

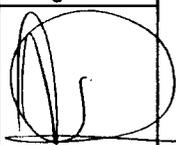
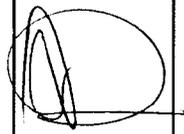
AGENCE DE L'EAU ARTOIS PICARDIE

**UTILISATION DES OLIGOCHETES ET INDICES OLIGOCHETES POUR
L'EVALUATION DU RISQUE ECOLOGIQUE LIE A LA PRESENCE DE
MICROPOLLUANTS MINERAUX ET ORGANIQUES DANS LES SEDIMENTS
DU BASSIN ARTOIS-PICARDIE**

Rapport de Synthèse

Agence de l'Eau Artois-Picardie

Utilisation des oligochètes et indices oligochètes pour
l'évaluation du risque écologique lié à la présence de
micropolluants minéraux et organiques dans les sédiments du
bassin Artois-Picardie

Objet de l'indice	Date	Indice	Rédaction		Validation	
			Nom	Signature	Nom	Signature
Edition initiale	30/01/1998		A. Rosso-Darmet et M. Lafont (Cemagref)		A. Durbec	
Edition corrigée	25/06/1998	a	A. Rosso-Darmet et M. Lafont (Cemagref)		A. Durbec	
		b				
		c				
		d				

Numéro de rapport :	381a
Numéro d'affaire :	5484
N° de contrat :	097149
Domaine technique :	T92

B 9789AP

BURGÉAP
REGION CENTRE-EST
19, rue de la Villette
F-69425 LYON CEDEX 03

Téléphone : 04.37.91.20.50

Télécopie : 04.37.91.20.69

e-mail : burgeap.lyon@asi.fr

1. INTRODUCTION

Les problèmes liés à la toxicité des sédiments dans les eaux douces font l'objet d'une attention croissante de la part des gestionnaires. Pour un bassin comme le bassin Artois-Picardie, dont le relief est faible et où les milieux canalisés constituent une part très importante du réseau hydrographique, la gestion des sédiments contaminés devient un problème crucial en raison de l'activité industrielle passée et présente.

Pour différentes raisons (navigation, risques liés à la contamination des sédiments, inondations, eutrophisation, aménagements), de nombreux curages de cours d'eau sont envisagés dans ce bassin. Il devient alors nécessaire d'effectuer un bilan de la qualité des sédiments en place, tant sur le plan de la chimie que sur celui de la biologie. Ce bilan entre dans un enjeu majeur de protection et de réhabilitation de l'environnement dont le projet de directive CE sur la qualité écologique se fait l'écho : on doit arriver à préserver ou restaurer une « bonne qualité écologique » dans les écosystèmes aquatiques (JO CEE, 1994 ; Lafont & Rosso, 1995 ; CE, 1997 ; Lafont *et al.*, 1997).

