

Impact des métaux lourds et des polychlorobiphényles sur les organismes de Mer du Nord

Laboratoire de Biologie marine ULB

Laboratoire de Biologie marine UMH

Laboratoire de Chimie organique UMH

Problématique (1)

- Les contaminants conservatifs associés aux sédiments constituent une source majeure de contamination secondaire
- Les métaux lourds et les polychloro-biphényles (PCBs) figurent dans les classes de priorité A et B des pressions humaines sur l'environnement marin

Problématique (2)

- Biodisponibilité des contaminants associés aux sédiments?
- Effets de ces contaminants sur les organismes benthiques structurant les communautés?

Objectifs

- Déterminer la biodisponibilité des métaux lourds (Cd, Pb, Zn, Cu) et PCBs (7 congénères CIEM) associés aux sédiments
- Quantifier la toxicité des sédiments
- Evaluer l'impact de ces contaminants sur les organismes benthiques

Stratégie (1)

- Biodisponibilité

Analyses des métaux et PCBs dans:

- les sédiments
- les organes de l'étoile de mer *Asterias rubens*

Stratégie (2)

- Toxicité des sédiments

Essais embryotoxicologiques:

- Etoile de mer *Asterias rubens*
- Oursin *Psammechinus miliaris*

Stratégie (3)

- Effets des contaminants sur les organismes benthiques

Fonctionnement du système immunitaire d'*Asterias rubens*

- Activité phagocytaire
- Production de radicaux oxydants

Les échinodermes en tant que modèles expérimentaux (1)

Asterias rubens

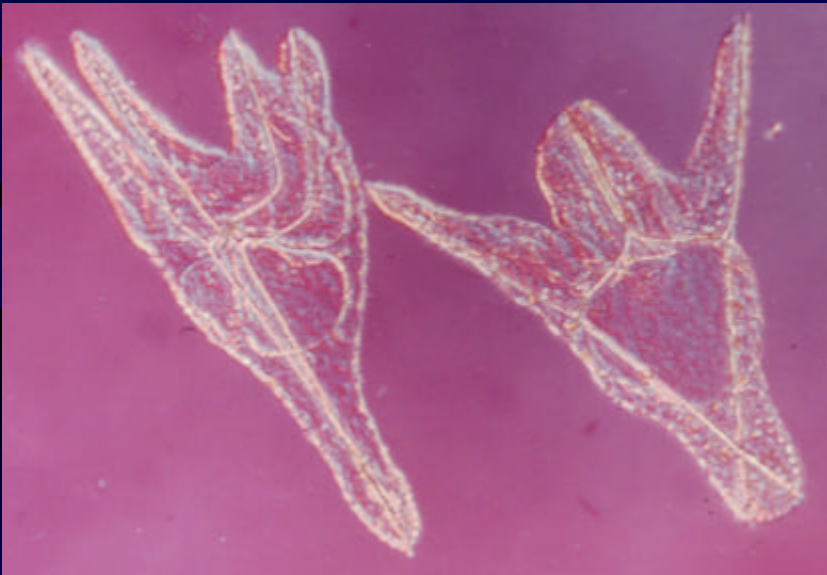


- Ubiquiste et abondante en Mer du Nord
- Bioindicatrice de la contamination par les métaux (PISM)
- Espèce-clef de plusieurs écosystèmes

Les échinodermes en tant que modèles expérimentaux (2)

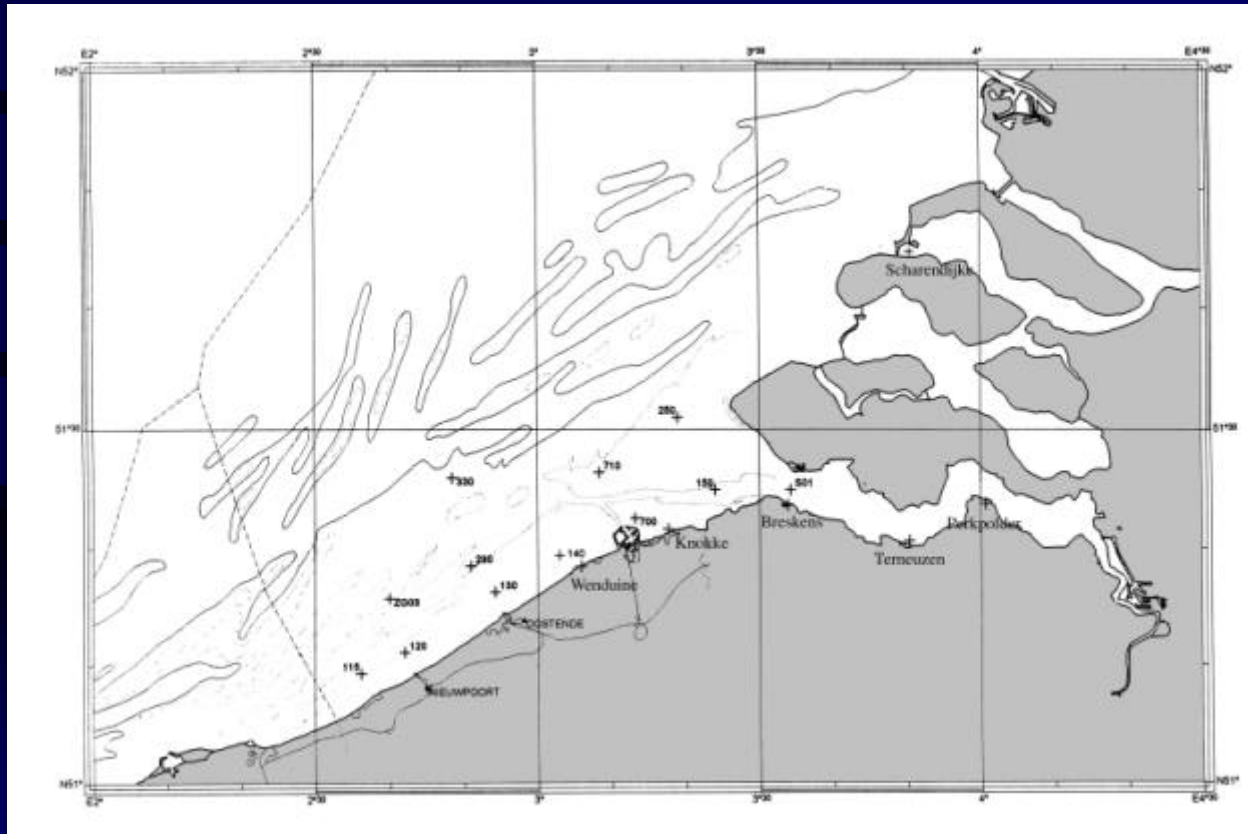
Embryons et larves

- Grande sensibilité aux contaminants
- Le développement embryonnaire des oursins est un bioessai recommandé par les agences environnementales (EPA,...)



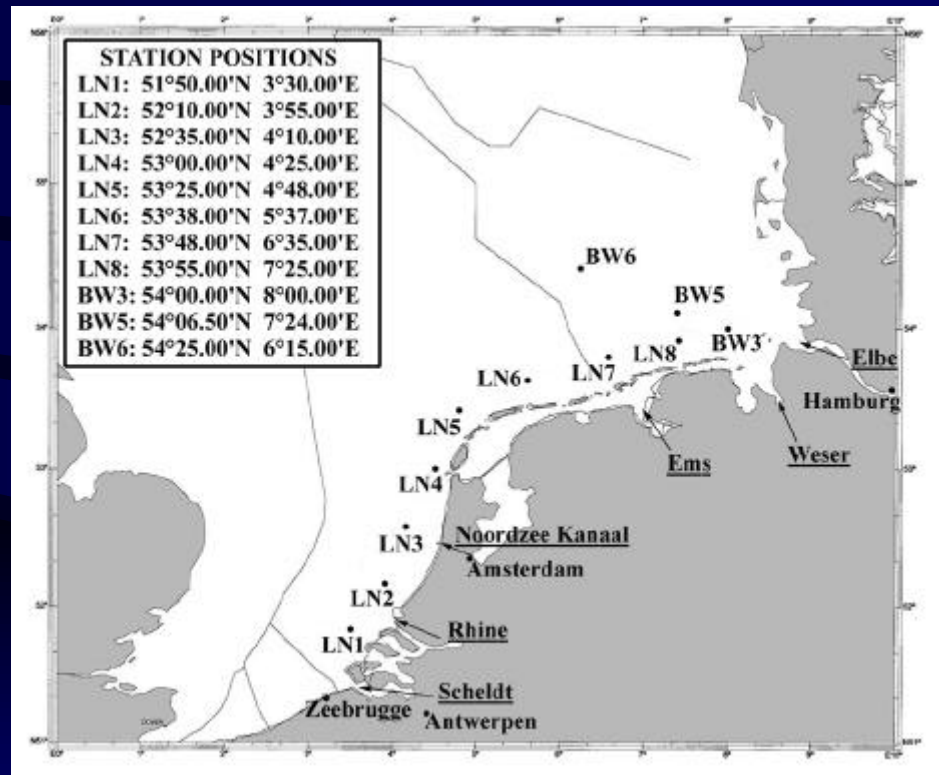
Cadre de l'étude (1)

Plateau continental belge



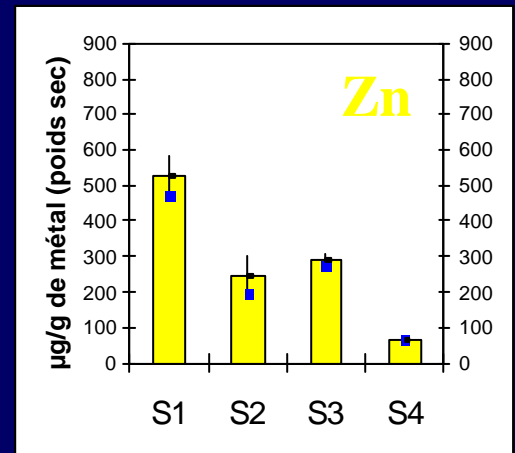
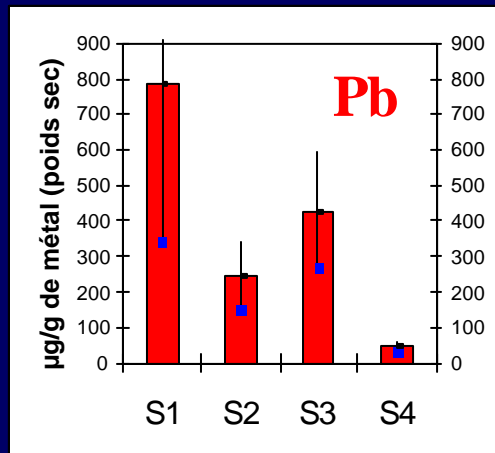
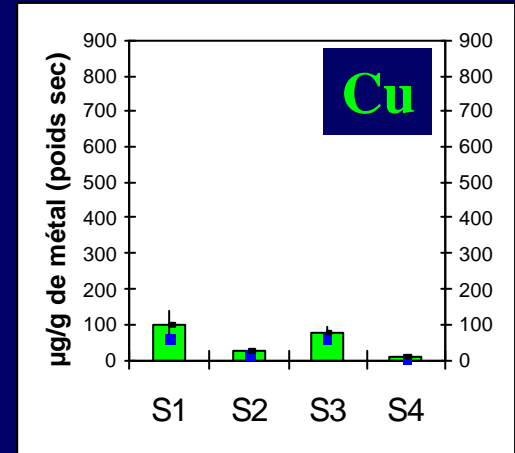
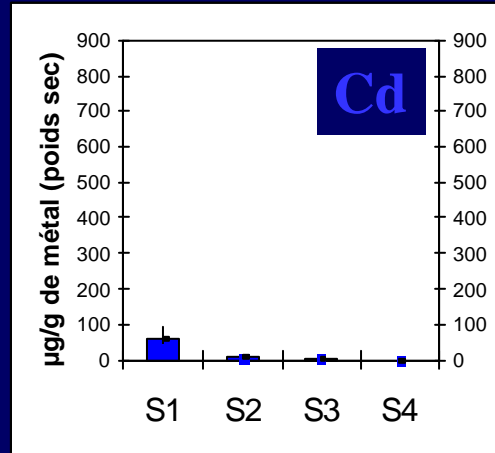
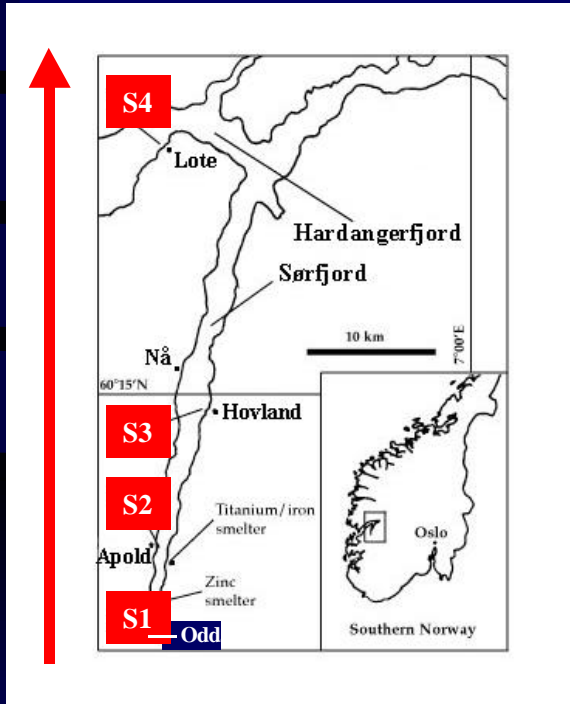
Cadre de l'étude (2)

Plateaux continentaux néerlandais et allemand



Cadre de l'étude (3)

