

PROGRAMME INTERREG III
France / Wallonie / Flandre

FICHE DE DESCRIPTION D'UN PROJET

Il vous est vivement recommandé de remplir le présent formulaire en vous appuyant sur la notice d'explication et sur les différentes pièces de la boîte à outils

Tout projet ayant une durée de mise en œuvre supérieure à trois ans, devra être scindé en deux phases opérationnelles. La présente fiche-projet décrit de façon détaillée la phase 1 et, si nécessaire, la phase 2 éventuelle. L'obtention d'un accord pour le financement de la phase 1, n'implique pas automatiquement le financement de la phase 2. Celui-ci sera conditionné par une évaluation positive de la première phase, avec, si nécessaire, une adaptation de la phase 2 aux résultats de la phase 1. Dans tous les cas, le projet ne pourra se dérouler au-delà de la date limite d'éligibilité des dépenses du programme, soit le 31 décembre 2008.

PARTIE I – INFORMATIONS GENERALES

1. INTITULE DU PROJET

Titre (acronyme) : **STARDUST**

**Spatial and Temporal Assessment of high Resolution Depth profiles
Using novel Sampling Technologies**

*Sous-titre : Devenir des polluants contenus dans les sédiments fluviaux et marins en zone
transfrontalière*

Version en date du : 1 octobre 2002.
Dossier déposé le 29 octobre 2001

2. IDENTIFICATION DU SOUS-PROGRAMME, DE L'AXE ET DE LA MESURE

2.1. Sous-programme concerné :

- O Sous-programme tripartite
- O Sous-programme franco-wallon
- X Sous-programme franco-flamand

2.2. Axe et mesure concernés

Axe 1, Mesure 3
Axe 2, Mesure 1

3. IDENTIFICATION DES OPERATEURS PARTENAIRES DU PROJET

Ajoutez autant de cadres que d'opérateurs et adaptez la numérotation. Si vous vous inscrivez dans le sous-programme tripartite, il est indispensable d'avoir au minimum un opérateur sur chacun des trois versants (français, wallon et flamand).

3.1. Opérateur n°1 – Chef de file

Raison sociale : Université des Sciences et Technologies de Lille (USTL)

Forme juridique : EPCSCP

Adresse : Laboratoire Chimie Analytique et Marine Bât C8
59655 Villeneuve d'Ascq Cedex France

Représentant légal : M. Hervé Baussart Président

Responsable du projet : Pr. Michel WARTEL

Tél. : +33(0)3 20 41 02 96 Fax : +33(0)3 20 43 48 22 E-mail : wartel@univ-lille1.fr

Assujetti à la TVA : ☒ oui ☐ non ☐ partiellement

3.2. Opérateur n°2

Raison sociale : Vlaams Instituut voor de Zee (VLIZ)

Forme juridique : VZW

Adresse : Vismijn, Pakhuizen 45-52, B-8400 Oostende, Belgique

Représentant légal : M. Paul BREYNE (Gouverneur de la Province Flandre occidentale, Président du Conseil de Gestion du VLIZ) et Mme Marie-Claire VAN DER STICHELE-DE JAEGERE (Secrétaire du Conseil de Gestion du VLIZ)

Responsable du projet : Dr Jan MEES, directeur VLIZ

Tél. : +32(0)59 34 21 30 Fax : +32(0)59 34 21 31 E-mail : info@vliz.be

Assujetti à la TVA : ☐ oui ☒ non ☐ partiellement

3.3. Opérateur n° 3

Raison sociale : Vrije Universiteit Brussel (VUB)

Forme juridique : Institution publique d'Enseignement et de Recherche (université)

Adresse : Pleinlaan 2, B-1050-Brussel, Belgique

Représentant légal : Pr. Benjamin VAN CAMP (Recteur)

Responsable du projet : Pr. Willy BAEYENS

Tél. : +32 (0)2 629 32 63 Fax : +32 (0)2 629 32 74 E-mail : wbaeyens@vub.ac.be

Assujetti à la TVA : ☒ oui ☐ non ☐ partiellement

4. LE PROJET PROPOSE AU FINANCEMENT D'INTERREG III S'INSCRIT-IL TOTALEMENT OU PARTIELLEMENT DANS LA CONTINUITE D'UN PROJET INTERREG II ?

- O Oui
X Non (passez directement au point 4.4.)

4.1. Intitulé du projet financé dans le cadre d'Interreg II

Ce projet s'inscrivait dans le programme suivant (cochez) :

- O Hainaut / Nord-Pas de Calais / Picardie
O Nord-Pas de Calais / Flandre occidentale
O Wallonie / Champagne – Ardenne

4.2. Bilan des principaux résultats et de l'impact transfrontalier de ce précédent projet

Joindre cette synthèse en annexe (maximum 5 pages)

4.3. Evolutions du nouveau projet présenté pour Interreg III (notamment en termes de partenariat, de zone géographique, de thématique, d'objectifs poursuivis, ...)

4.4. Si vous participez pour la première fois à un projet financé par INTERREG, comment avez-vous été informé de l'existence de ce programme ?

France : Région Nord Pas de Calais
Flandre : le VLIZ a déjà participé antérieurement

PARTIE II – PRESENTATION DU PROJET

5. DESCRIPTION DU PROJET

Les activités anthropiques actuelles et surtout passées ont eu entre autres pour conséquence une accumulation de contaminants dans les sédiments aquatiques.. Les polluants ne sont pas piégés définitivement et ces sédiments constituent une « **bombe à retardement** ». Ces polluants peuvent sous certaines conditions être relargués dans la colonne d'eau et contrarier les efforts actuellement menés sur l'amélioration de la qualité des eaux fluviales et marines.

Le but du projet est de prévoir les risques encourus lors de la modification volontaire ou fortuite de l'environnement de ces sédiments (meilleure oxygénation du milieu grâce aux efforts réalisés actuellement dans le traitement des effluents, bioturbation, dragages et aménagement des berges ...) du Nord de la France et du sud de la Belgique et de la zone côtière.

