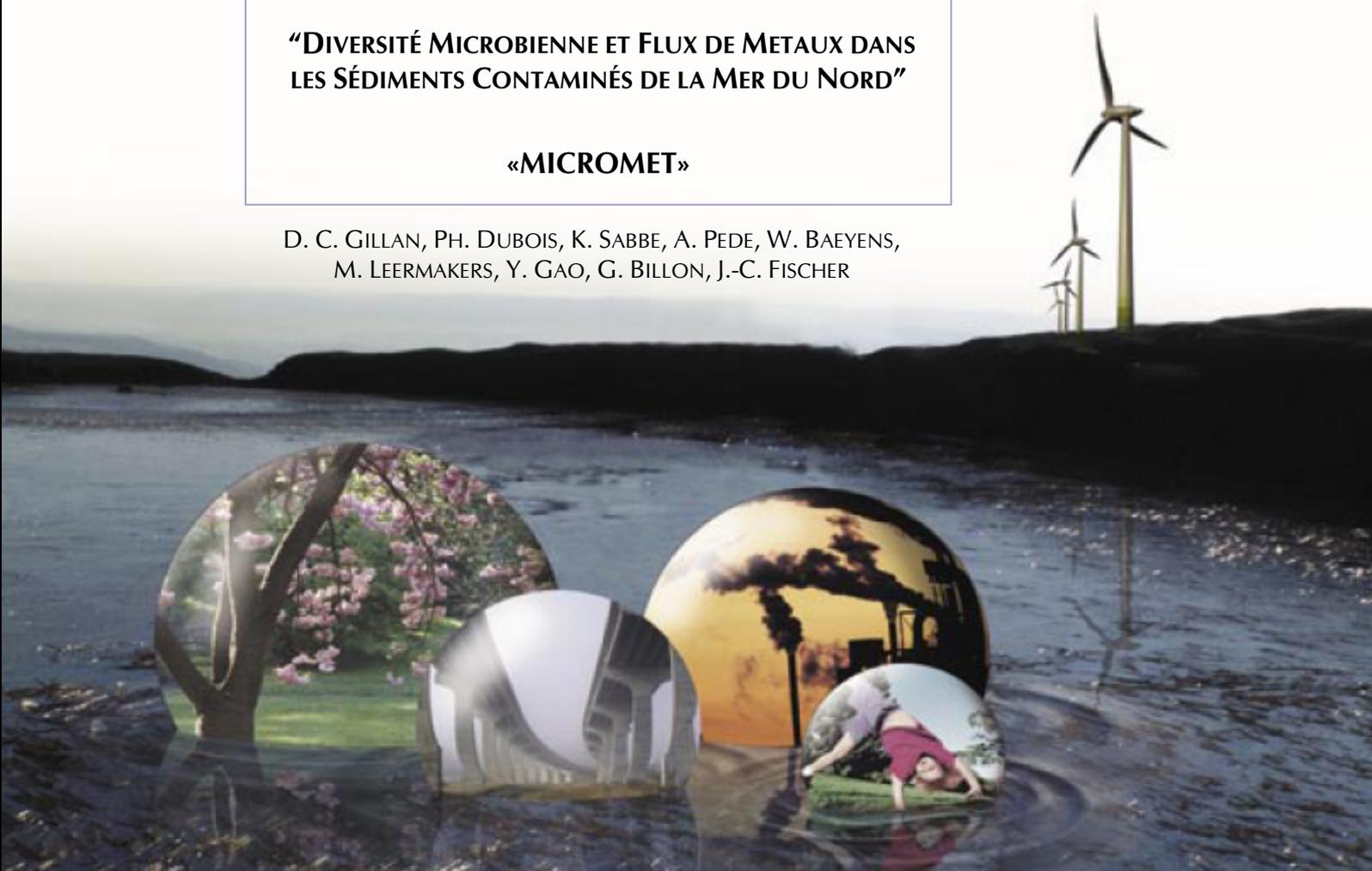
SCIENCE FOR A SUSTAINABLE DEVELOPMENT



**“DIVERSITÉ MICROBIENNE ET FLUX DE METAUX DANS
LES SÉDIMENTS CONTAMINÉS DE LA MER DU NORD”**

«MICROMET»