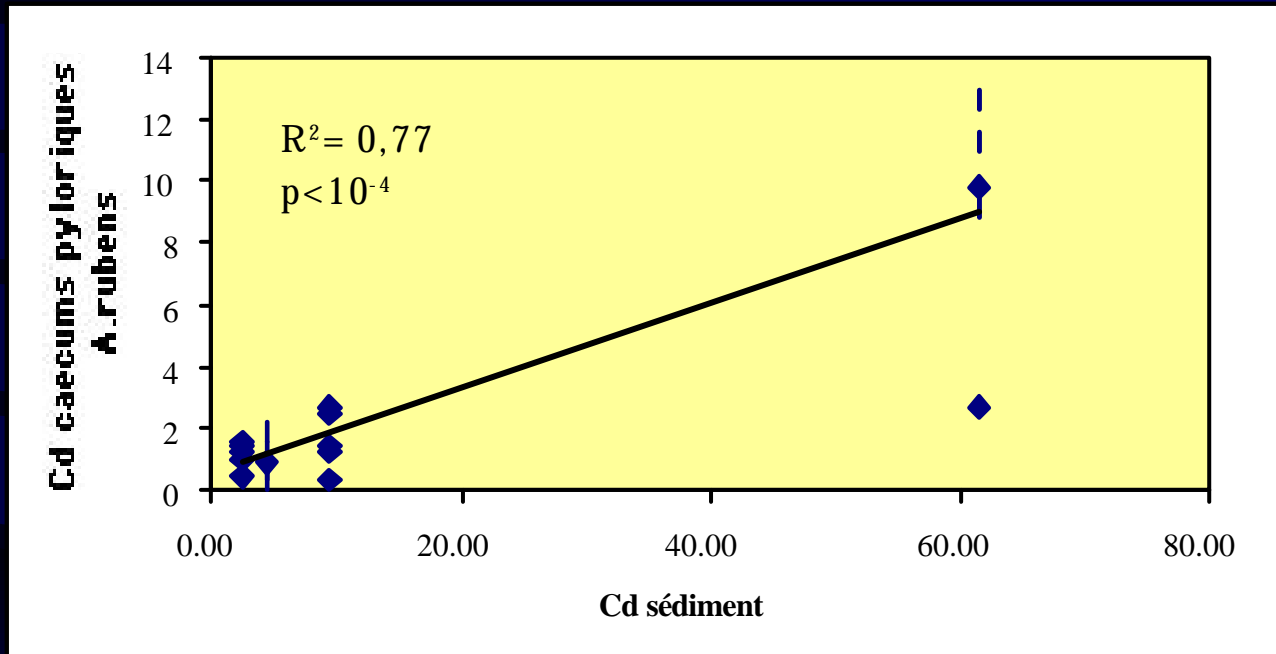
Le Sør fjord: un gradient de contamination métallique



Validations

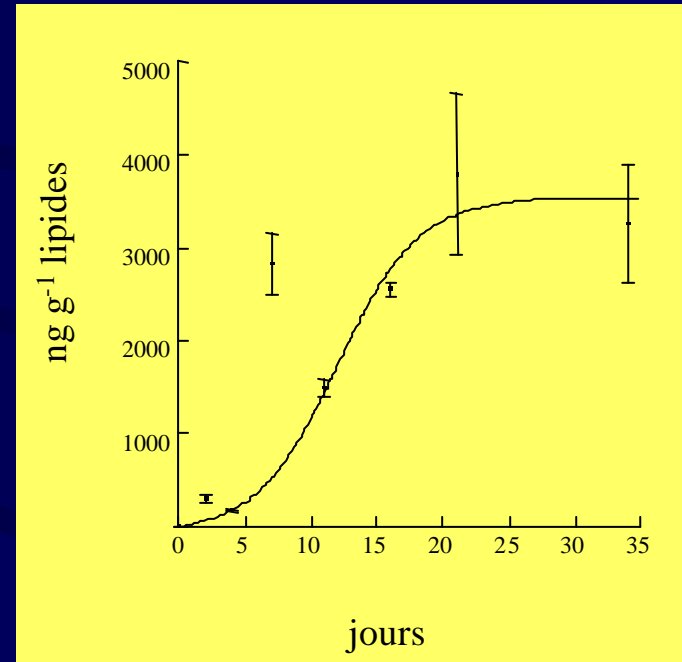
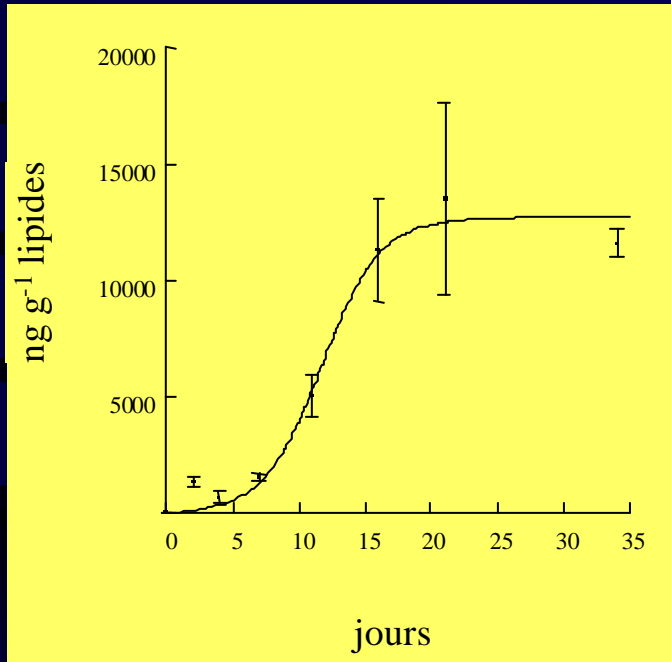
- *Asterias rubens* en tant que bioindicateur de contamination par les métaux et les PCBs
- Les larves d'échinodermes de Mer du Nord en tant que bioessais de toxicité
- Sensibilité du système immunitaire d'*Asterias rubens* aux métaux et PCBs

Validation du bioindicateur: Métaux



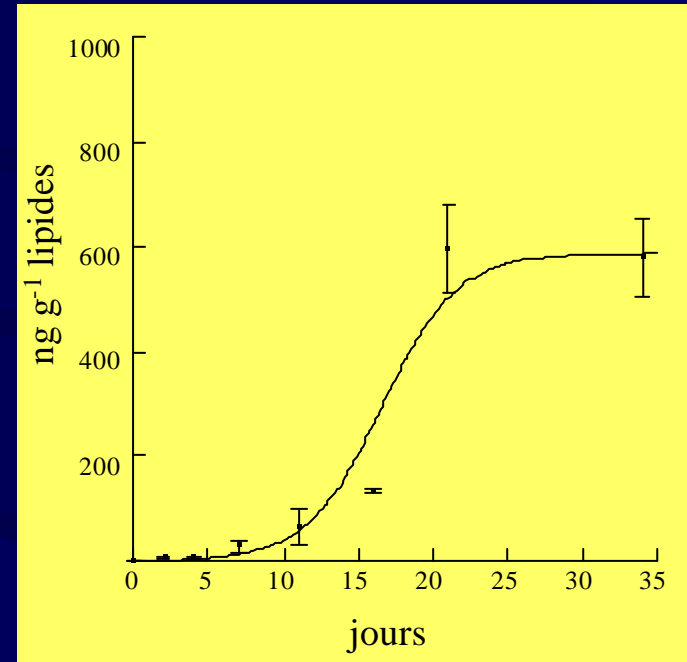
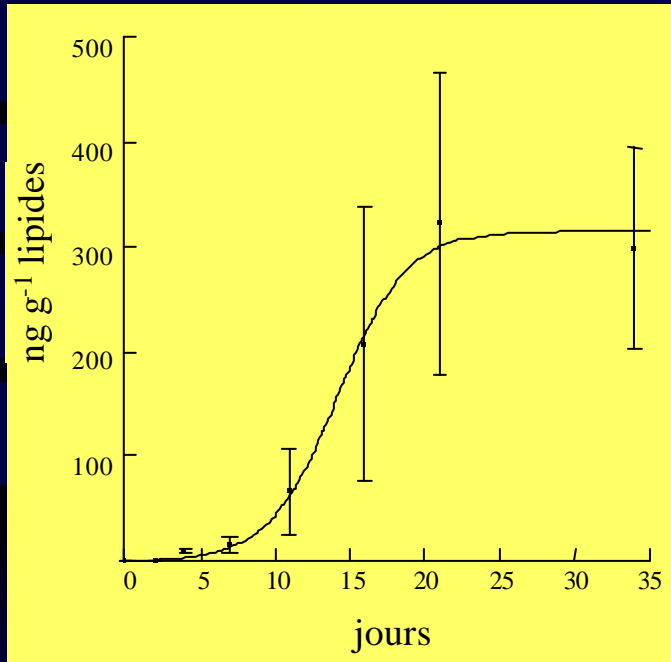
Les concentrations en métaux dans le système digestif d'*A. rubens* (caecums pyloriques) reflètent les concentrations dans l'environnement (Programme d'Impulsion en Sciences marines)

Validation du bioindicateur: PCBs (1)



Accumulation du PCB#153 dans les téguments d'astéries exposées via l'eau de mer (gauche) ou les sédiments (droite)

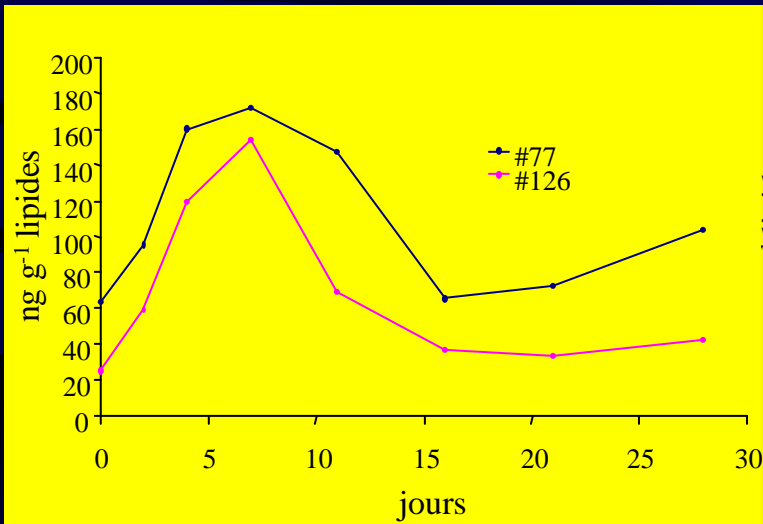
Validation du bioindicateur: PCBs (2)



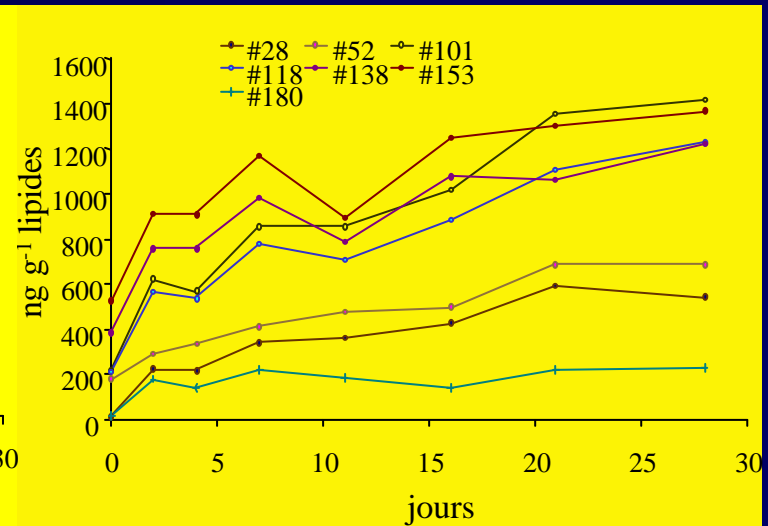
Accumulation du PCB#153 dans les caecums pyloriques d'astéries exposées via l'eau de mer (gauche) ou les sédiments (droite)

Validation du bioindicateur: PCBs (3)

PCBs coplanaires



PCBS non coplanaires



Accumulation de PCBs dans les caecums pyloriques
d'astéries exposées via les sédiments

Validation du bioessai (1)

Types larvaires de l'oursin *Psammechinus miliaris*

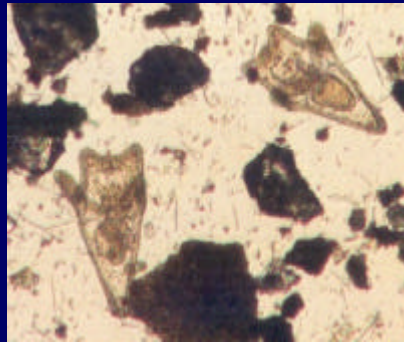


Larve
Normale



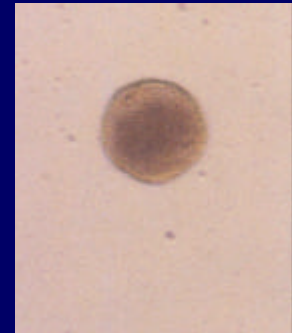
Larve Anormale

Larve
Retardée



Larves Viables

Blastula



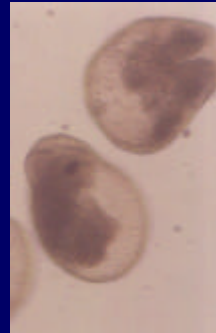
Larves Non Viables

Validation du bioessai (2)