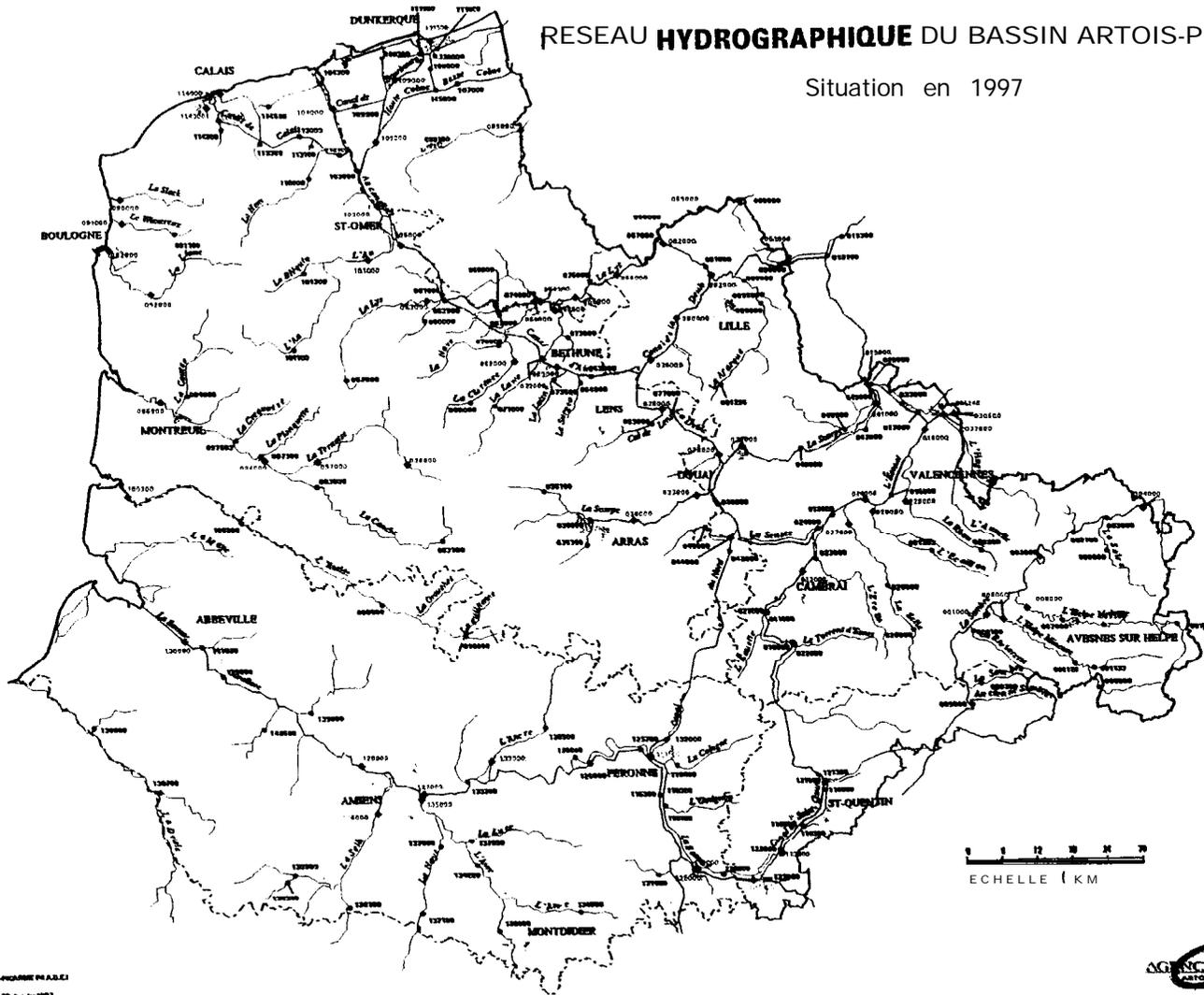
Dans ce contexte, nous proposons d'étudier ici la qualité biologique des sédiments et l'incidence des micropolluants par des méthodes biologiques basées sur la composition qualitative et quantitative des peuplements d'oligochètes. Ces organismes se sont en effet révélés de bons indicateurs de la qualité biologique des sédiments et de l'effet toxique des micropolluants métalliques et organiques (Lafont, 1989 ; Honoré, 1994 ; Rosso *et al.*, 1993, 1994 ; Rosso, 1995 ; Rosso-Darmet *et al.*, 1997a). L'enjeu sera de tester la pertinence de divers outils de bioindication (indice IOBS, pourcentage de Tubificidae sans soies capillaires, abaque de qualité) pour le bassin Artois-Picardie.

Cette étude des sédiments complète, dans le bassin Artois-Picardie, les travaux poursuivis sur la bioindication de la qualité des eaux par les diatomées benthiques (Prygiel, 1996 ; Prygiel & Coste, 1993, 1996).

2. SITES ETUDIÉS

Trente-six sites appartenant à divers cours d'eau et canaux ont été prospectés dans le bassin Artois-Picardie (fig. 1 et 2). Ces sites appartiennent, soit au Réseau National de Bassin, soit au Réseau Complémentaire et font l'objet d'un suivi biologique et physico-chimique régulier.

Une campagne d'échantillonnage de la faune des sédiments fins a été réalisée sur 32 stations en juin 1997 et sur 4 stations en août 1997. Des prélèvements de sédiments ont été effectués simultanément pour l'analyse chimique des micropolluants (métaux, PCB, HPA).