D. C. GILLAN, PH. DUBOIS, K. SABBE, A. PEDE, W. BAEYENS,
M. LEERMAKERS, Y. GAO, G. BILLON, J.-C. FISCHER



ENERGY 

TRANSPORT AND MOBILITY 

AGRO-FOOD 

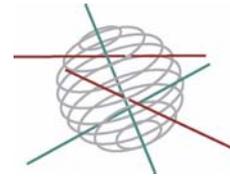
HEALTH AND ENVIRONMENT 

CLIMATE 

BIODIVERSITY   

ATMOSPHERE AND TERRESTRIAL AND MARINE ECOSYSTEMS   

TRANSVERSAL ACTIONS 



Mer du Nord



RAPPORT FINAL PHASE 1
RESUME

**“DIVERSITÉ MICROBIENNE ET FLUX DE METAUX DANS LES
SÉDIMENTS CONTAMINÉS DE LA MER DU NORD”**

“MICROMET”

SD/NS/04A

Promoteurs

David C. Gillan & Philippe Dubois

Université Libre de Bruxelles (ULB)
Laboratoire de Biologie marine, CP160/15
50 av Roosevelt
1050 Bruxelles

Koen Sabbe

Universiteit Gent (UGent)
Protistology & Aquatic Ecology
Dept. Biology, Krijgslaan 281, S8
9000 Ghent

Willy Baeyens & Martine Leermakers

Vrije Universiteit van Brussel (VUB)
Department of Analytical and Environmental Chemistry (ANCH), ,
Pleinlaan 2
1050 Bruxelles

Jean-Claude Fischer

Université des Sciences et Technologies de Lille, USTL,
Géosystèmes, UMR 8157,
Bâtiment C8, 59655 Villeneuve d'Ascq Cedex
France.

Auteurs

David C. Gillan (ULB)

Koen Sabbe & Annelies Pedé (UGent)

Willy Baeyens & Yue Gao (VUB)

Gabriel Billon & Ludovic Lesven (USTL)





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: David Cox
+ 32 (0)2 238 34 03

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 :

David C. Gillan, Philippe Dubois, Koen Sabbe, Annelies Pedde, Willy Baeyens, Martine Leermakers, Yue Gao, Gabriel Billon, Jean-Claude Fischer. ***Diversité microbienne et flux de métaux dans les sédiments contaminés de la mer du Nord "MICROMET"***. Rapport Final Phase I. Bruxelles : Politique scientifique fédérale 2009 – 5 p. (Programme de recherche « La science pour un Développement Durable »)

Comme beaucoup de métaux toxiques sont complexés par de la matière organique dans les sédiments marins contaminés, il pourra y avoir relargage de métaux dans la colonne d'eau lorsque la matière organique est dégradée par les micro-organismes. La biodiversité microbienne pourrait être affectée par ce phénomène et les métaux pourraient s'accumuler dans les niveaux trophiques supérieurs. Jusqu'à présent, les micro-organismes des sédiments marins du Plateau Continental Belge (PCB) sont très peu connus, particulièrement dans les zones contaminées par les métaux. Le projet MICROMET s'inscrit dans deux domaines prioritaires du programme Science pour un Développement Durable (Biodiversité et Ecosystèmes Marins) et est directement concerné par les priorités de la Directive Cadre sur l'Eau (2000/60/EC).

Le but du projet MICROMET est de comprendre le lien entre l'activité des micro-organismes et les flux de métaux lourds dans les sédiments marins. Pour cela, les communautés microbiennes complètes sont étudiées dans la zone du PCB en employant une approche interdisciplinaire dans laquelle les méthodes microbiologiques et géochimiques sont utilisées en parallèle. La recherche est subdivisée en trois grandes parties (WP 1-3). Le but de la première partie (WP 1) est de déterminer les contaminants métalliques et la diversité microbienne des sédiments. Pour la deuxième partie (WP 2) il s'agit de déterminer l'importance des micro-organismes dans le relargage des contaminants métalliques depuis les sédiments vers la colonne d'eau. Enfin, pour la troisième partie (WP 3), des modèles numériques seront utilisés avec les données récoltées au cours du projet. Ceci permettra de faire des prédictions et mènera à une meilleure compréhension des écosystèmes benthiques.