Types larvaires de l'astérie *Asterias rubens*



Larve
Normale



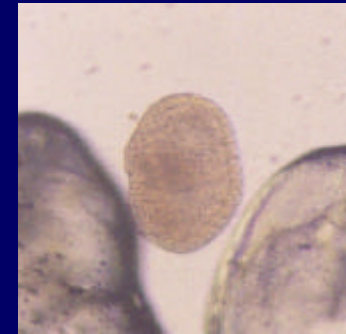
Larve
Anormale

Larve
Retardée



Larves Viables

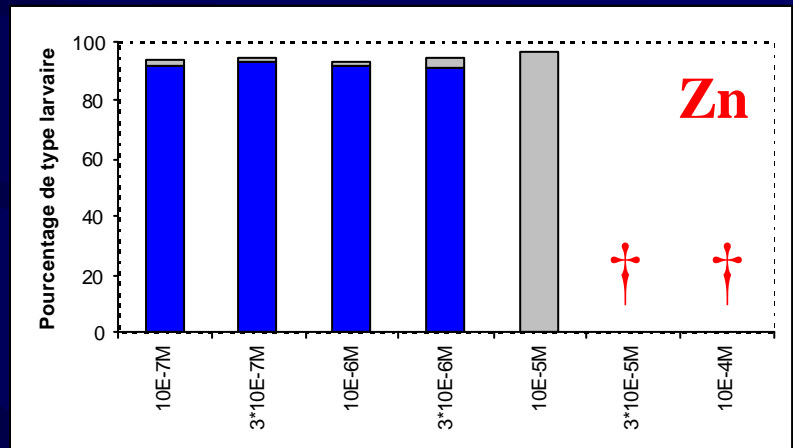
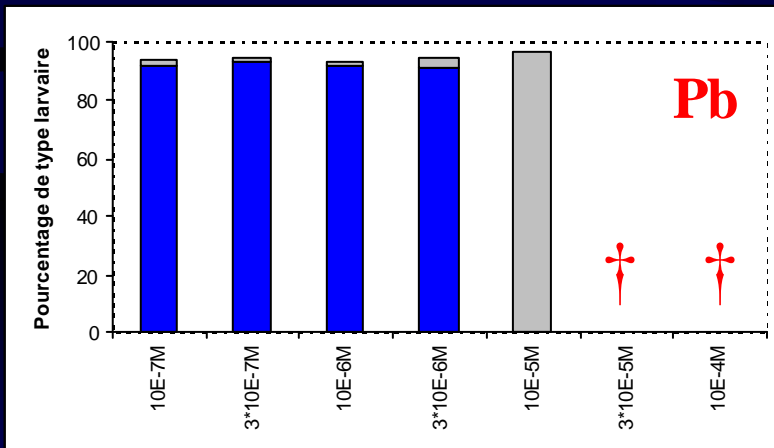
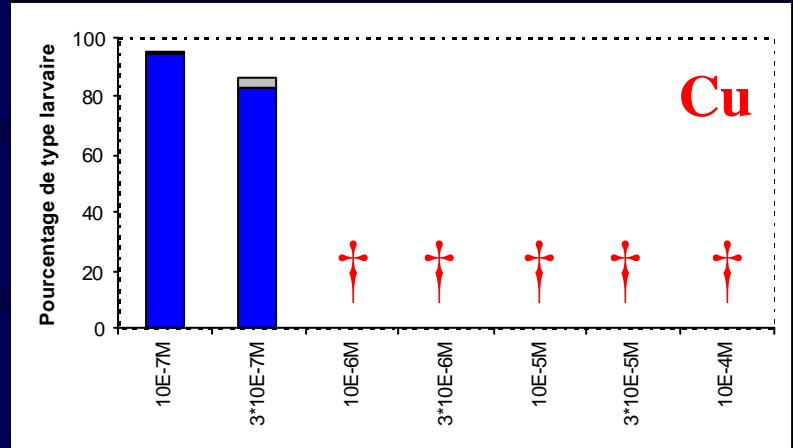
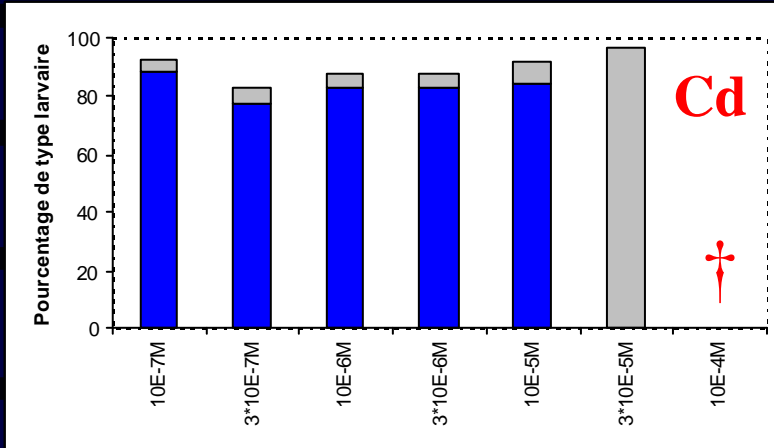
Blastula



Larves Non Viables

Validation du bioessai (3)

Effets des métaux en solution sur les larves d'oursin



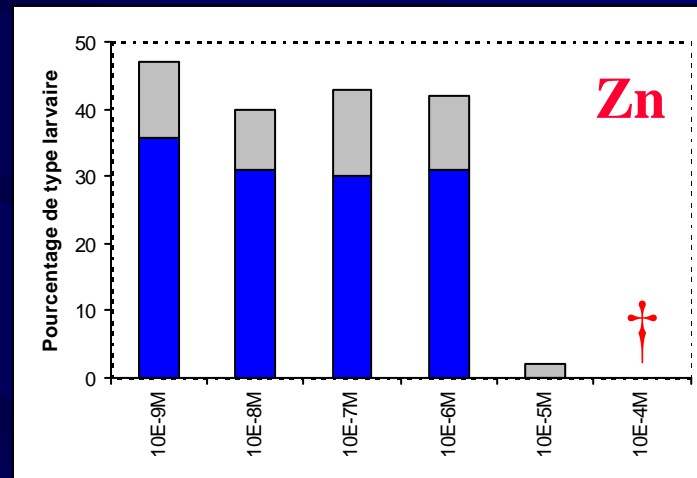
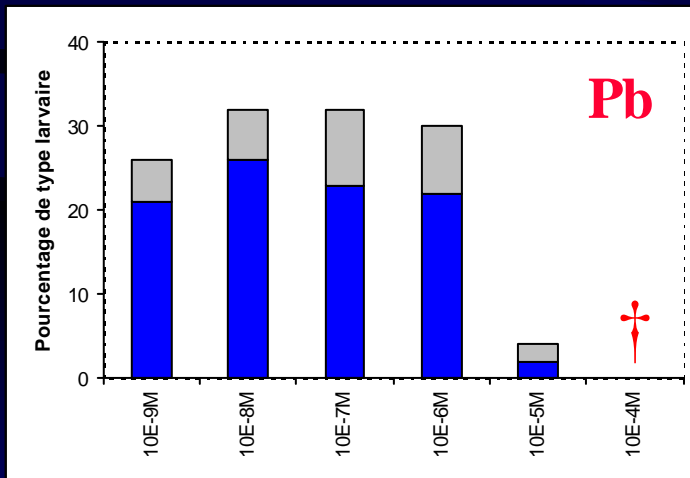
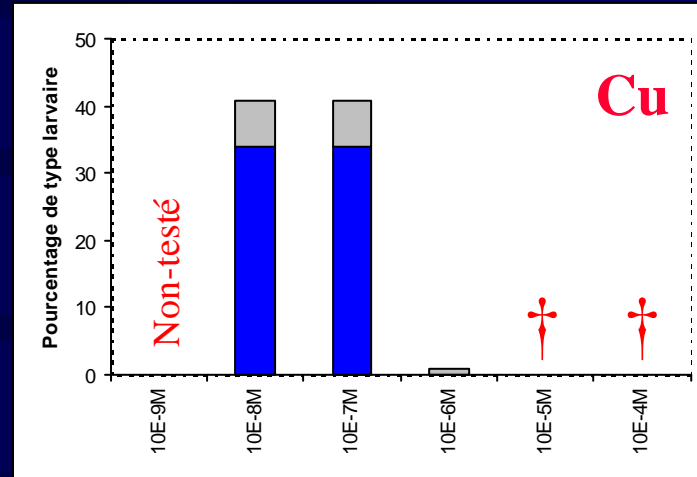
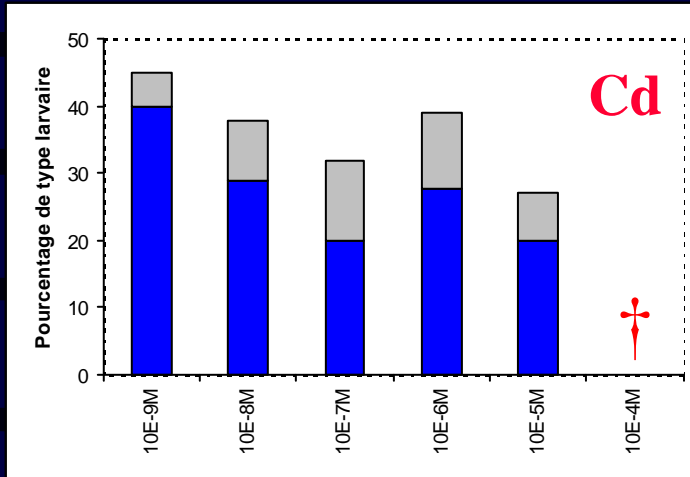
Larve Normale (%)



Larve Retardée (%)

Validation du bioessai (4)

Effets des métaux en solution sur les larves d'astérie



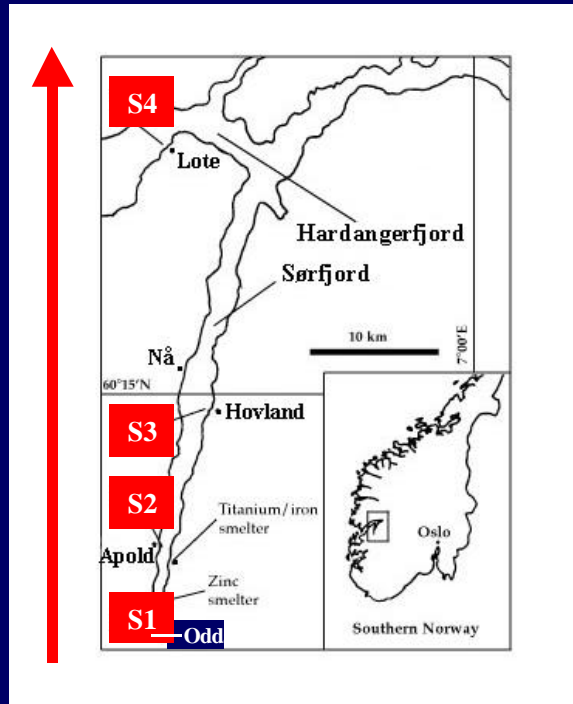
Larve Normale (%)



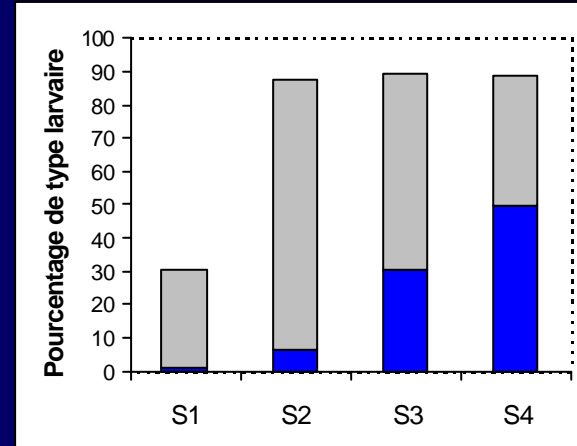
Larve Retardée (%)

Validation du bioessai (5)

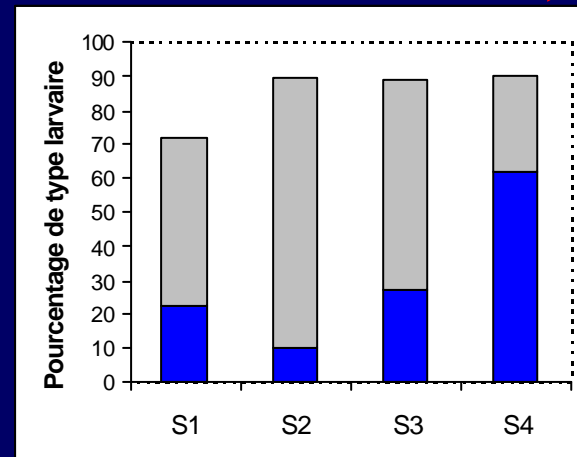
Effets des sédiments du Sør fjord sur les larves d'oursin



Sediment:
Fraction totale



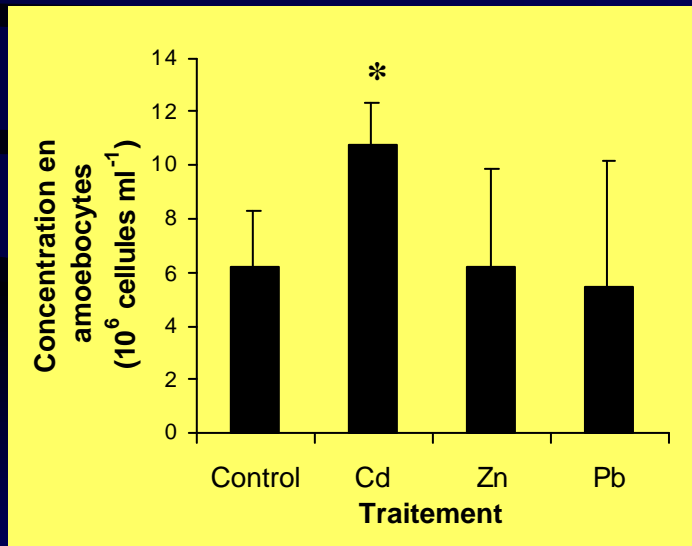
Sediment:
Fraction <63µm



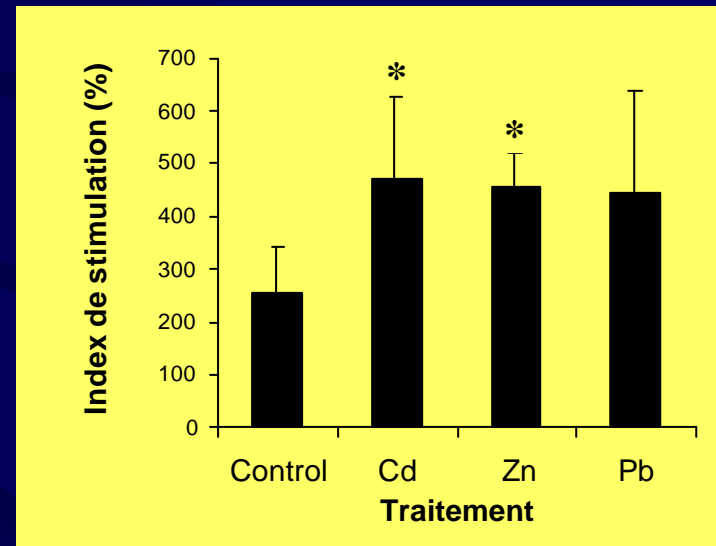
-  : Larve Normale (%)
-  : Larve Retardée (%)