RESEAU HYDROGRAPHIQUE DU BASSIN ARTOIS-PICARDIE

Situation en 1997

- 109000 Canal de Bourbourg à Grande-Synthe
- .14000 Canal de Calais à Coulogne
- 114500 Canal de Marck à Calais
- 069000 Clarence à Chocques
- 071000 Lawe à Bruay-la-Buissière
- 072000 Lawe à Essars
- 064000 Surgeon à Cuincy
- 094006 Canche à Aubin-Saint-Vaast
- 097300 Planquette à contes
- 097500 Crequoise à Beaurainville
- 116500 Somme à Gauchy
- 117000 Somme rivière à Séraucourt
- 119000 Somme rivière à Ofloy
- 119500 Somme rivière à Blaches
- 130000 Somme à Cambron
- 135000 Avre a Cagny
- 131000 Canal du Nord à Rouy-le-Petit
- 076000 Canal de la Deule à Fiers-en-Escrebeux
- * * * Canal de la Deule à Quesnoy sur Deule
- 081000 Canal de la Deule à Wambrechies
- 055000 Lys canalisée à Estaires
- 058000 Lys canalisée à Warneton
- 060000 Laquette à Witternesse
- 036000 Scarpe canalisée à Fampoux
- 038000 Scarpe rivière canalisée à Courchelettes
- 039000 Scarpe canalisée à Râches
- 010000 Escaut rivière à Crèvecoeur
- 022000 Torrent d'Esnes à Crèvecoeur
- 017100 Jard à Condé-sur-l'Escaut
- 033000 Jard canalisé à Hergnies
- 001146 Courant de Bernissart à Condé-sur-l'Escaut
- 030500 Canal de Mons à Saint Aybert
- 002000 Sambre canalisée à Pont-sur-Sambre
- 009100 Rivierette à Landrecies
- 005000 Helpe Mineure à Rocquigny
- 006000 Helpe Mineure à Maroilles

AGENCE DE L'EAU ARTOIS-PICARDIE EN ABLEA
BESSEY, art - CDRP le 29 Janvier 1997



Figure 1 : Localisation des sites d'étude dans le bassin Artois-Picardie.



Figure 2 : Etude des sédiments du bassin Artois-Picardie. Prélèvement des peuplements d'invertébrés.

Les sédiments destinés à l'étude des oligochètes ont été échantillonnés soit à l'aide d'un filet de type Surber, soit à l'aide de carottiers (fig. 2), soit à l'aide d'une benne Friedinger pour les canaux profonds. Le protocole d'échantillonnage retenu ici visait à s'adapter au plus grand nombre possible de situations rencontrées **sur le** terrain. Au laboratoire, le tamisage des sédiments est effectué sur un tamis de 0,500 mm de vide **de** maille et 130 spécimens d'oligochètes sont extraits sous une loupe binoculaire. Ce nombre d'exemplaires examinés permet de recenser les espèces représentant 1 % des peuplements avec une probabilité > 0,70 (Lafont, 1989). Après montage des spécimens entre lame et lamelle et identification des espèces au microscope et numération de la faune (fig. 3), les effectifs de vers sont rapportés à une **surface** unitaire (0,1 m²).

3. RESULTATS

3.1. DONNEES FAUNISTIQUES

Quarante-huit espèces ou taxons d'oligochètes ont été récoltés sur le secteur étudié du bassin, soit 27 taxons de Tubificidae, 14 espèces de Naididae, 3 taxons d'Enchytraeidae, 3 de Lumbriculidae et 1 de Lumbricidae. Cependant 4 taxons seulement s'avèrent fréquents et 31 sont présents dans moins de 10 % des relevés (soit plus de 60 % des taxons identifiés).

Par référence au stock d'espèces susceptibles d'être récoltées en France, on ne note pas de particularité propre au bassin étudié. A titre d'exemple, les trente-cinq espèces récoltées dans le Nord sont référencées dans les sédiments **fin**s d'autres bassins (Giani, 1984, Lafont, 1989). Ce résultat apporte des arguments supplémentaires en faveur de la large distribution des espèces d'oligochètes en France.

3.2. QUALITE BIOLOGIQUE DES SEDIMENTS

La qualité biologique des sédiments a été appréciée par l'examen des valeurs de l'indice IOBS (« indice oligochètes de bioindication des sédiments », Rosso, 1995 ; Rosso *et al.*, 1994).

Cet indice est **de la** forme $IOBS = 10 S T^{-1}$
où S = nombre total d'espèces par échantillon,
T = pourcentage du groupe dominant de Tubificidae, avec ou sans soies capillaires.

L'indice varie de 0 (toxicité maximale) à 3 ou plus (qualité du milieu moyenne à bonne). Cette analyse est complétée par l'examen des pourcentages de Tubificidae sans soies capillaires, considérés comme décrivant un effet des micropolluants pour des **valeurs** > 60 % (Rosso *et al.*, 1993, 1994). Ces informations sont illustrées par un abaque (fig. 4).