Ce problème prend une autre dimension quand deux pays limitrophes sont concernés. Des rivières comme l'Escaut et la Lys constituent un patrimoine commun du Nord de la France et de la Flandre, tandis que les eaux côtières de notre mer du Nord sont également influencées directement par des activités anthropiques. L'étude des problèmes posés ne peut être menée que dans le cadre d'un programme transfrontalier et d'une politique commune à deux pays. Un tel projet d'emprise géographique importante ne peut être conduit que par un groupe pluridisciplinaire de masse critique suffisante, conditions ne pouvant être satisfaites que par l'association de moyens et de compétences que l'on ne peut trouver dans une seule équipe. Pour mener à bien cette étude il conviendra dans un premier temps de développer communément de nouveaux outils performants en vue de déterminer la biodisponibilité des contaminants dans les eaux et sédiments, de valider les méthodologies, et de mettre au point un outil prédictif : la modélisation

Dans un deuxième temps, le projet vise à développer une politique d'échange d'étudiants et de chercheurs afin de mettre en place un **réseau transfrontalier** de recherche sur la qualité de l'eau.

5.1. Etat de la situation initiale

Les eaux des cours d'eau de la région Nord Pas de Calais, des provinces belges limitrophes (Deûle, Escaut, Lys etc.) et même les eaux côtières étaient, en raison de rejets importants ponctuels ou diffus de matière organique, de métaux lourds, de pesticides, de qualité médiocre, voire mauvaise durant les dernières décennies. Les polluants rejetés dans le passé ont en grande partie été piégés dans les sédiments anoxiques qui ont été déposés dans la zone en amont de l'estuaire et dans la zone côtière et y sont toujours présents constituant un lourd héritage des activités anthropiques passées.

Les composés toxiques ne sont pas l'unique problème. De plus les quantités importantes de sels nutritifs et matière organique apportées par les rejets agricoles et domestiques non traités sont responsables d'épisodes d'eutrophisation. Ces derniers, caractérisés par un développement important d'organismes (« bloom ») contribuent, lors de la dégradation de la matière organique produite, à l'appauvrissement en oxygène voire à sa totale disparition dans les eaux profondes et les sédiments.

La prise de conscience des responsables et la législation environnementale européenne ont permis, ces dernières années, de modifier certaines pratiques industrielles, agricoles et domestiques et d'installer des stations d'épuration plus efficaces (ajout du traitement de l'azote et du phosphore), ce qui a conduit à une amélioration de la qualité des eaux des rivières. Les efforts se poursuivent, en particulier dans l'Escaut où l'achèvement de l'usine de traitement «Bruxelles Nord» des eaux usées de Bruxelles (prévu en 2005-2006), devrait contribuer à rendre à cette rivière et à l'estuaire des niveaux plus élevés en oxygène.

L'augmentation de l'oxygénation des eaux peut, contrairement à toute attente, avoir des effets négatifs. Les processus de dénitrification qui transforment le nitrate en diazote inoffensif en milieu anoxique, n'auront plus lieu dans la colonne d'eau et seront d'intensité réduite dans les premières

couches sédimentaires. Les conséquences possibles seront une exportation plus importante de nitrate vers la mer conduisant à une augmentation des phénomènes d'eutrophisation dans les eaux côtières. Un risque encore plus important est l'effet de « **bombe à retardement** ». En effet, beaucoup de métaux sont liés à la phase anoxique des sédiments et une augmentation de la concentration en oxygène dans la colonne d'eau conduira à une élévation du flux métallique du sédiment vers l'eau sus-jacente.

Dans l'état actuel des connaissances il est difficile de prévoir l'impact :

- 1) du changement de la qualité de l'eau sur les flux d'échange eau/sédiment par manque de travaux sur l'évaluation des flux et sur les processus biogéochimiques dans les cours d'eau faisant l'objet de cette étude. Actuellement peu d'études de ces processus ont été réalisées sur ces sites. On peut toutefois citer des travaux réalisés sur l'Escaut (approche des flux épibenthiques par Baeyens et al. en 1986, profils sédimentaires par Zwolsman et al. en 1996, biochimie de l'azote dans l'eau interstitielle et les sédiments sableux par Boderie et al. en 1993, cinétique de réduction des sulfates par Panutrakul et al. en 2001) et sur la Scarpe (le phosphate dans les sédiments par Michalet en 1998). De plus l'échantillonnage réalisé dans les travaux cités a une couverture spatiale insuffisante et néglige en général les fluctuations saisonnières.
- 2) de la remobilisation naturelle (bioturbation, crue...) et anthropique (dragages, battages, aménagement de rives...) dans une eau oxygène.
- 3) de la qualité des eaux des deux cotés de la frontière franco-belge.

5.2. Résultats attendus

5.2.1. Résultats attendus spécifiques au projet

Les trois premières années du programme seront consacrées à :

- une politique commune de développement méthodologique (chaque opérateur apportant son propre savoir-faire).
- une application sur des sites pilotes belges et français choisis en commun accord (eaux douces et marines).
- des essais de modélisation.

Les années suivantes, il est prévu d'étendre la couverture géographique étudiée et de développer un réseau transfrontalier de recherche sur la qualité des eaux. Un modèle biogéochimique des sédiments permettra de mieux comprendre les processus dans le sédiment ainsi que les flux vers et venant du sédiment.