Sensibilité du système immunitaire aux métaux en solution

Concentration en cellules immunitaires



Production de radicaux oxydants

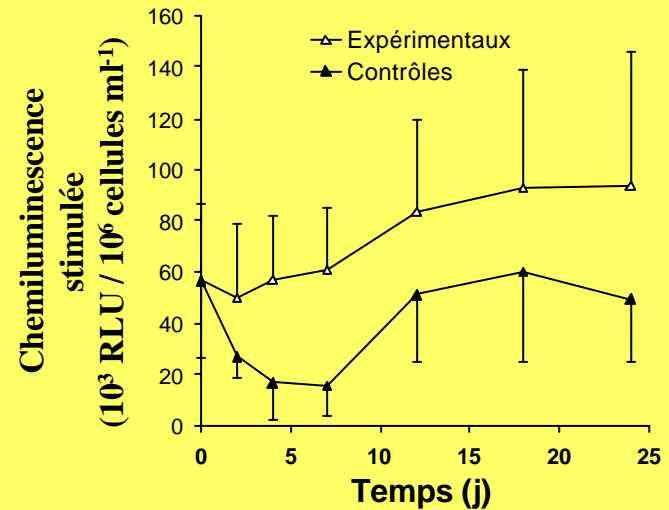
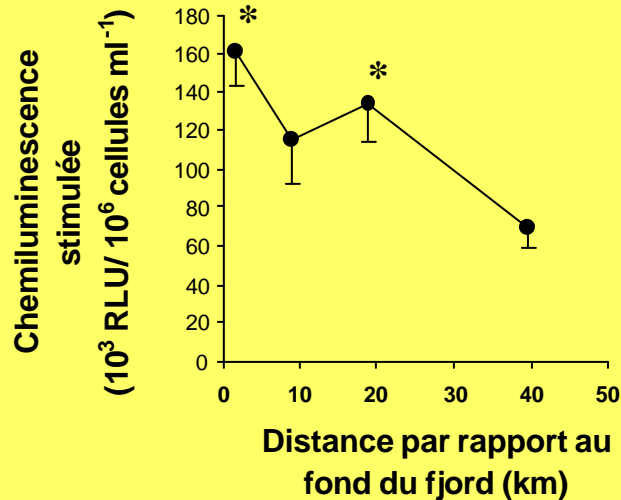


Sensibilité du système immunitaire aux métaux *in situ*: Sørfjord

Production de radicaux oxydants

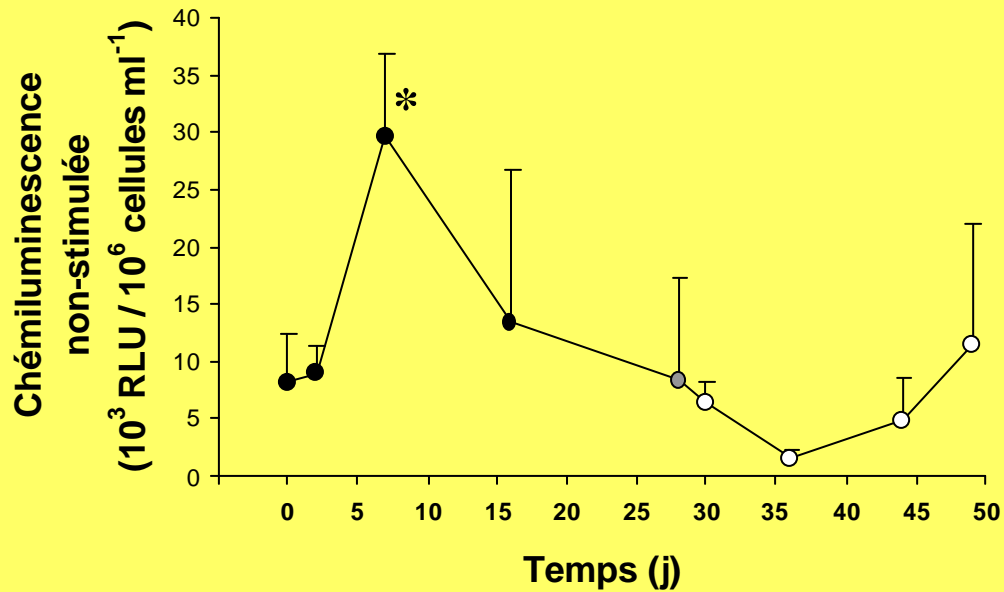
Astéries des populations naturelles

Astéries transférées vers la zone la plus contaminée



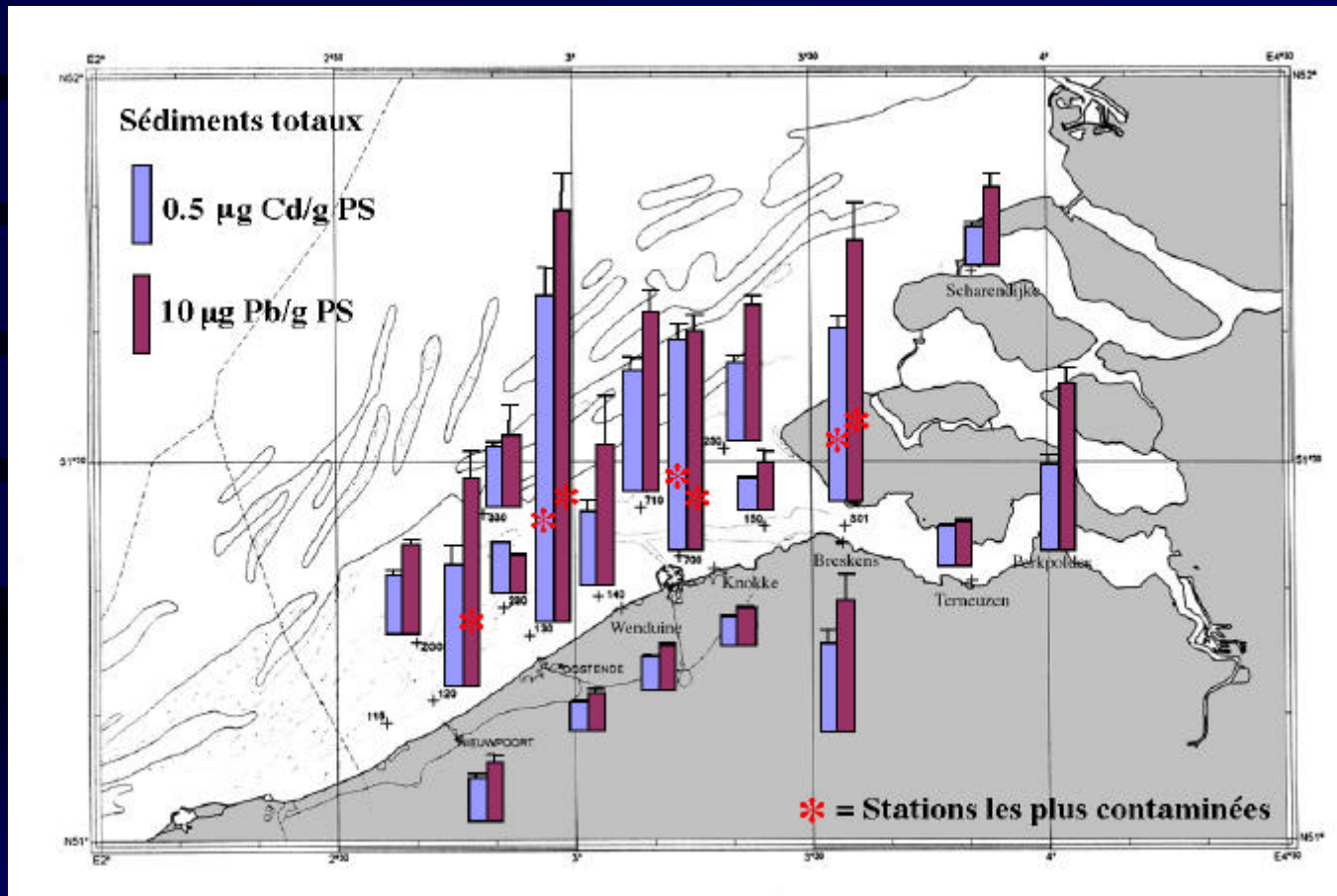
Sensibilité du système immunitaire aux PCBs

Production de radicaux oxydants



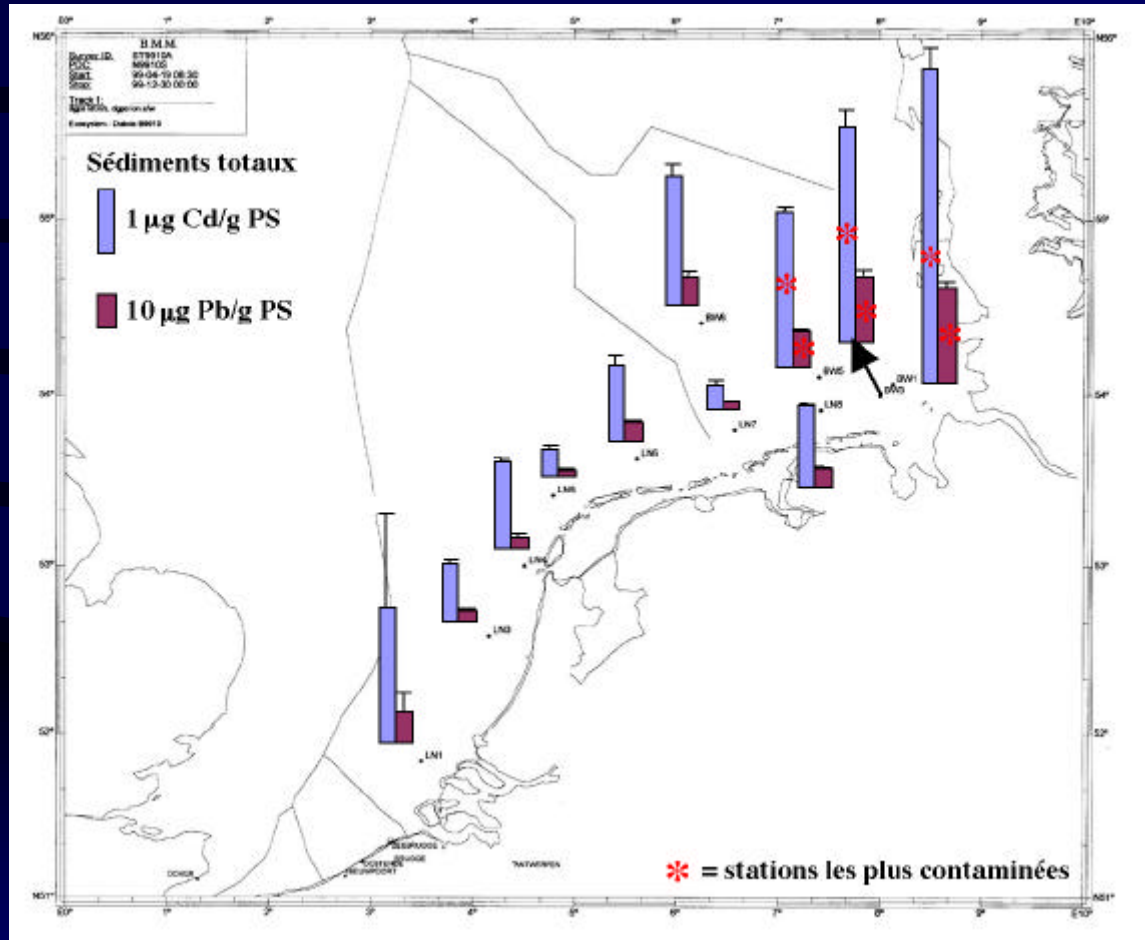
Contamination des sédiments et
organismes par les métaux et
PCBs en Mer du Nord

Concentrations métalliques dans les sédiments totaux du plateau continental belge



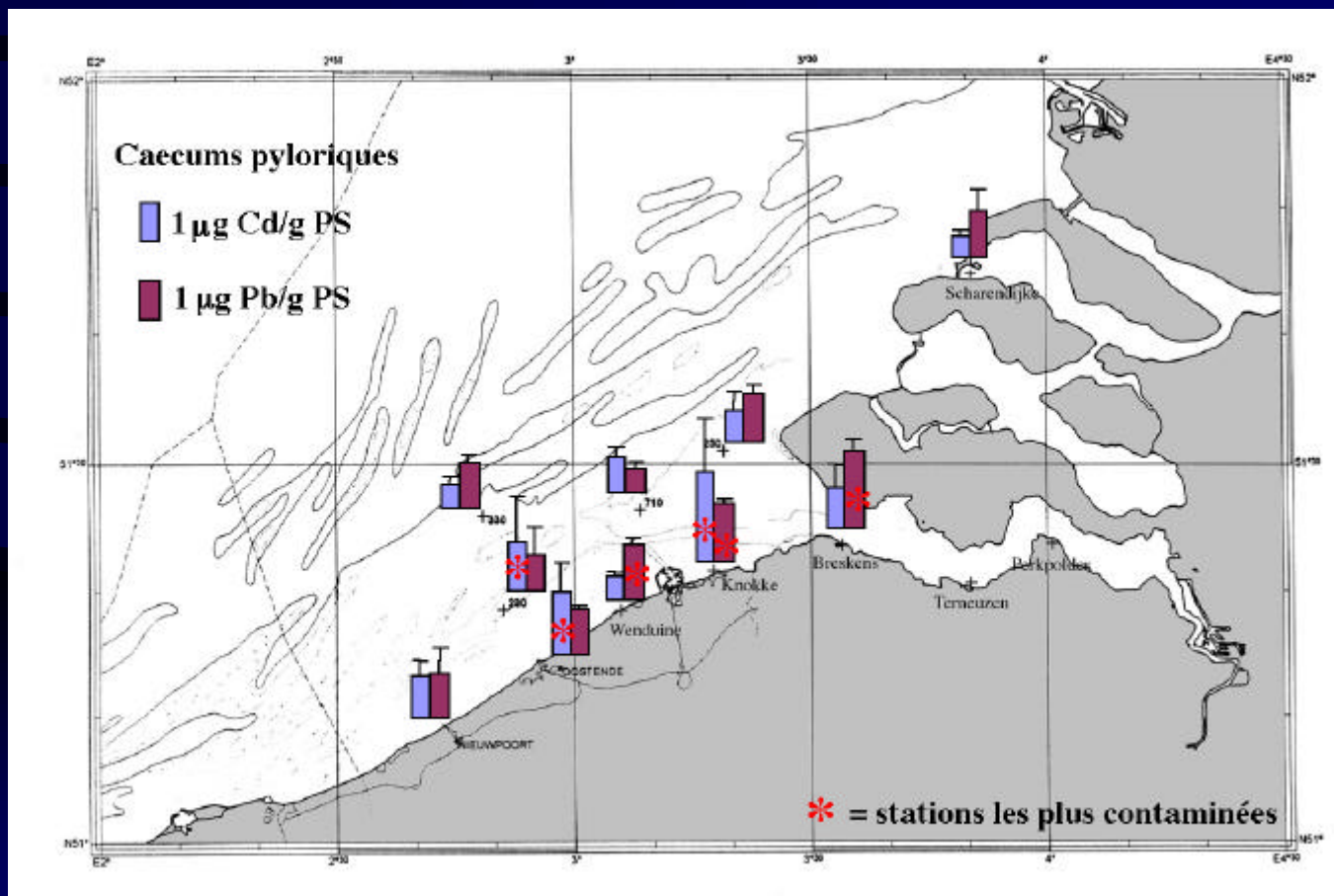
Critères Ospar: Cd 0.1-1 $\mu\text{g/g PS}$, Pb 5-50 $\mu\text{g/g PS}$