Sur les 36 stations étudiées, 1 présente une qualité biologique moyenne à bonne (canal de Bourbourg à Grande-Synthe) et 2 une qualité moyenne (le Torrent d'Esnes à Crèvecoeur et la Scarpe à Courchelettes). La qualité des sédiments reste médiocre sur seize stations et se révèle mauvaise à très mauvaise sur 16 autres stations. L'effet toxique le plus accusé est observé sur le Surgeon à Cuinchy où le sédiment se révèle pratiquement dépourvu d'oligochètes (indice IOBS non calculable en raison du faible nombre d'oligochètes récoltés).



Partie antérieure de Tubificidae avec soies capillaires (x 25)



Naididae (x 20)

Figure 3 : Photographies d'oligochètes.

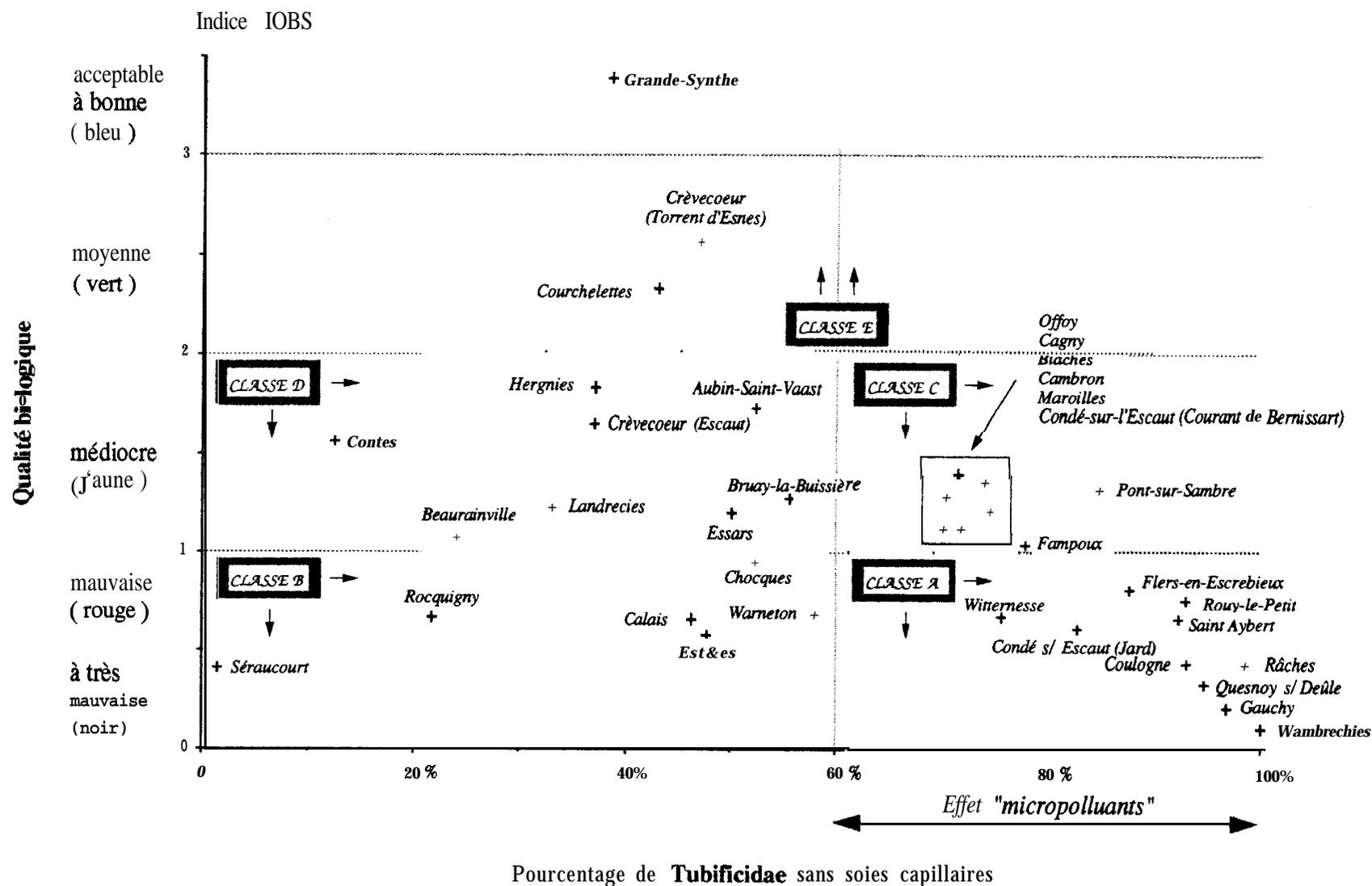


Figure 4 : Qualité biologique des sédiments du bassin Artois-Picardie.