5.2.1.1. Développement méthodologique

Le présent projet se propose de donner une réponse aux problèmes évoqués précédemment ou tout au moins d'ébaucher une solution. Pour cela, il est important d'établir des profils sédimentaires verticaux à haute résolution pour : (i) estimer les flux épibenthiques, (ii) identifier les processus biogéochimiques et leur localisation précise, (iii) estimer les cinétiques des différents processus par modélisation. Récemment des techniques prometteuses ont été développées, techniques qui permettent, à partir de diffusion sur gel ou par voltamétrie sur microélectrodes d'établir des profils haute résolution rendant compte des concentrations des différentes entités chimiques contenues aussi bien dans l'eau interstitielle (Zhang et al., 1995; Luther et al., 1995, Davison et al., 1997) que dans la phase solide. Cependant ces nouvelles techniques doivent être adaptées aux sites d'études retenus dans le contexte de cette demande puis validées. De plus Davison et Zang (1994) ont mis au point un appareillage directement utilisable sur une longue période (semaines, mois) permettant d'accéder par intégration aux éléments à l'état de traces dans la colonne d'eau. Cette technique peut théoriquement être appliquée à de nombreux composés, incluant les espèces organiques susceptibles de diffuser à travers une couche de gel et d'être piégés par une résine placée en arrière plan.

De nombreuses recherches sont encore indispensables pour valider ces nouvelles techniques avant de les appliquer en milieu fluvial, estuarien et même marin.

ETUDE DE LA COMPOSITION DE L'EAU INTERSTITIELLE

La composition des eaux interstitielles et de l'eau sus-jacente sera déterminée par :

- Diffusion sur gel

Méthode DET (Diffusive Equilibration in Thin film)

Cette technique analogue à la dialyse utilise un film de gel hydraté et possède un plus haut pouvoir de résolution (Davison et al., 1991). Ces films, se présentant sous forme de bande de gel placée sur un support, sont introduits verticalement dans le sédiment. Les ions présents dans les eaux interstitielles diffusent simplement dans le gel jusqu'à ce qu'un équilibre avec le milieu aquatique s'établisse. L'obtention de profils à haute résolution (d'un ordre de grandeur de 1 mm) des éléments principaux dissous dans l'eau interstitielle est rendue possible par découpe du gel suivie d'une analyse. Une résolution plus fine (100 μm) pourrait être atteinte dans ce contexte par couplage ablation laser/ICP-MS, par microfluorescence X ($\mu\text{-XRF}$) et par une nouvelle version récemment développée de microsonde X (EPXMA).

Méthode DGT (Diffusive gradient in Thin film)

Ce procédé, développé par Davison et Zang (1994), est comparable à la technique DET, mais se distingue de la technique DET par l'adjonction d'un film mince de gel contenant une résine échangeuse d'ions, sélective des métaux, des éléments alcalins et alcalino-terreux et d'anions, placée à l'arrière du gel de polyacrylamide. Les ions doivent diffuser dans le gel et à travers la couche de diffusion avant d'atteindre la résine. Il s'établit une couche de diffusion et seuls les ions labiles sont mesurés du fait que le temps de résidence dans le gel est généralement de l'ordre de quelques minutes. L'établissement d'un gradient de concentration linéaire dans la couche de diffusion est à la base de la mesure des concentrations en métaux de la colonne d'eau ou de l'eau interstitielle sans nécessité d'un étalonnage séparé. Le DGT mesure directement les flux de la colonne d'eau ou des eaux interstitielles vers la résine. Ce flux permet d'atteindre la concentration de l'espèce dans l'eau à condition que la résine ne soit pas saturée et que le gradient de concentration qui s'établit dans l'épaisseur du gel ne perturbe pas la concentration de l'eau étudiée. Appliqué à des sédiments cela peut poser un problème. Dans ce cas, le flux de la phase solide vers la solution est mesuré, si celui-ci est inférieur au flux maximal de l'eau interstitielle vers la résine.

Le DGT peut être introduit dans le sédiment comme une bande continue de gel et après retrait du système, être analysé avec une résolution spatiale de 1 mm ou 0.1 mm en utilisant les techniques récentes citées précédemment. L'analyse se fait après séchage du gel en utilisant une technique de radiation.

Le DGT peut aussi s'appliquer à l'étude des polluants à l'état de traces, grâce à ses potentialités d'intégration, la résine pouvant être immergée jusqu'à 3 mois avant d'atteindre la saturation (Davison et Zang, 1994). La possibilité des DGT de préconcentrer les micropolluants organiques est également d'un grand intérêt, puisque ces composés sont généralement à l'état d'ultra traces dans le milieu naturel.

- Microélectrodes

Les méthodes voltamétriques sont souvent utilisées pour l'analyse et la spéciation des métaux dans les eaux. Le plus souvent des techniques de gouttes de mercure ou de film sont utilisées comme capteurs. Les électrodes commercialement utilisées ne permettent pas une mesure directe dans les sédiments. Récemment des microélectrodes ont été développées pour la mesure de l'oxygène, des sulfures, du fer et du manganèse directement dans les eaux interstitielles contenues dans le sédiment.

Ces techniques seront développées dans cette étude. De plus leur utilisation dans des sédiments de la Deûle près d'une usine métallurgique devrait permettre de faire des profils in situ de plomb et de zinc

Les conditions anoxiques observées dans les sédiments sont très adéquates pour des mesures voltamétriques, évitant l'étape de dégazage (élimination du signal de l'oxygène dissous) avec un gaz inerte. Par conséquent dans de tels sédiments, des profils de fer, manganèse, oxygène, H₂S, peuvent être effectués avec une résolution (sub-)millimétrique.

Les sulfures jouent un rôle clef dans comportement géochimique (le piégeage et relargage) des métaux contenus dans le compartiment sédimentaire. Les sulfures proviennent de la réduction des sulfates par l'intermédiaire des bactéries sulfato-réductrices caractérisables à partir de la détermination de lipides spécifiques. Ces derniers seront analysés par HPLC-GC-MS dans le sédiment brut afin d'établir des profils verticaux rendant compte de la répartition des micro-organismes sulfurogènes.