Concentrations métalliques dans les sédiments totaux des plateaux continentaux néerlandais et allemand

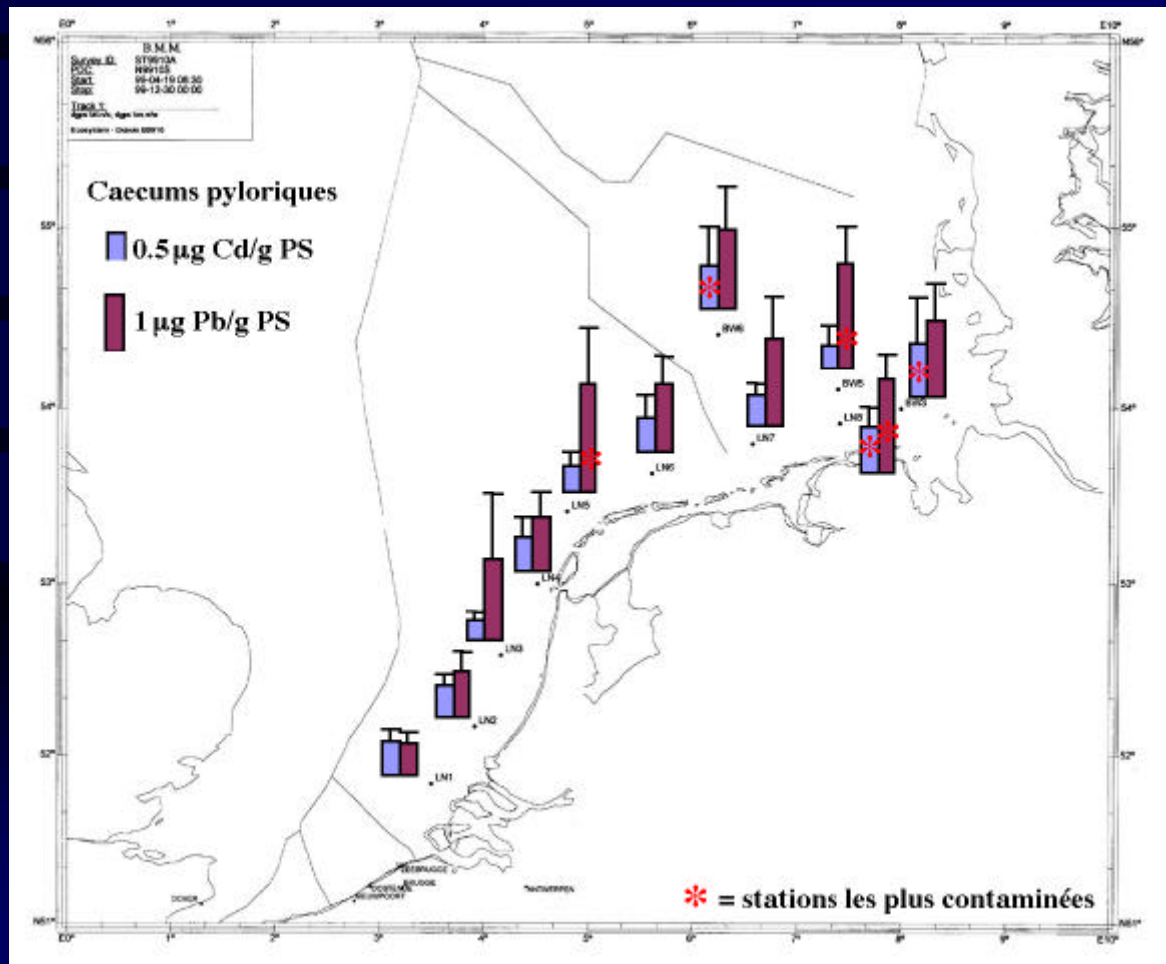


Critères Ospar: Cd 0.1-1 µg/g PS, Pb 5-50 µg/g PS

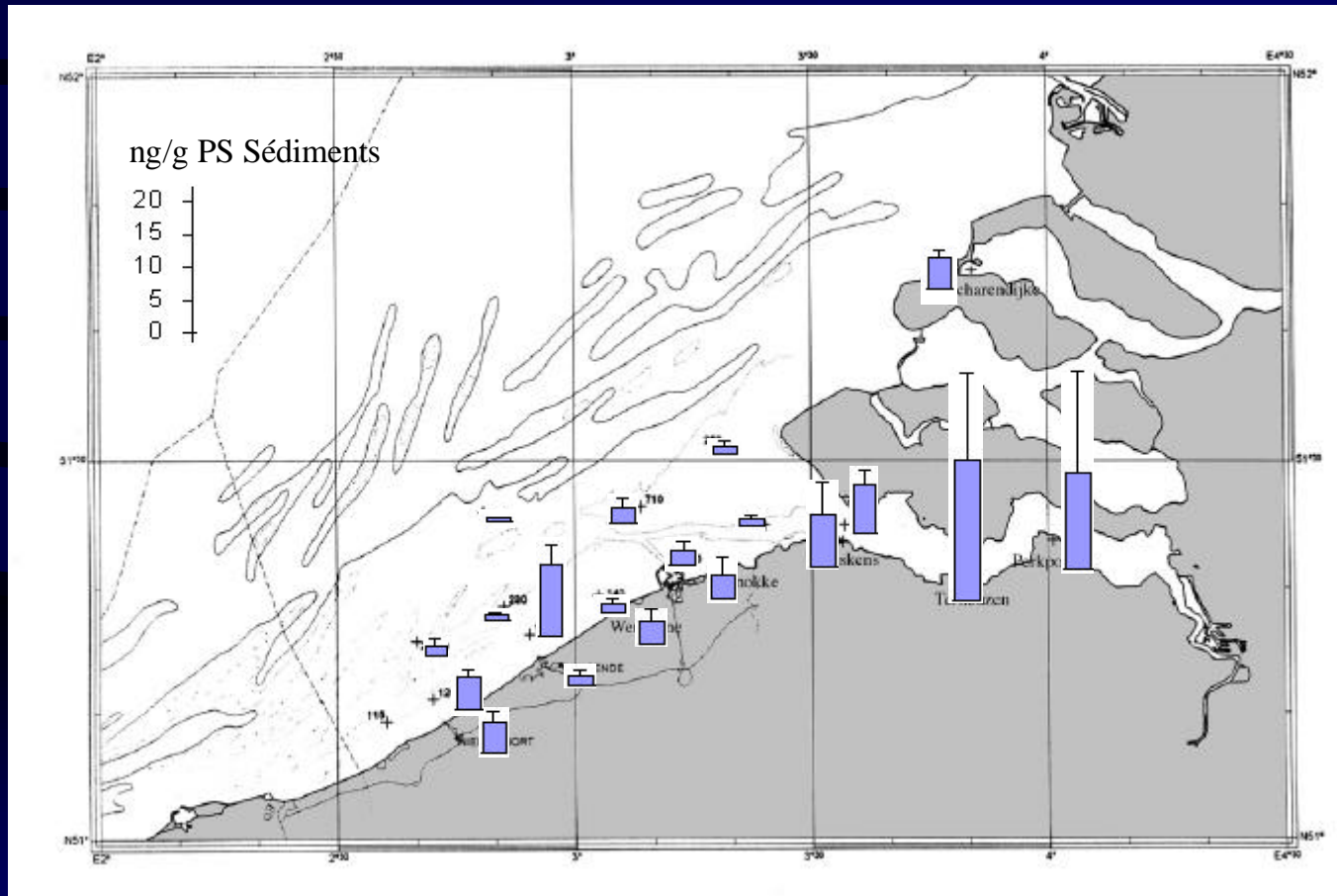
Concentrations métalliques dans les caecums pyloriques d'*Asterias rubens* du plateau continental belge



Concentrations métalliques dans les caecums pyloriques d'*Asterias rubens* des plateaux continentaux néerlandais et allemand

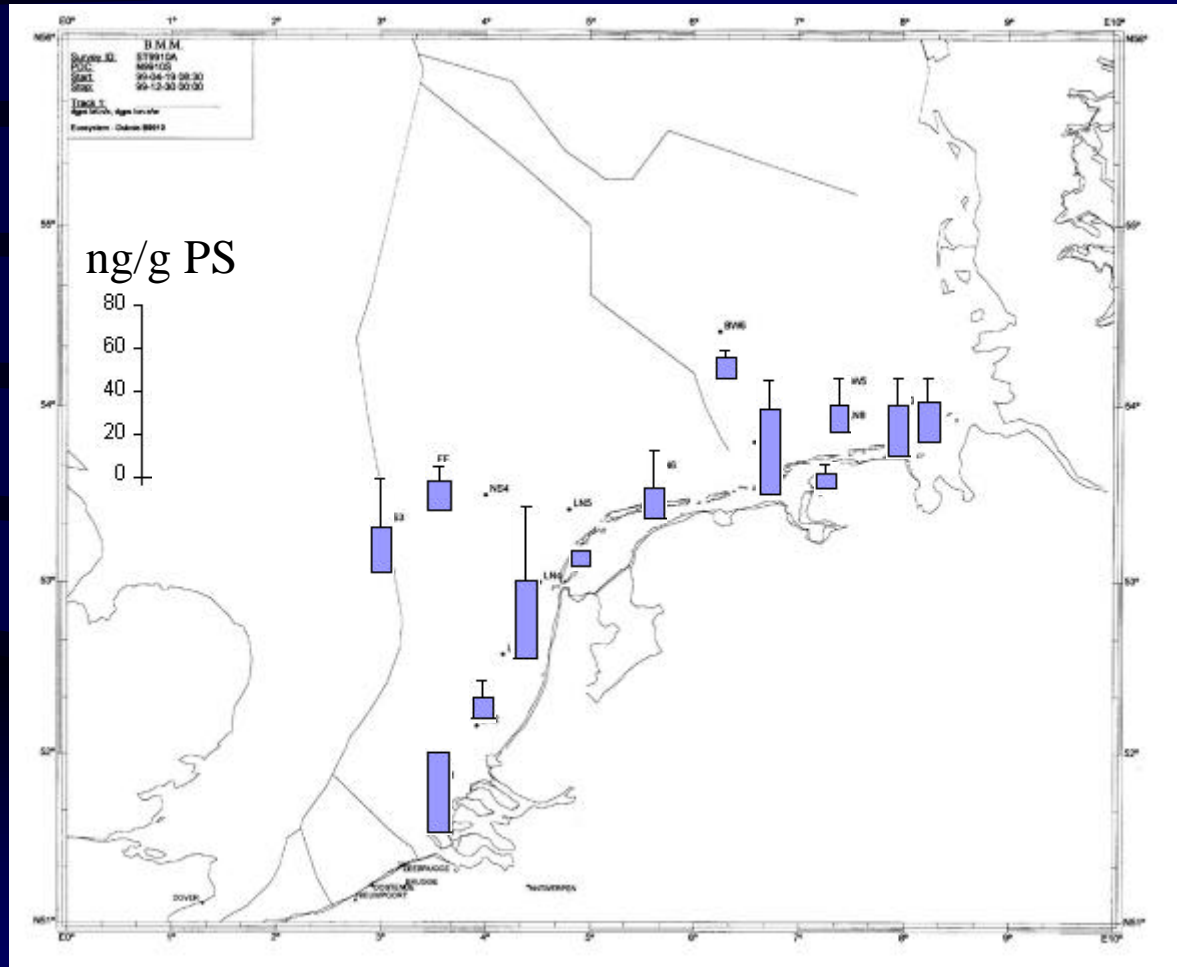


Somme des concentrations en PCBs dans les sédiments totaux du plateau continental belge