Cinq classes de qualité ont été définies sur l'abaque ; elles représentent un gradient décroissant de toxicité (classe A : la + toxique).

3.3. RELATIONS ENTRE LES MICROPOLLUANTS ET LES PEUPELEMENTS D'OLIGOCHETES

Divers traitements statistiques (ACPN et analyse de **co-inertie**) ont été utilisés pour traiter simultanément les tableaux de données chimiques (concentrations de 7 métaux, Cd, Cr, Cu, Zn, Pb, Ni et Hg, espèces de six métaux Cd, Cr, Cu, Zn, Pb et Ni, concentrations en PCB et en HPA) et les tableaux de données biologiques (indice IOBS, pourcentages de Tubificidae avec et sans soies capillaires, nombre d'espèces et effectifs d'**oligochètes**/0,1 m²). Ces traitements statistiques ont permis de mettre en évidence les tendances suivantes :

- opposition entre l'indice IOBS et la contamination par les métaux lourds et les PCB ;
- corrélation entre les métaux lourds et les pourcentages de **Tubificidae** sans soies capillaires ;
- association entre les HPA, les faibles valeurs d'indice IOBS, les densités de vers élevées et les peuplements dominés par des Tubificidae avec soies capillaires.

L'indice IOBS est confirmé en tant qu'indice d'appréciation de l'incidence de la contamination des sédiments par les micropolluants. Dans la classe A de l'abaque (fig. 4), les pourcentages de Tubificidae sans soies capillaires > 80 %, associés à des densités < 1 000 individus / 0,1 m², décrivent les contaminations les plus élevées en métaux et en PCB. Dans la classe B, on rencontre plutôt des sédiments contaminés par les **HPA**, notamment lorsque les effectifs d'oligochètes sont considérables (parfois > à 20 000 exemplaires / 0,1 m²).

4. CONCLUSION

Des tendances intéressantes ont été **Jégagées** mais une seule campagne de relevés par site a été effectuée, ce qui nous incite en conséquence à une certaine prudence. De plus, les relations positives ou négatives observées entre les micropolluants et les invertébrés ne constituent que des présomptions probables de causes d'impact, et non des preuves.

Le canal de Bourbourg à Grande-Synthe constitue la meilleure situation rencontrée et pourrait servir de modèle de qualité écologique à préserver ou à restaurer. Lorsque la valeur de l'indice IOBS est voisine de 3, le milieu peut être encore altéré (qualité des eaux passable **et/ou** perturbations physiques..), mais les micropolluants organiques ou métalliques sont inexistantes ou très peu abondants.

Pour des valeurs de IOBS comprises entre 2 et 3, le milieu ne doit pas être considéré *a priori* comme exempt de pollution, les micropolluants pouvant se trouver de façon transitoire sous une forme non biodisponible (ex. : la **Scarpe** à Courchelettes). On discerne tout de suite le danger que constitue une telle situation, avec une évolution toujours possible vers un état toxique.

Les valeurs d'indice IOBS < 1 décrivent un état de mauvaise à très mauvaise qualité biologique et une situation toxique à très toxique, quels que soient les polluants incriminés. La valeur IOBS = 1 est confirmée ici comme un seuil de l'incidence de rejets industriels **et/ou** toxiques (**Lafont, 1989**), et peut être généralisée à d'autres bassins (**Rosso, 1995, Rosso et al., 1993, 1994, Rosso-Darmet et al., 1997b, Lafont et al., 1996**).

La matière organique peut elle aussi présenter un effet toxique (déficits en O₂, substances toxiques provenant de sa dégradation..) et certaines perturbations (instabilité des sédiments, remontées salines...) s'avèrent très défavorables aux biocénoses d'eau douce. On ajoutera que ces diverses causes d'altération peuvent entrer en synergie.

En terme de gestion des milieux, ces dernières remarques sont fondamentales : un sédiment peu contaminé et de bonne qualité biologique n'est pas à l'abri d'une évolution vers un état toxique accusé.