- Méthode classique d'extraction de l'eau interstitielle

Les techniques classiques d'échantillonnage et d'extraction de l'eau interstitielle par centrifugation ou par pression (Leermakers et al., 1993; Van Ryssen et al., 1999) ne donnent pas les mêmes résolutions verticales que les méthodes précédentes, mais elles seront essentielles pour permettre l'interprétation des mesures obtenues avec les méthodes de DGT et DET et pour les valider.

ETUDE DE LA PHASE SOLIDE

- Caractérisation minéralogique des sédiments

La fixation et/ou la remobilisation d'éléments chimiques dans des sédiments aquatiques dépend de nombreux facteurs. Ainsi, la composition minéralogique des sédiments (nature des minéraux), leurs propriétés pétrophysiques (porosité, taille des grains...), leurs modes de dépôt ainsi que les phénomènes physiques et chimiques post-dépôt qui les affectent (bioturbation, compaction, réactions diagénétiques...) sont susceptibles de jouer un rôle majeur. Il est donc indispensable de préciser ces différents facteurs.

Les différentes approches suivantes seront menées:

- caractérisation des structures sédimentaires à partir de carottage: litage minéralogiques, indices de bioturbation, conditions de dépôt, détermination d'éventuelles cyclicités dans les sédiments susceptibles de rendre compte de certaines variations de concentration en éléments chimiques. Ces structures peuvent être observées par l'observation directe des carottes mais surtout sur leurs images obtenues par radiographie X, réflexion optique ou l'étude de grandes lames minces de sédiments imprégnés par de la résine pour préserver leurs structures internes.
- caractérisation de paramètres pétrophysiques et essentiellement la granulométrie par granulométrie laser.
- caractérisation de la minéralogie des sédiments: extraction par solvant, observation de lames minces imprégnées et utilisation de la diffraction des rayons X pour caractériser la nature des minéraux et préciser la composition du cortège argileux.

Les pyrites peuvent être quantifiées par analyse chimique après transformation en H₂S par addition de Chrome II en milieu acide (Chromium Reductible Sulphide)

Analyse des micropolluants

Afin de rendre opérationnelles les analyses des résines et des sédiments bruts par les méthodes à haute résolution décrites plus haut, il est indispensable de valider une méthodologie appropriée incluant les étapes suivantes : (i) congélation rapide des gels et des sédiments dans l'azote liquide, (ii) séchage lent et contrôlé du matériel congelé, (iii) durcissement soigneux du matériel grâce à une résine dopée par In et Re comme étalons internes. Cette technologie, actuellement testée sur des sédiments lacustres de surface par LA-ICP-MS demande encore quelques mises au point.

Deux limites importantes doivent être prises en considération : l'ablation non stoechiométrique et le fractionnement en masse. L'ablation non stoechiométrique, appelée encore fractionnement élémentaire, décrit le fait que la variation de l'intensité des signaux en fonction du temps n'est pas liée à l'échantillon, mais aux phénomènes d'ablation. La nouvelle génération d'ICP-MS haute résolution permet cependant une amélioration sensible à ce niveau. Le second aspect, le fractionnement en masse, est la variation des rapports des éléments liée à l'échantillon. Cela explique que l'appariement des matrices entre les étalons et les échantillons à analyser conduit à des résultats plus justes qu'avec l'utilisation d'un étalon verre du NIST, généralement utilisé. Les améliorations observées pour les lasers de haute énergie, comme la distribution plate en énergie des lasers excimères, a conduit récemment à la conception de systèmes commerciaux qui semblent bien adaptés pour une analyse des gels et sédiments humides avec une haute résolution spatiale

Plusieurs publications récentes démontrent le grand potentiel de ces nouvelles techniques, mais la plupart des applications n'ont pas encore été explorées. De plus, la combinaison de mesures de haute résolution de substrat dans la phase dissoute et solide des sédiments, n'a jamais été exécutée. Des bilans de masse nécessaires afin de confirmer les processus comme adsorption/désorption et dissolution/précipitation, peuvent être déterminés par cette technique et permettront pour la première fois d'établir une approche correcte des échanges entre le sédiment et la colonne d'eau.

La grande variété des résines existantes couplées aux techniques décrites précédemment offre un grand éventail de possibilités : e.g. la compétition entre les groupements fonctionnels des résines et les complexants de métaux par exemple ouvre de nouvelles perspectives quant à la détermination de la labilité et la biodisponibilité de ces métaux. Des gels de porosité de taille différente peuvent également être utilisés pour restreindre ou augmenter la diffusion d'un grand nombre de complexes métal-ligand (Zang et Davison 2000).

Les techniques non-destructives, comme ablation laser ICP-MS, PIXE etc., permettent d'autre part d'obtenir de très hautes résolutions spatiales avec des limites de détection basses.

Des modèles géochimiques sédimentaires seront utilisés afin d'améliorer la connaissance obtenue par les profils de haute résolution dans la phase dissoute et solide et la répartition entre les deux phases.

5.2.1.2. Application aux sites retenus et modélisation

La méthodologie de détermination des flux épibenthiques mise au point sur des sédiments prélevés ponctuellement dans des systèmes aquatiques de la zone définie par le programme Interreg III sera appliquée sur une couverture spatiale et temporelle plus large : l'Escaut, ses affluents et la zone côtière. Un accent particulier sera mis sur

- l'étude de zones soumises à de fortes activités anthropiques (agricoles, industrielles...)
- l'effet saisonnier. La matière organique provenant des développements planctoniques joue un rôle important dans la diagenèse précoce des sédiments.

Des modèles géochimiques sédimentaires seront utilisés pour appuyer les hypothèses émises à partir des profils haute résolution dans les phases solides et dissoutes et les équilibres impliqués.

Les recherches menées conjointement sur l'Escaut et ses affluents devraient conduire à la création d'un réseau et pôle d'excellence transfrontalier spécialisé dans la qualité de l'eau et permettre d'apporter aux décideurs des éléments de réponse aux aménagements fluviaux et marins.