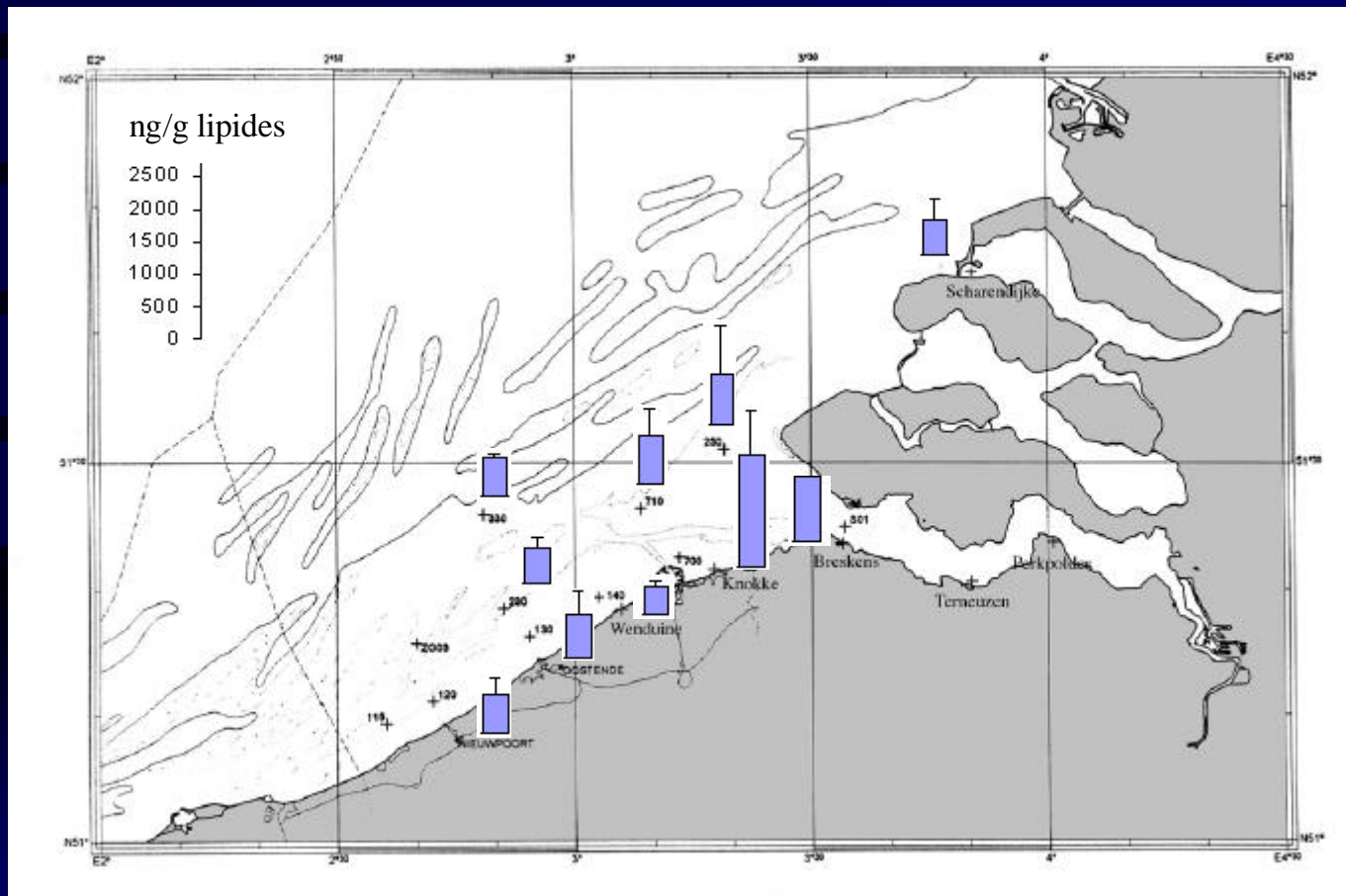
Critères Ospar: " PCB₇ 1-10ng/g PS

Somme des concentrations en PCBs dans les sédiments totaux des plateaux continentaux néerlandais et allemand

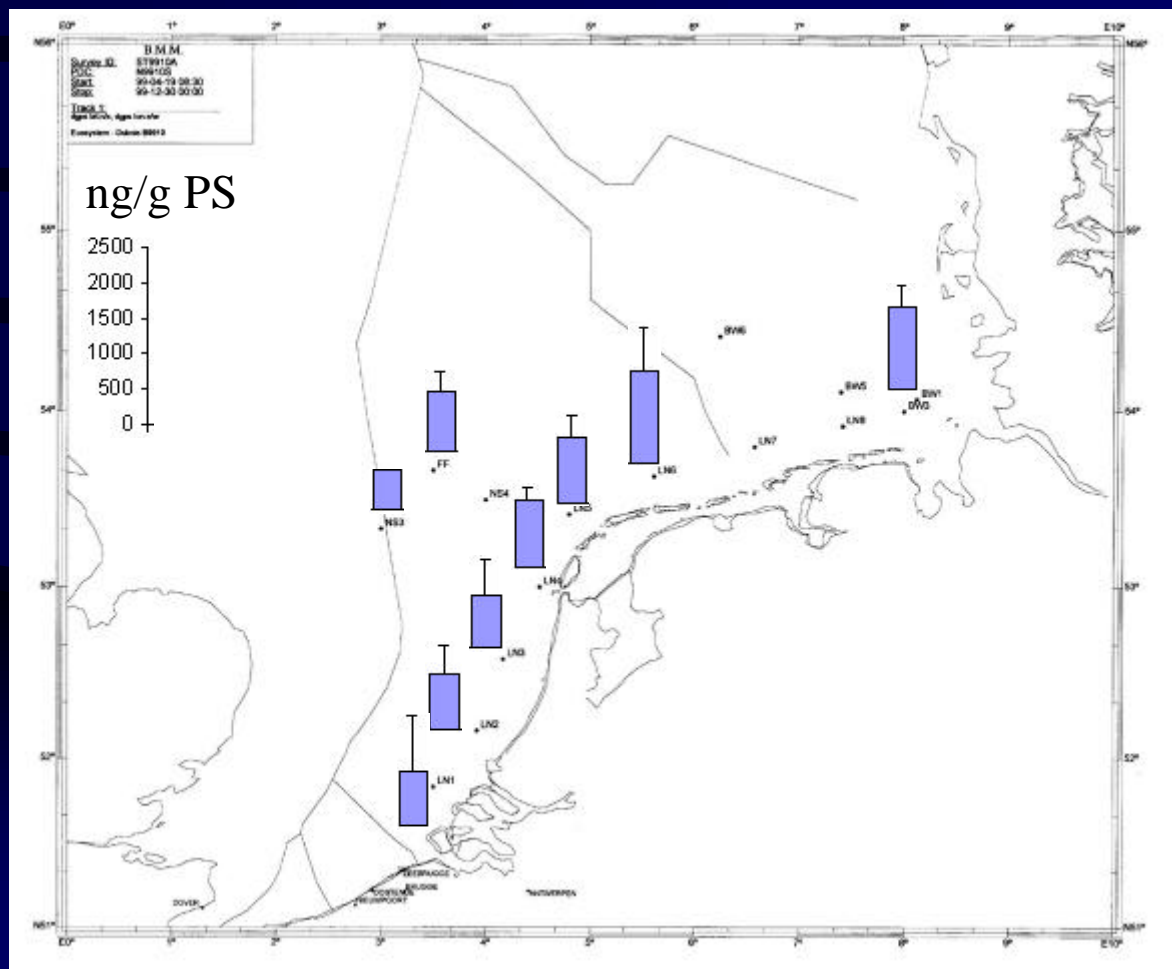


Critères Ospar: " PCB₇ 1-10ng/g PS

Somme des concentrations en PCBs dans les caecums pyloriques d'*Asterias rubens* du plateau continental belge

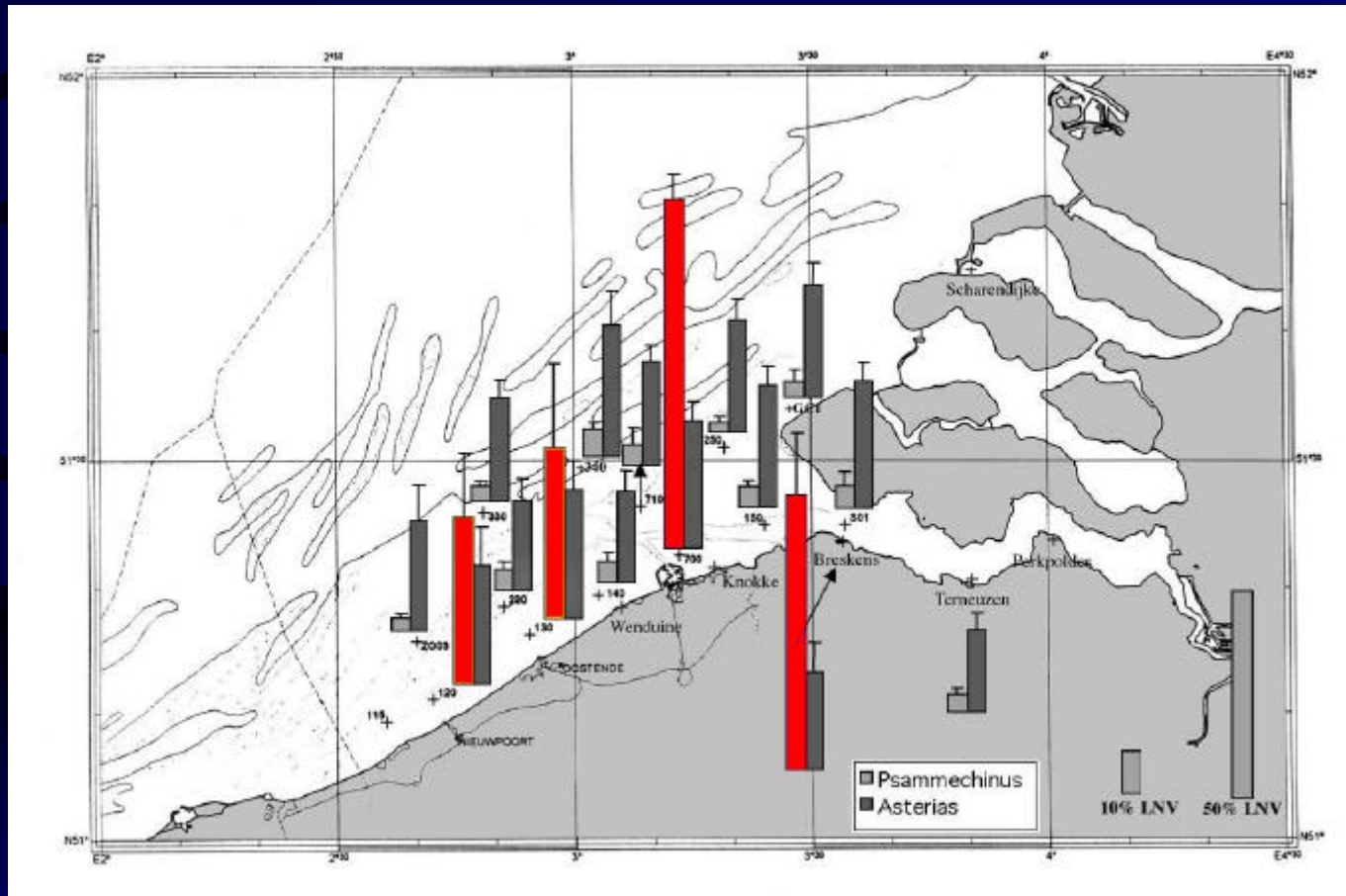


Somme des concentrations en PCBs dans les caecums pyloriques d'*Asterias rubens* des plateaux continentaux néerlandais et allemand

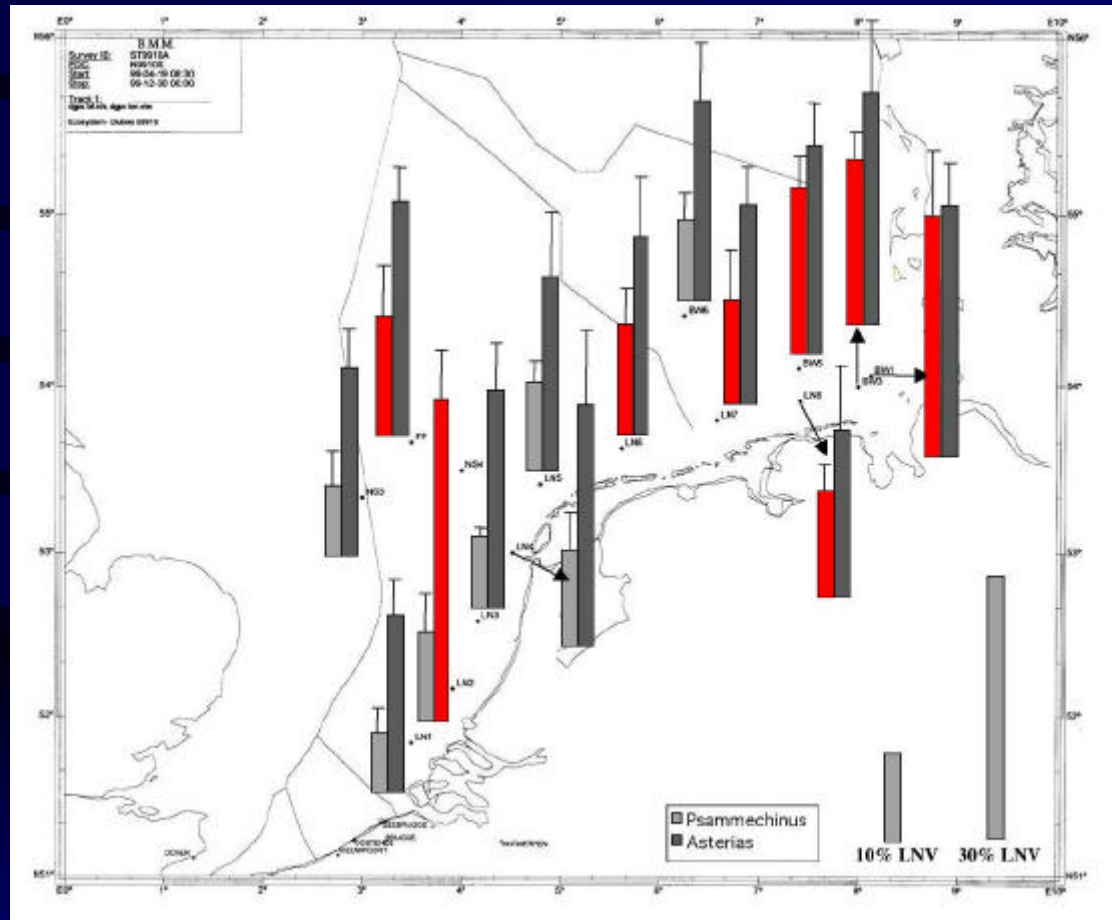


Toxicité des sédiments de Mer du Nord

Taux de Larves non viables de *Psammechinus miliaris* et d'*Asterias rubens* induits par les sédiments collectés sur le plateau continental belge.