La phase I du projet MICROMET a concerné uniquement la partie WP 1. Neuf stations du PCB ont été examinées durant la première année (2007). Les stations étaient les stations 120, 130, 140, 230, 330, 435, 700, DCG et ZG03 (pour les coordonnées, voir le site MICROMET à l'adresse <http://ulb.ac.be/sciences/micromet>). Les sédiments ont été échantillonnés avant (février) et après (juillet) les "blooms" majeurs de phytoplancton. La diversité microbienne a été déterminée par la technique DGGE. La biomasse a été déterminée par des comptages DAPI. Des cultures pures de micro-organismes ont été réalisées et les propriétés géochimiques du sédiment ont été déterminées (Eh, pH, DGT-sulfures, AVS & CRS, granulométrie, métaux extraits simultanément – SEM). Les concentrations en métaux des eaux interstitielles ont été déterminées *in situ* par les techniques DET (Diffusive Equilibrium in Thin films) et DGT (Diffusive Gradients in Thin films). Pour la deuxième année (2008), 2 stations (130 et 700) ont été suivies mensuellement afin de tenir compte de divers taux de sédimentation de matière organique. En plus de la DGGE, des fragments de l'ARNr (SSU) ont été séquencés afin de mieux comprendre la diversité et la physiologie des micro-organismes présents.

Les résultats ont tout d'abord indiqué que les stations étudiées sur le PCB peuvent être classifiées en trois groupes: les stations sableuses avec un grain moyen de 400 microns (groupe I: DCG, 330, et 435), les stations sableuses avec un grain moyen de 200 microns (groupe II: 120, 230 [excepté 0-1 cm], et ZG03), et les stations vaseuses avec un grain moyen de 12.5 microns (groupe III: 130, 140, et 700).

Pour les sédiments du groupe I la pénétration de l'oxygène est importante, probablement à cause d'une faible quantité et biodisponibilité de la matière organique à l'interface eau-sédiments. L'oxygène et les sulfates ne sont pas significativement réduits et seulement de faibles quantités de CRS ont été détectées. Les valeurs de SEM sont très réduites.

Pour les sédiments du groupe III l'oxygène est complètement consommé dans les premiers mm et les valeurs d'Eh chutent jusque -200 mV dans le premier cm. La production de sulfures dissous et solides confirme une activité sulfato-réductrice, essentiellement dans le premier cm des sédiments. Les concentrations de Pb, Cu et Zn des SEM sont généralement

plus de 10 fois plus basses que les AVS, ce qui signifie que les sulfures devraient fixer les métaux présents. Cependant, comme démontré par les analyses DET/DGT, des polluants métalliques sont néanmoins présents dans les eaux interstitielles de ces stations et peuvent donc être relargués dans la colonne d'eau. Pour les sédiments du groupe II l'oxygène est consommé dans le premier cm et les valeurs d'Eh diminuent plus lentement que pour les stations vaseuses.

Les données de février 2007 montrent que les richesses taxonomiques d'eubactéries augmentent depuis la côte (sédiments du groupe III) vers le large (sédiments du groupe I), et ce lorsque les résultats de DGGE sont normalisés par unité de biomasse. Même lorsque cette normalisation n'est pas effectuée on voit que les valeurs DGGE brutes de diversité ne sont jamais basses pour les stations du large DCG et 435 (toujours plus de 16 bandes DGGE) et que les valeurs les plus basses obtenues (6 bandes DGGE) sont toujours observées dans les stations côtières. En plus, aucune séquence d'ARN ribosomal 16S archaebactérien n'a été obtenue par PCR dans les stations côtières; au contraire, beaucoup de séquences d'archaebactéries ont été obtenues dans les stations DCG et 435 éloignées des côtes. Une telle réduction de biodiversité dans les sédiments des zones côtières du PCB a été observé dans plusieurs études portant sur d'autres groupes comme les nématodes et les copépodes harpacticoïdes (e.g., Vincx 1990). Il faut noter que les valeurs de biodiversité bactérienne sont parfois élevées dans les stations côtières (par exemple la station 120 en février 2007 et la station contaminée 130 en juillet 2007). Ceci montre que la situation est bien plus complexe que prévue et que la tendance observée n'est pas valide pour tous les types de sédiments et/ou toutes les périodes de l'année.