En conclusion, nous proposons de retenir, dans le bassin Artois-Picardie, les critères biologiques illustrés par la figure 5. De plus, chaque site fait l'objet d'une fiche reprenant l'ensemble des tendances les plus significatives relevées dans cette étude, avec la proposition de mesures simples de gestion, notamment en matière d'épandage des sédiments (tab. 1).

Tableau 1 : Fiches de diagnostic par station ; 2 exemples (canal de Bourbourg à Grande-Synthe et canal de Mons à Saint Aybert).

Cours d'eau	Canal de Bourbourg
Station	Grande-Synthe (109000)
Date des prélèvements	26/06/97
Diagnostic de qualité du milieu	
Indice IOBS	3,4
Nombre d'espèces	13
Effectifs / 0,1 m ²	2 781
% de Tubificidae avec soies capillaires	2,3
% de Tubificidae sans soies capillaires	38,5
% de Naididae	58,5
Diagnostic	qualité biologique acceptable
Taxons ou espèces caractéristiques	NS
Examen de la faune associée	2 taxons abondants (Chironomidae et Sphaeriidae) ; plus pessimiste que les oligochètes
Explications possibles	
Habitat physique	Vase gris-clair et sables en bancs importants
Physico-chimie des eaux	NH ₄ (0,3 mg l ⁻¹) ; NO ₂ (0,4 mg l ⁻¹) ; PO ₄ (0,8 mg l ⁻¹) ; conductivité (1014 µS cm ⁻¹)
Micropolluants des sédiments	Pas de contamination
Spéciation des métaux	NS
Conclusion, proposition de mesures de gestion	Sédiments de qualité acceptable ; support aqueux relativement chargé en azote et phosphore ; remontées salines et instabilité physique des sédiments (sables ; canal navigué) préjudiciables à la faune associée ? améliorer la qualité des eaux ; station qui représente la meilleure qualité biologique rencontrée dans les sites étudiés ; peut servir à court terme d'objectif de qualité biologique à conserver ou restaurer ; station cependant à surveiller (chimie et biologie) ; vérifier notamment si les sédiments sont instables , et dans ce cas, prévoir des aménagements permettant de limiter l'instabilité