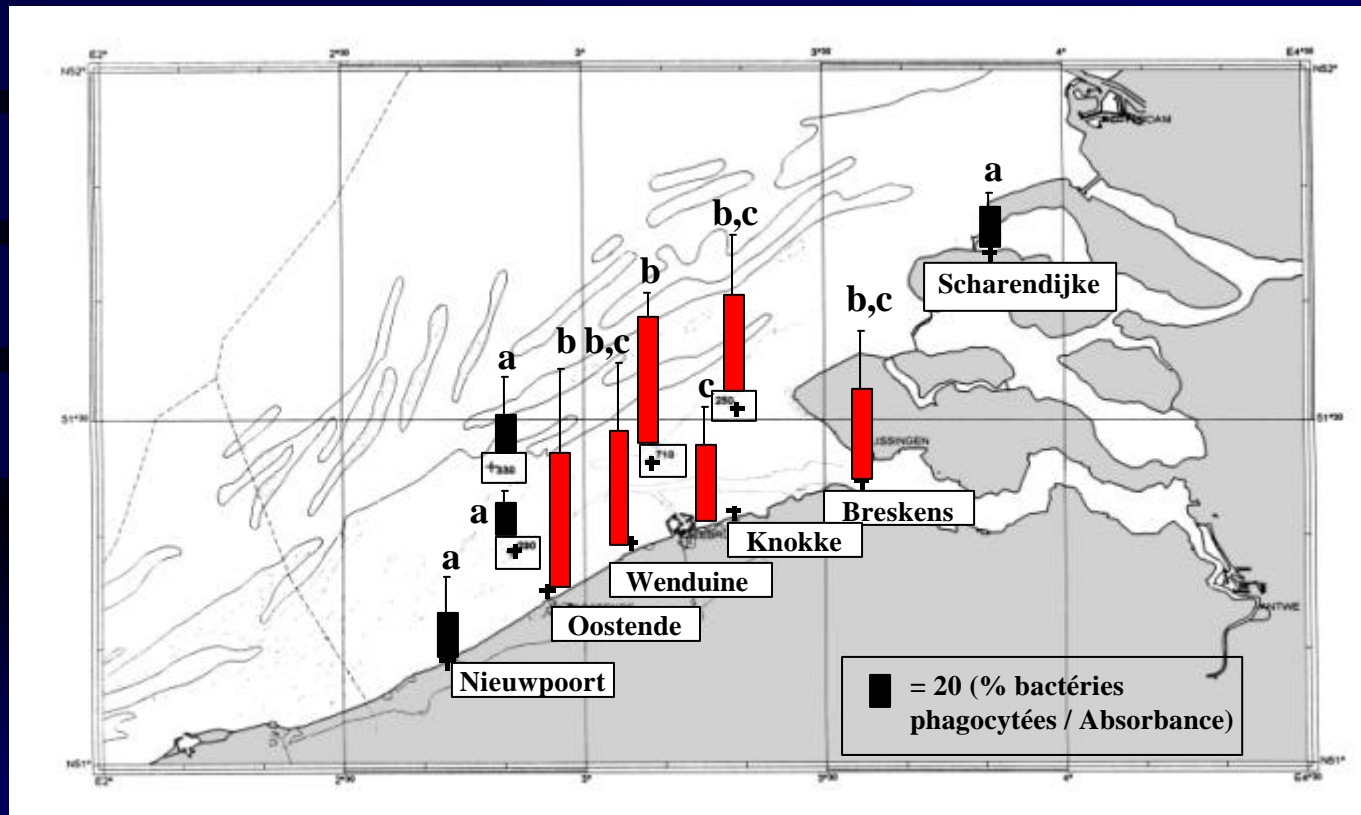
Taux de Larves non viables de *Psammechinus miliaris* et d'*Asterias rubens* induits par les sédiments collectés le long des côtes néerlandaises et allemandes



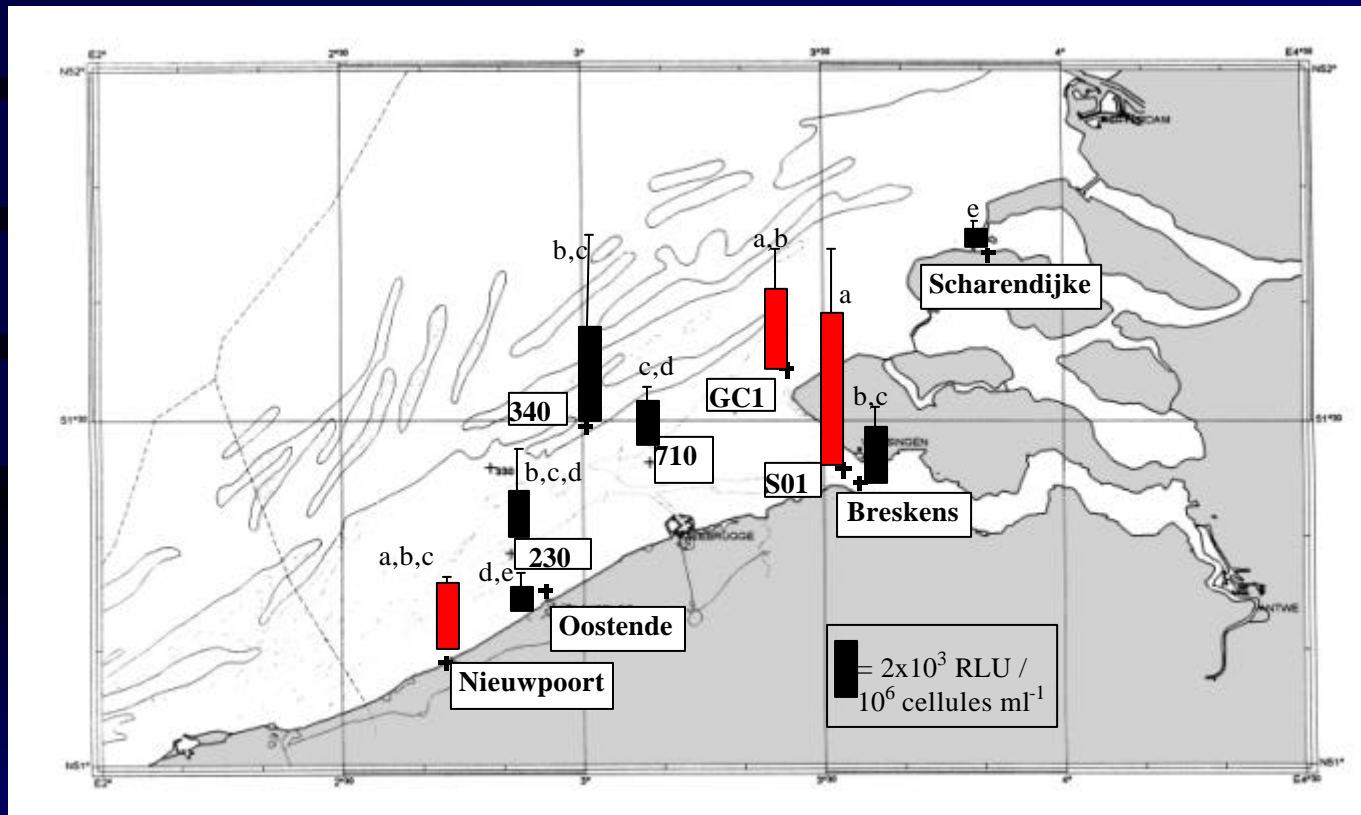
Effets des contaminants sur le système immunitaire des astéries

Astéries du plateau continental belge

Activité phagocytaire

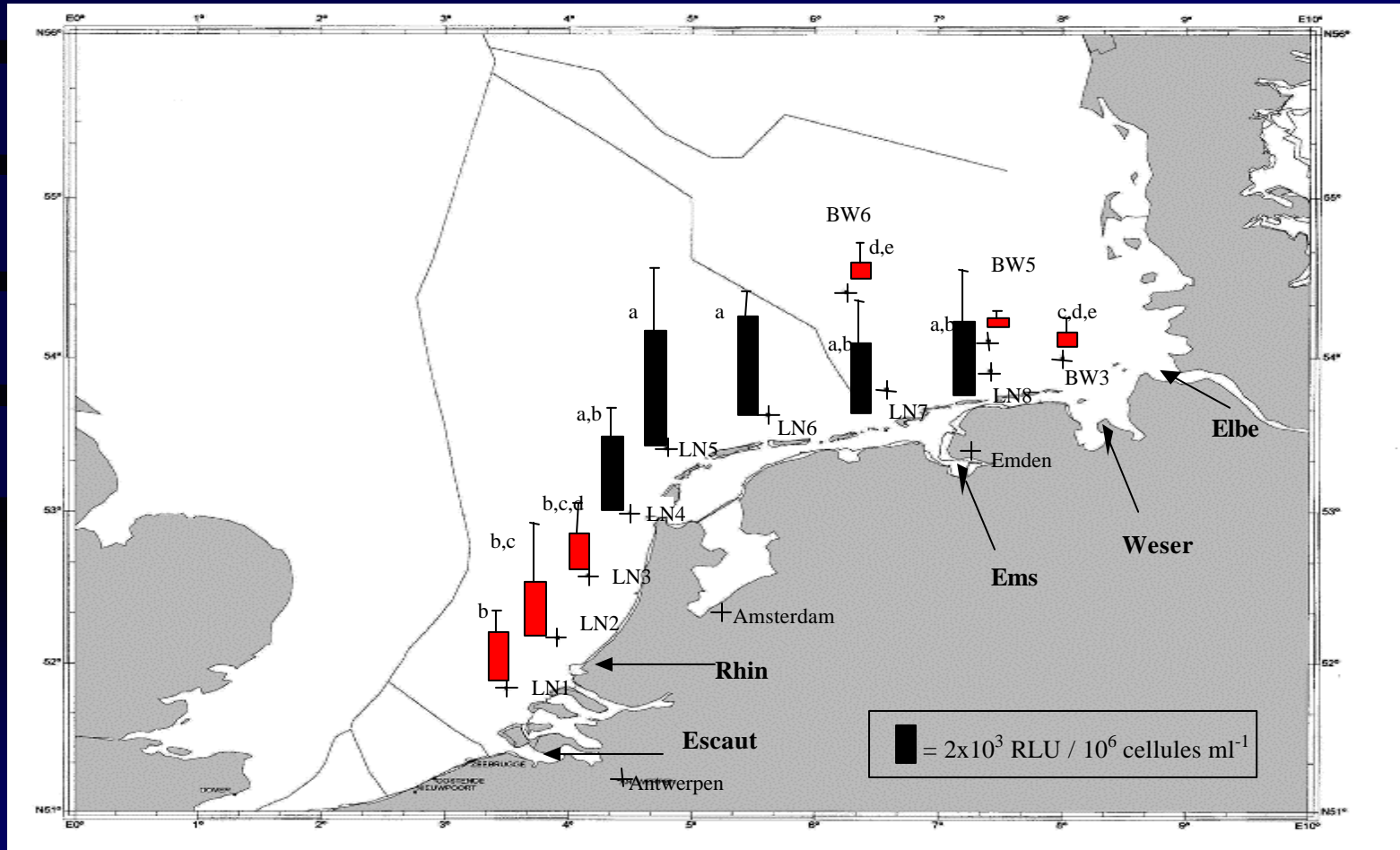


Astéries du plateau continental belge Production de radicaux oxydants



Astéries des plateaux continentaux néerlandais et allemand

Production de radicaux oxydants

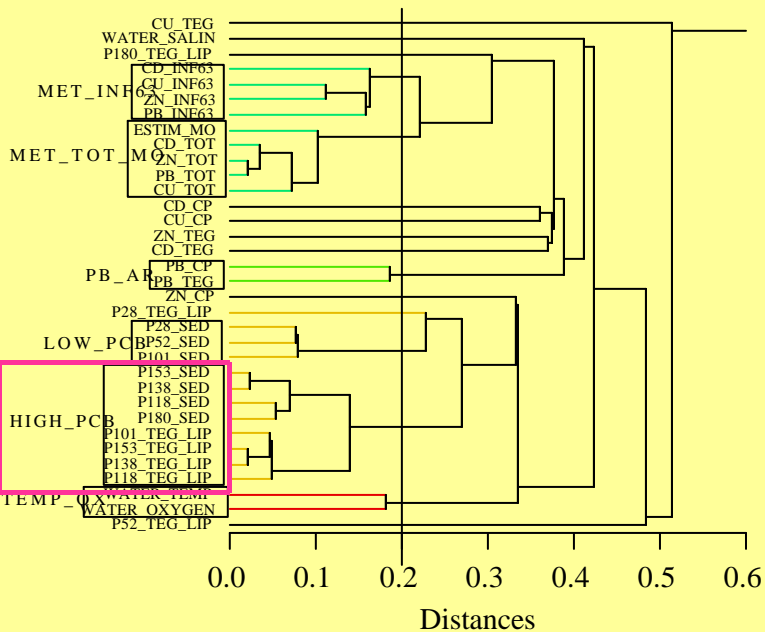


Analyse des résultats

Plateaux continentaux néerlandais et allemand

Hierarchical clustering

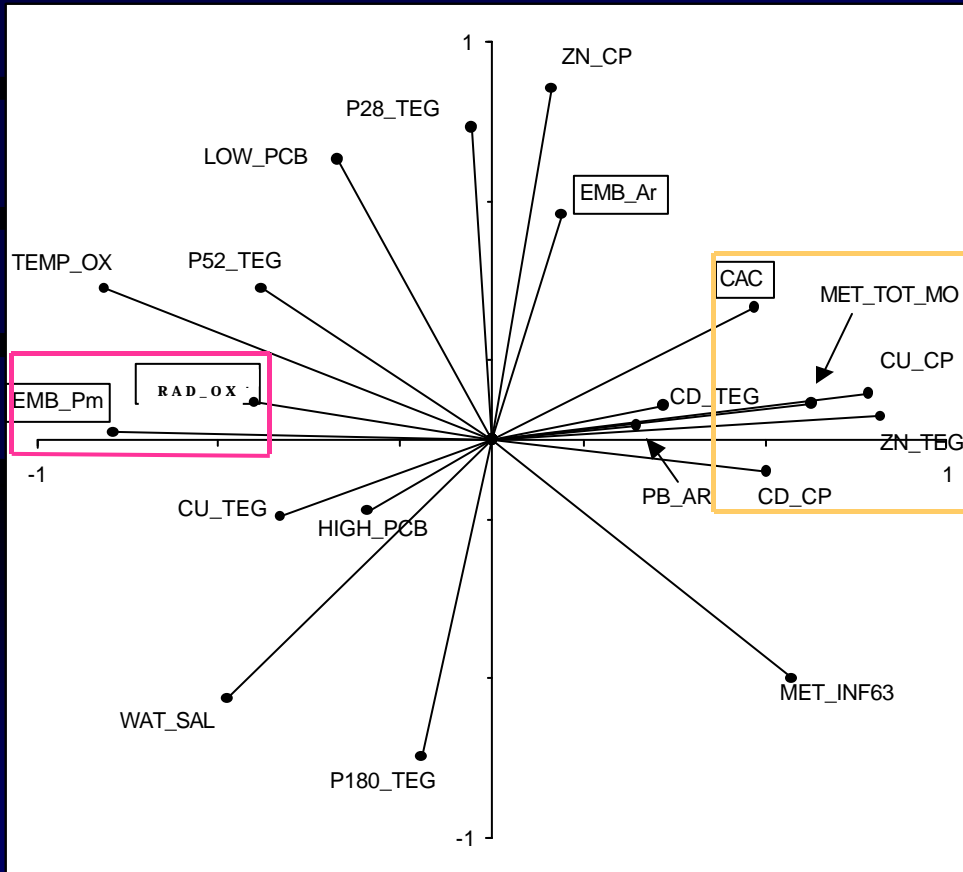
Cluster Tree



PCBs hautement chlorés:
Corrélation entre concentrations dans les sédiments et dans le tégument des astéries