Dans le cadre de ce projet, il y aura de nombreux échanges d'étudiants qui seront formés sur toutes les techniques

5.2.2. Contribution du projet aux résultats attendus du programme	
Cochez le ou les résultat(s) attendu(s) de votre projet, en rapport avec ceux définis par mesure dans le Programme Opérationnel	
MESURE CONCERNEE	RESULTAT ATTENDU
Résultats transversaux attendus :	
1. Création d'emplois	
2. Plus large utilisation des TIC	
Mesure 1.1 : Améliorer la vie quotidienne des populations et le développement des services transfrontaliers	
1. Amélioration de l'offre sanitaire	
2. Amélioration de la mobilité transfrontalière	
3. Amélioration de l'intégration sociale transfrontalière	
4. Amélioration de la mise en réseau des équipements et des services de proximité	
5. Amélioration des échanges citoyens et de la connaissance réciproque	
6. Amélioration du bilinguisme	
Mesure 1.2 : Favoriser l'intégration du marché du travail transfrontalier et l'insertion sociale	
1. Amélioration du niveau de qualification des stagiaires	
2. Meilleure connaissance mutuelle des acteurs de la formation et échanges de méthodologie	
3. Structuration et optimisation de l'offre de formation au sein de l'espace transfrontalier	
4. Amélioration de la diffusion de l'information liée au marché de l'emploi transfrontalier	
5. Amélioration de la mobilité des travailleurs et stagiaires au sein de l'espace transfrontalier	
6. Augmentation du bilinguisme	
Mesure 1.3 : Contribuer au rapprochement des acteurs économiques et améliorer l'environnement des entreprises	
1. Accroissement du nombre ou renforcement des pôles d'excellence transfrontaliers	X
2. Meilleure connaissance réciproque des entreprises et de l'économie de la zone transfrontalière	
3. Développement des échanges économiques, scientifiques et techniques	X
4. Augmentation du nombre de partenariats transfrontaliers	X
Mesure 2.1 : Développer une gestion et une préservation concertées de l'environnement	
1. Amélioration de la qualité des eaux de surface et souterraines	X
2. Développement de l'éco-citoyenneté	X
3. Amélioration de la préservation des milieux naturels	X
Mesure 2.2 : Valoriser le potentiel touristique et culturel du territoire transfrontalier	
1. Professionnalisation des acteurs du tourisme	
2. Elaboration de produits touristiques communs ou complémentaires	
3. Amélioration de la mise en réseau des acteurs du tourisme sur la zone	
4. Optimisation des moyens en matière de coordination, de promotion et de gestion des structures culturelles	
5. Amélioration de l'accès à la culture	
Mesure 2.3 : Soutenir les initiatives rurales dans une perspective de développement durable transfrontalier	
1. Redynamisation du milieu rural	
2. Amélioration de la diversification des exploitations agricoles	
3. Accroissement de la vente des produits agricoles à qualité différenciée	
Mesure 2.4 : Contribuer à la structuration du territoire transfrontalier	
1. Optimisation de l'organisation spatiale de la zone transfrontalière	
2. Amélioration de la qualité des données transfrontalières disponibles	
3. Augmentation du nombre d'outils communs	

5.3. Objectifs poursuivis

Ce travail porte principalement sur l'étude de la qualité des sédiments des rivières et fleuves transfrontaliers : Escaut, Lys, Yser et Deûle et les mers côtières (mer du Nord).

Les polluants accumulés au cours du temps dans les sédiments fluviaux constituent une « bombe à retardement » susceptible d'être déclenchée par une modification même légère du milieu (variation du pH, une meilleure oxygénation de la colonne d'eau et des sédiments grâce aux mesures en cours d'épuration des eaux usées, mais aussi des phénomènes comme bioturbation, crues, mobilisation volontaire des sédiments lors de dragages ou d'aménagement, etc.). L'objectif principal de l'étude est d'apporter une contribution à la meilleure connaissance du comportement des polluants dans le compartiment sédimentaire devant déboucher sur un transfert de technologies dans le domaine de la mise au point d'un outil prédictif d'aide à la décision (modélisation) et à l'établissement de nouvelles normes.

5.3.1. Objectifs spécifiques du projet

Les objectifs spécifiques du projet sont :

1) - de développer et valider les techniques DET et DGT en incluant le traitement de l'échantillon et les méthodes de détection en eaux douces en eaux salées et estuariennes. Ces techniques permettent d'atteindre les concentrations des polluants dans les eaux interstitielles en minimisant les perturbations dues à l'échantillonnage. La technique DGT autorise en outre l'intégration des mesures sur éventuellement plusieurs mois. Pour certains composés, la nature labile / non labile, ou inorganique / organo-métallique peut être établie.

- d'utiliser la potentialité que possèdent les techniques analytiques récemment développées telles que l'ablation laser couplée à l'ICP-MS haute résolution, micro XRF, Imagerie Raman, ESCA, EPXMA pour les éléments légers, en association avec les échantillonnages DGT et DET pour l'analyse et la spéciation des métaux traces et des éléments biogénétiques (P).

- de développer des techniques de mesures de concentration in-situ d'oxygène, de sulfure et des métaux fer et manganèse par voltamétrie sur microélectrodes.

Les méthodes de validation tiendront compte des procédures Assurance-Qualité.

2) d'établir des profils de concentration de métaux et sels nutritifs à haute résolution dans l'eau interstitielle par DET, DGT et voltamétrie. Les résultats seront comparés à ceux obtenus avec les techniques classiques moins performantes en termes de résolution. Des méthodes classiques avec une résolution verticale réduite seront utilisées comme contrôle.

3) de développer et valider des profils haute résolution dans la phase sédimentaire en utilisant une résine dopée de In-Re pour solidifier le sédiment brut. L'analyse sera réalisée par les techniques précédemment citées.