Tableau 1 : suite

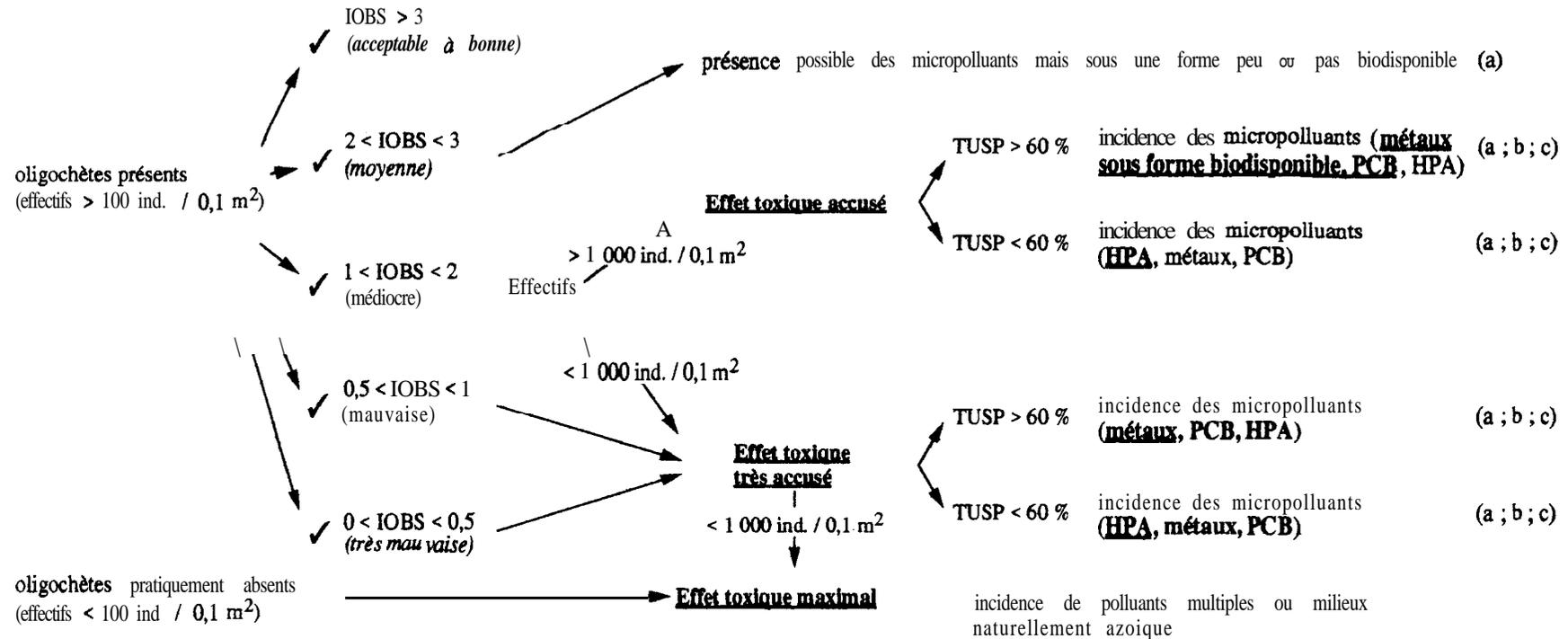
Cours d'eau	Canal de Mons
Station	Saint Aybert (030500)
Date des prélèvements	18/06/97
<i>Diagnostic de qualité du milieu</i>	
Indice IOBS	0,7
Nombre d'espèces	6
Effectifs / 0,1 m ²	279
% de Tubificidae avec soies capillaires	1,5
% de Tubificidae sans soies capillaires	92,3
% de Naididae	0
Diagnostic	très mauvaise qualité biologique des sédiments, effet micropolluants très accusé
Taxons ou espèces caractéristiques	<i>Limnodrilus profundicola</i> : 20,8 %
Examen de la faune associée	1 taxon recensé (Chironomidae ; très forts effectifs) ; concordance avec les oligochètes
<i>Explications possibles</i>	
Habitat physique	Vase noire, nauséabonde
Physico-chimie des eaux	NH ₄ (15,4 mg l ⁻¹) ; NO ₂ (1,7 mg l ⁻¹) ; PO ₄ (1,8 mg l ⁻¹) ; conductivité (1071 µS cm ⁻¹) ; déficits périodiques en O ₂ dissous (2,9 mg l ⁻¹)
Micropolluants des sédiments	Station très contaminée par les métaux (Cd, Pb, Cu, Zn, Hg, Cr), les PCB et les HPA
Spéciation des métaux	Les espèces carbonates/oxydes des métaux précédents sont très abondantes
<i>Conclusion, proposition de mesures de gestion</i>	Sédiments proches de l'état ultime de toxicité ; les eaux sont dramatiquement polluées ; première mention de l'extrême résistance de <i>Limnodrilus profundicola</i> aux micropolluants ; améliorer si possible la qualité des eaux ; décontamination des sédiments nécessaire et épandage exclu

A la suite de cette étude, on pourrait proposer les travaux suivants :

- dans la perspective du développement du SEQ biologique, intégrer les oligochètes dans des travaux de diagnostics biologiques globales, comprenant les peuplements de diatomées, de macrophytes et les IBGN (valorisation des données actuelles et étude de sites nouveaux) ;
- effectuer le bilan de la qualité biologique sur les milieux de référence (ou « témoins » les moins pollués possible) dans le bassin Artois-Picardie ; cette étape est indispensable pour affiner les objectifs de « bonne qualité écologique » proposés dans la présente étude ;
- dans des secteurs où la ressource en eaux souterraines est importante et/ou exploitée, une étude de vulnérabilité des eaux souterraines à la pollution des eaux superficielles (biologie et hydrogéologie) serait nécessaire.

QUALITÉ BIOLOGIQUE

CAUSE(S) SUSPECTÉE(S) DE DÉGRADATIONS



- a) effectifs > 10 000 ind. / 0,1 m² ; effet Polluant des **matières** organiques ; cet effet peut se superposer à d'autres types de pollution ;
- b) si **prolifération** d'une **espèce** n'appartenant pas à la famille de Tubificidae, la cause suspectée de dégradation est **identifiée** par l'examen des Tubificidae ;
- c) si **métaux**, PCB, HPA absents, suspecter la **présence** de **micropolluants non analysés**, de fortes pollutions organiques, de Perturbations physiques et de chlorures.

Figure 5 : Utilisation des peuplements d'oligochètes des sédiments fins comme descripteurs de l'incidence de la pollution.
 IOBS : Indice **O**ligochètes de Bioindication des **S**édiments ; TUSP : pourcentage de Tubificidae sans soies capillaires.