Plateaux continentaux néerlandais et allemand

Analyse factorielle

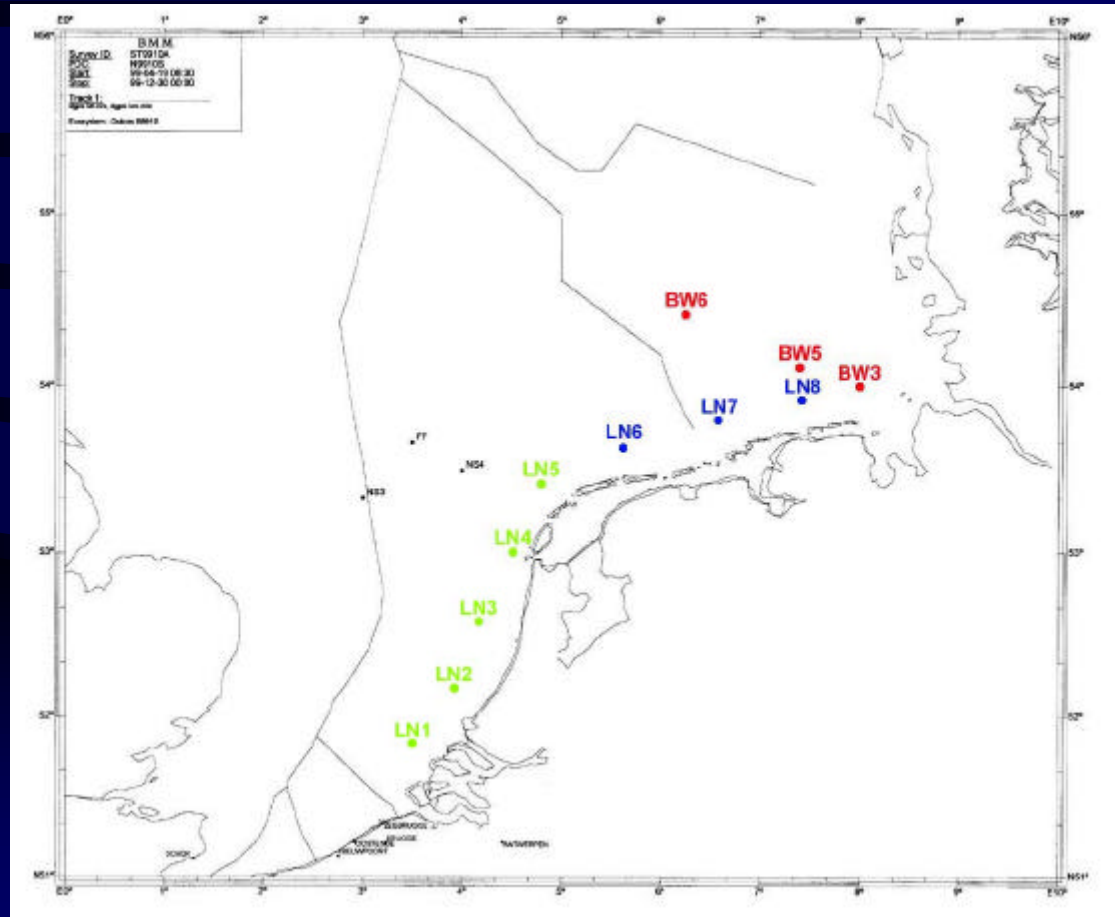


- Relation entre les métaux dans le sédiment et dans les tissus de l'astérie
- Opposition entre les concentrations en métaux et
 - la production de radicaux oxydants
 - le développement embryonnaire de l'oursin

Plateaux continentaux néerlandais et allemand

Groupement des stations (Multidimensional scaling)

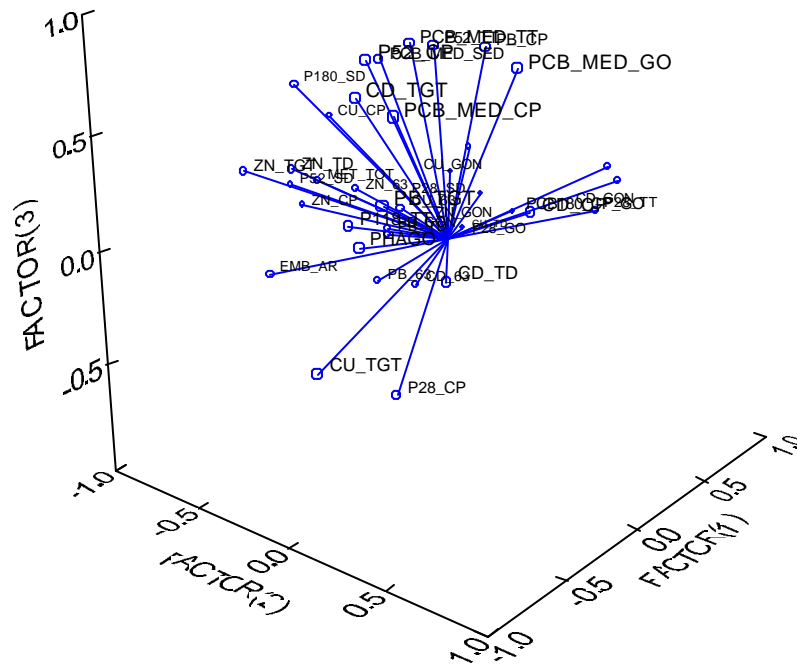
(Multidimensional scaling)



Plateau continental belge

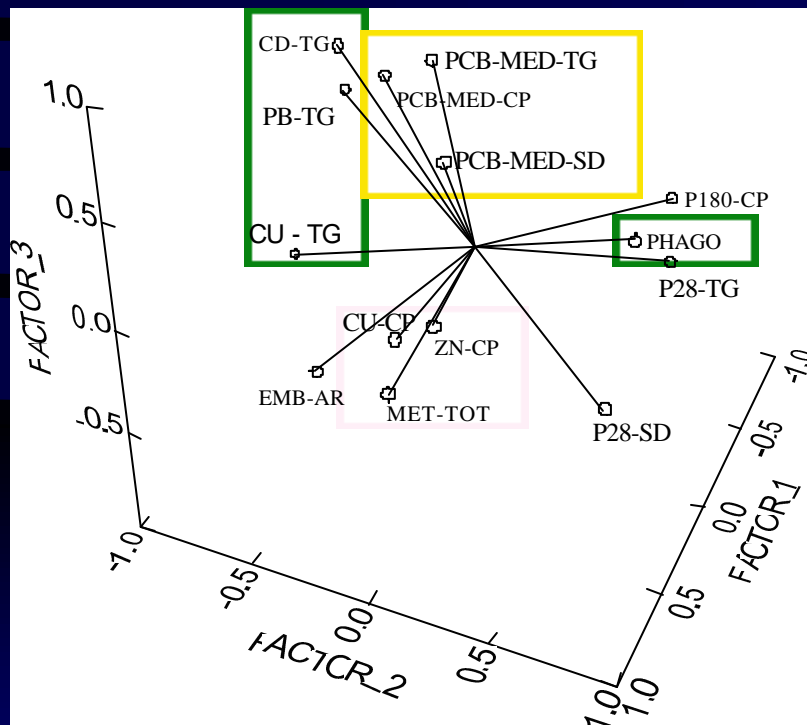
Analyse factorielle

Factor Loadings Plot



Plateau continental belge

Analyse factorielle

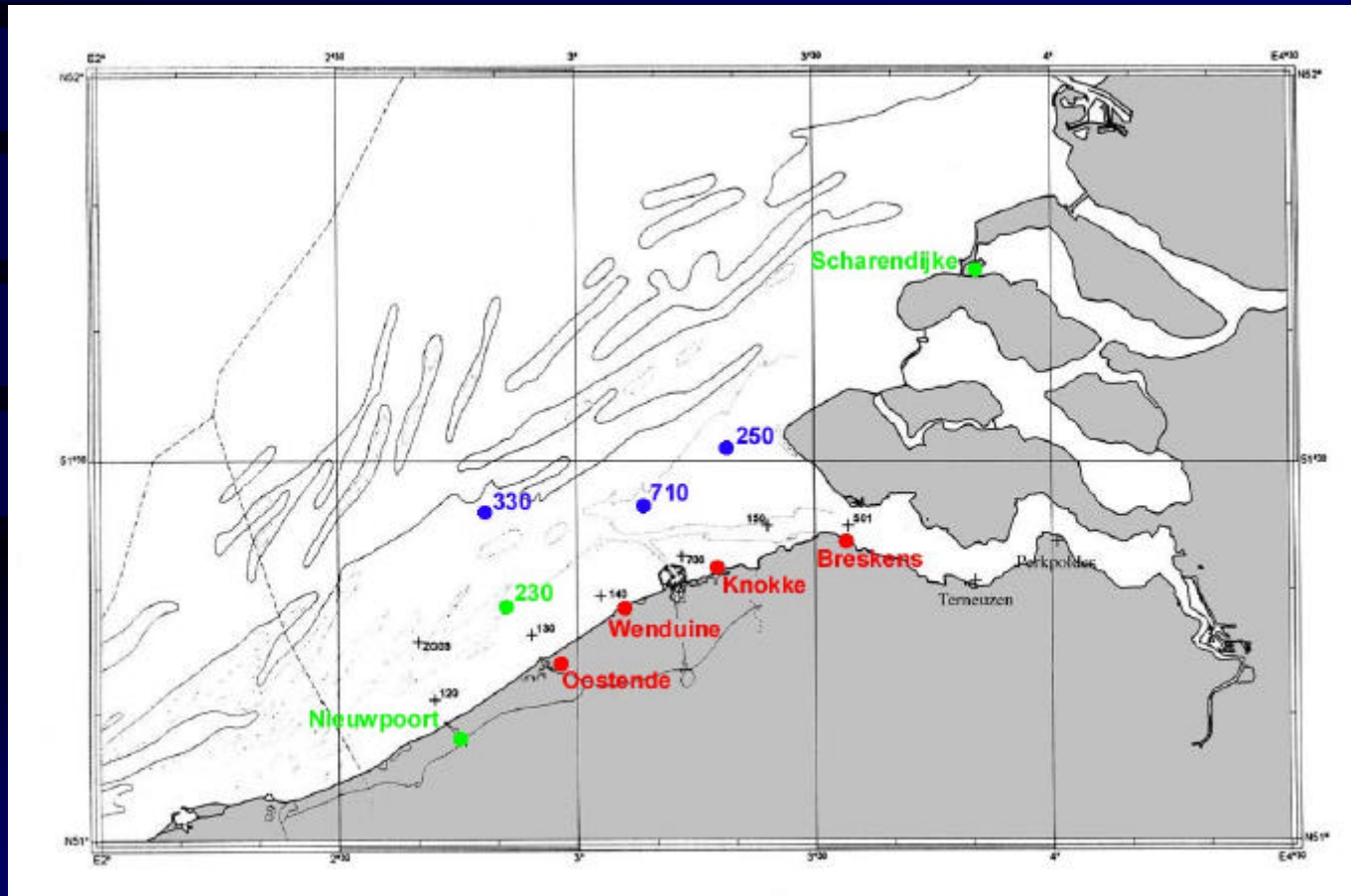


- Situation beaucoup plus complexe!
- Relation entre les métaux dans le sédiment et le Cu et le Zn dans les tissus de l'astérie
- Relation entre les PCBs moyennement chlorés dans le sédiment et dans les tissus de l'astérie
- Opposition entre les concentrations en Cd, Pb et Cu dans l'astérie et l'activité phagocytaire

Plateau continental belge

Groupement des stations

(Multidimensional scaling)



Conclusions (1)

- Les sédiments de Mer du Nord constituent une source biodisponible de métaux et PCBs
- Les sédiments de la Baie allemande et de la côte belge montrent une embryotoxicité significative
- Le système immunitaire des astéries prélevées dans la Baie allemande et le long de la côte belge est affecté

Conclusions (2)

- Dans la Baie allemande, l'embryotoxicité et les effets sur le système immunitaire sont corrélés aux concentrations métalliques dans le sédiment
- A la côte belge, les effets sur le système immunitaire semblent liés aux métaux biodisponibles; l'analyse est toutefois plus complexe et suggère l'effet d'autres contaminants

Recommandations

- Contrôle spécifique de la contamination des produits de la mer (poissons plats, crevettes, bivalves) récoltés dans les zones contaminées (en particulier dans le panache de l'Escaut)
- Détermination de l'impact des contaminations sur les populations d'organismes benthiques situées dans ces zones

Perspectives

- Evaluation de l'impact d'autres contaminants prioritaires sur les organismes de la côte belge
- Evaluation de l'impact des contaminants sur les populations d'organismes benthiques

Auteurs de la recherche

- Laboratoire de Biologie marine ULB
 - Y. Chambost, G. Coteur, B. Danis, S. Dutrieux, T. Feldstein, D. Gillan, G. Joly, Ph. Pernet, G. Radenac, M. Warnau, Ph. Dubois (coordinateur)
- Laboratoire de Biologie marine UMH
 - P. Gosselin, P. Postiaux, M. Jangoux (promoteur)
- Laboratoire de Chimie organique UMH
 - P. Wantier, R. Flammang (promoteur)
- Laboratoire de l'Environnement marin AIEA
 - O. Cotret, J.-L. Teyssié, S. Fowler (directeur)

Remerciements

- Service fédéraux des affaires scientifiques, techniques et culturelles
- Commandants et équipage du R.V. Belgica
- Unité de Gestion du Modèle Mathématique de la Mer du Nord
- Agence Internationale pour l 'Energie Atomique (Monaco)
- FNRS et FRIA