4) de déterminer la remobilisation des polluants contenus dans les sédiments en utilisant les profils haute résolution obtenus dans l'eau interstitielle et les sédiments. En plus les vitesses des flux à l'interface eau – sédiment pourront être mesurées en laboratoire (flux-corer), où la qualité de l'eau pourra être simulée.

5) d'appliquer des modèles géochimiques sédimentaires pour tirer profit des résultats analytiques.

6) d'évaluer les flux de mobilisation en termes de biodisponibilité et d'écotoxicité des contaminants.

7) de favoriser le développement d'échange d'étudiants et de chercheurs.

5.3.2. Contribution du projet à la réalisation des objectifs généraux du programme

Indiquez les objectifs de votre projet, en rapport avec ceux définis par mesure dans le Programme Opérationnel

MESURE CONCERNEE	Quantification contribution du projet
Objectifs quantifiés transversaux :	
1. Nombre d'emplois directs créés	
2. Contribution importante au développement des TIC (oui / non)	
Mesure 1.1 : Améliorer la vie quotidienne et les services transfrontaliers	
1. Nombre d'actions visant à optimiser l'offre sanitaire et la prévention en matière de santé	
2. Nombre d'actions/services favorisant la mobilité transfrontalière	
3. Nombre d'actions pilotes en matière sociale	
4. Nombre de services transfrontaliers à la population	
5. Nombre d'actions en faveur d'une meilleure connaissance entre les populations frontalières	
Mesure 1.2 : Favoriser l'intégration du marché du travail transfrontalier et l'insertion sociale	
1. Nombre d'actions conjointes de formation	
2. Nombre de formations linguistiques	
3. Nombre d'heures de formation conjointes	
4. Nombre de demandeurs d'emploi formés	
5. Nombre de travailleurs formés	
6. Nombre d'étudiants formés	
7. Nombre de formateurs formés	
8. Taux de réinsertion socioprofessionnelle des stagiaires	
9. Nombre de personnes renseignées sur le marché de l'emploi transfrontalier	
10. Nombre d'actions pilotes liées au marché de l'emploi	
Mesure 1.3 : Rapprochement des acteurs économiques et environnement des entreprises	
1. Nombre d'entreprises informées et/ou accompagnées dans leur développement transfrontalier	4
2. Nombre de partenariats transfrontaliers réalisés	
3. Nombre de filières transfrontalières développées	3
4. Nombre d'actions liées à l'économie solidaire	
5. Nombre d'entreprises bénéficiant d'un soutien à l'adaptation technologique	
Mesure 2.1 : Gestion et préservation concertées de l'environnement	
1. Nombre de sites naturels gérés en transfrontalier	2
2. Nombre d'actions pilotes menées en matière d'environnement	2
3. Nombre de personnes sensibilisées au respect de l'environnement	
Mesure 2.2 : Valoriser le potentiel touristique et culturel	
1. Nombre de produits touristiques transfrontaliers mis en œuvre	
2. Nombre d'actions communes de promotion touristiques	
3. Nombre d'actions pilotes de professionnalisation des intervenants liés à la mesure	
4. Nombre de structures d'accueil touristiques bénéficiant d'une amélioration	
5. Nombre de partenariats culturels transfrontaliers concrétisés	
Mesure 2.3 : Soutenir les initiatives rurales	
1. Nombre d'actions pilotes de développement rural transfrontalier	
2. Nombre d'actions de promotion des produits du terroir	
3. Nombre d'actions pilotes d'aménagement du territoire rural transfrontalier	
Mesure 2.4 : Contribuer à la structuration du territoire transfrontalier	
1. Nombre de schémas de développement transfrontalier créés	
2. Nombre d'outils de gestion du territoire transfrontaliers développés	

5.4. Description précise de l'action ou des actions concrète(s) envisagée(s).
(Distinguez les phases et joindre des annexes si nécessaire. Pour rappel, la phase 1 est de maximum 3 ans et l'ensemble du projet ne pourra se dérouler au-delà de la date limite d'éligibilité des dépenses, soit le 31 décembre 2008)

Le déroulement du travail est prévu en deux phases, la première comprenant les actions 1 et 2 a une durée prévue de 3 ans, la seconde comprenant les actions 3 et 4 s'achèverait en 2008

PHASE I

Action 1 *Transfert de Technologies* (Durée 1 juillet 2002 - 30 juin 2005)

Cette action consistera principalement en un transfert de technologies entre les différents participants, chacun apportant son expérience et sa compétence sur des techniques spécifiques et complémentaires. Un effet de synergie est attendu. Les études, réalisées principalement en laboratoire, porteront sur des prélèvements (eaux et sédiments) effectués en sites pilotes.

Colonne d'eau

- Technique DET

La technique DET (Diffusive Equilibration in Thin film), technique de diffusion sur gel, est basée sur le même principe que celui qui régit le fonctionnement des cellules de dialyse dans lesquelles une membrane sépare de l'eau déionisée du système aquatique. Le temps de mise à l'équilibre pour un gel classique de 1 mm d'épaisseur est inférieur à une heure (Davison et al., 1991), mais il est toutefois plus long que celui observé pour la mise en équilibre d'un échantillon aqueux ce qui conduit à un éventuel lissage de faibles fluctuations. Après échantillonnage, le gel peut être dissous ou séché. Le séchage du gel permet l'analyse directe par les techniques (« beam techniques ») telles : μ -XRF, EPXMA, ablation laser couplée à ICP-MS, etc. La dissolution dans un faible volume (aqueux ou non aqueux) revient à une préconcentration. Les techniques citées ne nécessitent qu'un faible volume d'échantillon (0.1 ml).