5. TRAVAUX CITES

- C.E., 1997. Proposition de directive du Conseil instituant un cadre pour l'action communautaire dans le domaine de l'eau. *Document CE* : 73 p.
- Giani N., 1984. Contribution à l'étude de la faune d'eau douce et plus particulièrement des oligochètes. II. Les oligochètes aquatiques : taxinomie, répartition et écologie. *Thèse de doctorat ès sciences, Université Paul Sabatier, Toulouse III* : 175 p.
- Honoré M-A., 1994. Mise au point d'une méthodologie d'étude des sédiments contaminés par les métaux lourds en préalable à des opérations de curage. *Mémoire de fin d'étude, ISA/ Agence de l'Eau Artois-Picardie* : 70 p.+annexes.
- J.O. C.E.E., 1994. Proposition de directive du conseil relative à la qualité écologique des eaux (actes préparatoires). *JO n° C 222 du 10/08/1994* : 6-15.
- Lafont M.**, 1989. Contribution à la gestion des eaux continentales : utilisation des oligochètes comme descripteurs de l'état biologique et du degré de pollution des eaux et des sédiments. *Thèse de Doctorat d'Etat ès Sciences, Université Claude Bernard, Lyon I* : 3 11 p. + annexes
- Lafont M. & A. Rosso**, 1995. Contribution from CEMAGREF on the use of macrobenthos. In "The harmonised monitoring and classification of ecological quality of surface waters", *WRC, European Commission, DG XI, Second Interim Report, Appendix B* : 207- 226.
- Lafont M., J. Mouthon & A. Rosso-Darmet**, 1996. Etude des mollusques et des oligochètes dans les sédiments de cours d'eau du bassin du Rhône. *Rapport Cemagref Lyon/Agence de l'Eau RMC* : 26 p.
- Lafont M., A. Rosso-Darmet, J.-C. Camus., S. Charvet, J. Barbe, B. Faessel & M.-C. Roger.**, 1997. A simple and operational system for biological quality assessment of aquatic ecosystems : a French experience. *RIVPACS International Workshop, 1 6-18th September 1997, Jesus College, Oxford (G. B.)(poster)*.
- Prygiel J.**, 1996. Utilisation de bioindicateurs pour l'estimation de la qualité des milieux aquatiques marins et continentaux du bassin Artois-Picardie. *Mémoire HDR, Université de Lille* : vol. 1 : 117 p. + annexes ; vol. 2 : publications.
- Prygiel J. & M. Coste**, 1993. Utilisation des indices diatomiques pour la mesure de la qualité des eaux du bassin Artois-Picardie : bilan et perspectives. *Annls Limnol.*, 29 (3-4) : 255-267.
- Prygiel J. & M. Coste**, 1996. Les Diatomées et les indices diatomiques dans les réseaux de mesure de la qualité des cours d'eau français : historique et avenir. *Bull. Fr. Pêche Piscic.*, 341/342 : 65-79.
- Rosso A.**, 1995. Description de l'impact des micropolluants sur les peuplements d'oligochètes des sédiments de cours d'eau du bassin-versant de l'111 (Alsace). Elaboration d'une méthode biologique de diagnostic de l'incidence des micropolluants. *Thèse de Doctorat, Université Claude Bernard Lyon I* : 232 p.
- Rosso A., M. Lafont & A. Exinger**, 1993. Effets des métaux lourds sur les peuplements d'oligochètes de l'111 et de ses affluents (Haut-Rhin, France). *Annls Limnol.*, 29 (3-4) : 295-305.
- Rosso A., M. Lafont & E. Exinger**, 1994. Impact of heavy metals on benthic oligochaete communities in the River Ill and its tributaries. *Wat. Sci. Tech.*, 29 : 241-248.
- Rosso-Darmet A., M. Lafont & A. Durbec**, 1997a. Synthèse bibliographique sur l'intérêt des oligochètes comme indicateurs de la qualité du milieu et de la contamination métallique et micro-organique. Acquisition des données biologiques et résultats des inventaires d'oligochètes. *Rapport BURGEAP/Cemagref Lyon/AE Artois-Picardie* : 14 p.
- Rosso-Darmet A., M. Lafont & J. Mouthon**, 1997b. Utilisation des peuplements d'oligochètes et de mollusques comme descripteurs du degré de pollution des sédiments. *Rapport Cemagref Lyon/AE Adour-Garonne* : 34 p + annexe.