Bien que la phase II du projet soit absolument nécessaire pour pouvoir conclure, la réduction de biodiversité observée en février 2007 pourrait être le résultat des concentrations élevées en polluants métalliques et en métalloïdes des eaux interstitielles, surtout pour l'arsenic, comme démontré par les analyses DET/DGT. Les analyses multivariées des données DGGE des micro-eucaryotes en 2007 montrent des changements prononcés dans la composition des communautés en fonction du type de sédiment (groupes I-III). Bien que les données DGGE des micro-eucaryotes n'aient pas été normalisées par rapport à la biomasse il semble qu'il n'y ait pas de différences majeures entre les sédiments du groupe I et ceux du groupe III.

Avec les données 2007 et 2008 nous pouvons conclure que la biodiversité microbienne, telle que mesurée par l'approche DGGE, n'est pas une variable pouvant être facilement corrélée aux variables environnementales considérées dans cette étude. Ceci pourrait résulter de la très longue exposition des communautés aux métaux dans les zones côtières. Les communautés actuelles sont probablement adaptées aux environnements à très hautes concentrations métalliques. Ceci peut expliquer les grandes valeurs de biodiversité observées dans les sédiments contaminés de la station 130 en juillet 2007. Une telle situation a déjà été observée pour les communautés microbiennes vivant dans les sédiments marins du Sør fjord en Norvège, sédiments exposés pendant plus de 80 ans à de hautes concentrations en Cd et Zn (Gillan et al. 2005).

Au contraire, la biomasse bactérienne est une variable qui a montré des corrélations élevées et significatives avec certaines variables environnementales, particulièrement avec Mn, Fe et As dissous. Ceci n'est pas surprenant car ces métaux peuvent servir de donneur ou d'accepteur d'électrons en fonction de leur état d'oxydation. La biomasse bactérienne a également montré une corrélation significative avec la concentration en chlorophylle a dans les sédiments. Ceci peut être expliqué par la prolifération des bactéries sur les micro-eucaryotes phototrophes en décomposition (diatomées et *Phaeocystis*).

Le séquençage de l'ARN ribosomal 16S (échantillons de février 2007) a montré la présence de 5 à 10 groupes majeurs d'eubactéries dans les sédiments du PCB examinés (DCG,

435, 130 et 700). Trois groupes majeurs sont présents dans les 4 stations examinées (γ -Proteobacteria, δ -Proteobacteria et CFB bacteria). Les Acidobacteria représentent 2.6 à 14.6% des clones dans la plupart des stations. Pour les micro-eucaryotes, la DGGE basée sur l'ARN ribosomal 18S et les bibliothèques de clones de février 2007 ont révélé une diversité surprenante d'eucaryotes microbiens, avec essentiellement des diatomées (stramenopiles), des micro-eucaryotes non identifiés, des Fungi, mais aussi des protozoaires et des micro-algues d'autres groupes. La procédure DGGE a également inclus beaucoup de séquences de métazoaires. En 2008 l'emploi d'amorces PCR spécifiques aux protozoaires (Cercozoaires et Kinetoplastides) a produit une identification beaucoup plus détaillée des communautés de protistes présentes.

Avec les approches DET/DGT des profils de métaux trace à haute résolution ont été obtenus dans les sédiments. Les métaux traces ont montré un comportement géochimique variable dans les sédiments, confirmant que la remobilisation a lieu à différentes profondeurs. Des variations saisonnières des éléments traces (Mn, Fe, As) ont été observées au cours de 2007 et 2008. Bien que les variations dans la concentration en oxygène et celles du potentiel redox peuvent expliquer la plupart des processus obtenus, l'importance des micro-organismes dans ce phénomène saisonnier doit encore être déterminé (phase II). Il n'y a apparemment aucune diminution des éléments traces dans les eaux interstitielles des stations 130 et 700. Les calculs de flux basés sur les profils DGT montrent que des éléments comme Mn, Fe, Co, As et Ni peuvent diffuser hors des sédiments dans la colonne d'eau, au moins pour la station 130. Les calculs de flux basés sur la méthode des "pistons DGT" confirment que les polluants métalliques peuvent atteindre l'interface eau-sédiments et être relargués dans l'eau de mer. Ceci peut affecter tout l'écosystème benthique. D'autres contaminants métalliques comme Cu, Zn et Cd vont plutôt diffuser vers les sédiments à la station 130.