- Technique DGT

La technique DGT se distingue de la précédente par la présence de deux couches de gel dont l'une, placée à l'arrière, contient une résine sélective de métaux et d'autres ions. L'ensemble est recouvert d'un filtre faisant office de protection. Les ions et les molécules doivent traverser le filtre et diffuser au travers de la couche de gel avant d'atteindre la couche contenant la résine. Dans le cas des résines polaires (anioniques ou cationiques) cela entraîne que seules les espèces labiles (le temps de résidence dans le gel est généralement de l'ordre de quelques minutes) pourront être mesurées. La formation d'un gradient de concentration dans la couche de diffusion est à la base des calculs des teneurs métalliques dissoutes ce qui dispense d'un calibrage séparé. Les DGT sont déployés pendant un temps déterminé et peuvent concentrer les solutés jusqu'à trois ordres de grandeur en 24h (Davison et Zhang, 1994). Après avoir retiré le DGT du milieu, la couche de résine peut être dissoute ou séchée et les composés retenus analysés par les mêmes techniques que pour les DET.

- Mise au point et essais des techniques DET et DGT dans la colonne d'eau

Dans un premier temps, les méthodes DET et DGT seront testées en laboratoire à partir de solutions de concentrations connues des composants. Puis, les méthodes classiques d'échantillonnage (bouteilles Niskin, bouteilles Teflon) seront comparées aux résultats obtenus par DET et DGT en eaux fluviales, estuariennes et marines pour les métaux (Cu, Cd, Pb, Zn, Fe et Mn),

pour les spéciations (Hg, As et Sn) et les sels nutritifs (P). Les effets dus aux liaisons ligand/résine (méthode DGT) seront évalués.

Des gels de différentes porosités seront testés (la diffusion des espèces dans le gel est influencée par le rapport taille des pores/taille de l'espèce) pour les échantillonnages DET et DGT. Dans le cas de la méthode DGT, des résines cationiques, anioniques seront utilisées en incluant des résines très spécifiques comme le dithiocarbamate pour Hg, le ferrihydrite pour P et le sulfate (sulfate-résine) pour Ba.

La méthode DGT permet de préconcentrer les métaux à l'état de traces présents dans la colonne d'eau (intégration) car la capacité de la résine peut autoriser une immersion de trois mois en eaux côtières contaminées, avant saturation (Davison et Zhang, 1994).

Eaux interstitielles sédimentaires

- Techniques DET et DGT

Les techniques DET et DGT seront utilisées, dans les eaux interstitielles sédimentaires, pour établir des profils de concentration en haute résolution. Les appareillages nécessaires seront déoxygénés avant utilisation. Les mesures en haute résolution (de l'ordre du mm) seront réalisées par découpe fine du gel suivie d'une dissolution et d'une analyse. Dans le cas de l'ultra haute résolution (100 µm), une technique comme l'ablation laser sera utilisée après séchage du gel et fixation de la résolution verticale par congélation rapide dans l'azote liquide et séchage à froid.

L'équilibre entre le gel et l'eau interstitielle est étudié par la technique DET alors que la technique DGT mesure directement le flux de contaminants métalliques labiles de l'eau interstitielle à la résine, flux à partir desquels on peut calculer les concentrations à condition que l'on n'observe pas d'appauvrissement, c'est à dire que les flux de matière provenant de l'eau interstitielle soient supérieurs à ceux que peut accepter la résine. Ce n'est pas toujours le cas et une vérification est nécessaire en utilisant, pour les mêmes échantillons, plusieurs DGT dont l'épaisseur du gel est différente.

Il est clair cependant que l'on rencontrera des situations où la technique DGT, qui ne mesure que les espèces labiles, ne donnera pas accès à la concentration absolue mais seulement à la concentration relative dans l'eau interstitielle. Ces dernières pourront être converties en concentrations absolues grâce à d'autres méthodes d'analyse comme les micro-électrodes ou les méthodes plus conventionnelles (carottages, extraction, etc.).

- Mise au point et essais des techniques DET et DGT dans les eaux interstitielles

Après avoir mis au point ces techniques d'échantillonnage dans la colonne d'eau, ce qui est plus simple que dans les eaux interstitielles, elles seront testées, en laboratoire, dans des sédiments bien connus. En principe, les essais seront effectués sur les mêmes types de gel et de résines que ceux ayant donné des résultats positifs dans la colonne d'eau. Les DGT seront déployés avec différentes épaisseurs de gel afin de vérifier si le flux phase solide/eau interstitielle est inférieur ou supérieur au flux maximum eau interstitielle/résine.

Sédiment (phase solide)

- Technique d'investigation des phases solides (technique de solidification)

Afin de rendre possible l'analyse des résines ou des sédiments bruts par spectroscopies (« beam techniques ») comme par exemple l'analyse laser in situ, il est nécessaire, au préalable, de valider un traitement spécifique à ce type d'échantillons (résine ou sédiment). Le traitement prévu se décompose en plusieurs étapes : (i) congélation rapide des gels et sédiments dans l'azote liquide ; (ii) séchage lent du matériel congelé ; (iii) solidification contrôlée du matériel à l'aide de résine dopée (In, Re).

- Mise au point et essais de la technique de solidification

Dans un premier temps, des échantillons bien caractérisés de sédiments vaseux séchés et homogénéisés seront solidifiés par utilisation de résine dopée par In et Re. Différentes techniques (« beam techniques ») telles que : ICP-MS haute résolution, μ XRF et une variante de EPXMA seront utilisées pour la détermination des polluants cités plus haut. En complément, les éléments majeurs caractéristiques de la constitution du sédiment seront déterminés : Si, Al, Ca, Mg, S, Fe, Mn, etc. Dans un second temps, différents types de résines et de sédiments seront testés selon cette nouvelle technique d'investigation des phases solides.

Si les résultats obtenus se révèlent satisfaisants (précision, exactitude, reproductibilité, etc.) tout au moins pour quelques contaminants, la technologie sera étendue à l'étude de sédiments vaseux non perturbés.

Développement de méthodes instrumentales

- Microélectrodes

Une technique voltamétrique, basée sur l'utilisation de micro-électrodes, a été récemment proposée pour effectuer des mesures directes dans les sédiments (Luther (1995), Davison (1988)). Des profils haute résolution de la concentration en oxygène, sulfure, fer et manganèse dans l'eau interstitielle sédimentaire peuvent, sans prétraitement de l'échantillon, être obtenus. Les teneurs en soufre et oxygène sont des paramètres importants dans le cycle géochimique des métaux et des sels nutritifs.

Les mesures avec les microélectrodes seront menées en parallèle avec les techniques DGT, DET, carottages dans les mêmes sédiments, afin de valider les différentes méthodes. Des profils haute résolution des concentrations en fer et manganèse, obtenus par d'autres méthodes (DET, DGT, microélectrode) peuvent être comparés. L'utilisation des microélectrodes sera étendue à des différents types de sédiments (fluviaux, estuariens et marins). Les échantillons anoxiques sont bien adaptés aux techniques voltamétriques, car il n'est pas nécessaire de dégazer, afin d'éliminer le signal parasite de l'oxygène.

Les résultats préliminaires obtenus en collaboration avec le Rudjer Boskovic Institute de Zagreb sont très prometteurs, une optimisation est cependant nécessaire. L'utilisation de ces électrodes dans les milieux sédimentaires et autres pourrait fournir des informations additionnelles en ce qui concerne les cycles biogéochimiques de Fe, Mn, O_2 et H_2S à une résolution (sub-) millimètre.

Ces électrodes devraient également permettre de réaliser des profils de plomb, cadmium, cuivre et zinc en plus haute concentration dans des environnements pollués (canal de la Deûle en aval d'une usine métallurgique). La technique de microélectrode doit néanmoins être mise au point et testée pour nos échantillons. Les résultats préliminaires (Pizeta et Wartel, 2001) sont déjà prometteurs.

- Couplage Ablation laser / ICP-MS Haute résolution

A ce jour, le couplage Ablation laser / ICP-MS haute résolution (LA-ICP-MS) a été peu utilisé dans les analyses in situ de sédiments bruts et de résines en raison principalement de la difficulté de fabriquer des matériaux de référence dans la même matrice et de l'apparition de fractionnement massique et élémentaire lors de l'ablation spécialement dans le cas des éléments Si, Fe, As, Sn et Pb (Gunther et Hattendorf, 2001). Ces problèmes seront étudiés et dans la mesure du possible résolus en utilisant la technique ICP-MS haute résolution, des lasers plus énergétiques et des normes internes et externes adaptées.

Notre équipe a une bonne expérience dans l'utilisation de LA-ICP-MS dans l'analyse des coquilles de mollusques (Vander Putten et al., 1999-2000) et des éponges (Lazareth et al., 2000).

- Micro-analyses par rayonnement X : μ -XRF et EPXMA (faibles masses)

Ces techniques ont déjà été développées et testées dans le cadre d'un autre programme. Nous pensons que ces techniques pourront être opérationnelles dans ce projet sans développements majeurs. Une simple étude méthodologique est prévue : optimisation de la préparation de l'échantillon, des conditions d'analyse et de calibrage adapté aux gels et sédiments solidifiés.

- Développement d'un modèle diagénétique :

Dans ce cadre, un modèle sédimentaire (e.g. Soetaert et al., 1996 ; Di Toro et al., 2000) sera appliqué à l'état stable, celui-ci étant basé à la fois sur les échanges dissous à l'interface eau-sédiment et sur les profils des phases solide et liquide dans les sédiments superficiels. Ce travail se basera sur des données issues de la littérature et de résultats propres.

Action 2 *Applications des technologies sur des sites pilotes* (Durée : 1 sept. 2003 - 30 juin 2005)

Il est prévu, dès la deuxième année du programme, d'appliquer les techniques DET, et/ou DGT et/ou micro-électrodes sur des sites pilotes pour les composés dont les différents protocoles auront été testés et validés au cours de la première année.

Des profils de concentration haute résolution, seront réalisés dans la phase solide de sédiments vaseux prélevés. Les résultats obtenus avec les différentes techniques spectroscopiques (« beam techniques ») seront comparés.

Après avoir testé les méthodes DET et DGT dans la colonne d'eau, celles qui auront été validées seront appliquées, en laboratoire, sur des échantillons naturels de sédiments de composition bien connue. En principe, les essais seront réalisés avec les mêmes types de gels, de résine et de polluants que ceux utilisés lors des mises au point dans la colonne d'eau. Les DGT seront déployés avec des gels d'épaisseurs variables afin d'obtenir des informations sur les différents flux mis en jeu (flux : phase solide/eau interstitielle, flux : eau interstitielle/résine). Les profils de concentrations verticales seront établis, sur les mêmes sites, en haute résolution par les méthodes DET, DGT et microélectrodes et en résolution moindre par les techniques plus classiques (carottages, découpage, centrifugation et filtration à l'abri de l'oxygène) pour comparaison et validation.

Les contaminants retenus pour cette étude sont :

- Métaux traces : Cu, Pb, Cd, Zn, Ni, As, Hg, Sn, Fe, Mn , et composés organométalliques du mercure, de l'étain et de l'arsenic.
- Eléments caractéristiques des sédiments (pouvant intervenir aussi dans la diagenèse précoce) : Ca, Al, Si, Mg.
- Sels nutritifs : phosphore.

Certains contaminants pourront ne pas être étudiés sur certains sites s'ils se révèlent inaccessibles aux techniques mises au point

Un des objectifs étant d'expliquer le rôle de **bombe à retardement** que peuvent jouer certains sédiments contaminés, en fonction de la nature de l'eau sus-jacente, de remobilisation éventuelle etc. le choix des sites pilotes sera donc fait en fonction des critères suivants :

- une bonne couverture géographique
- l'état de contamination (faible et fort)
- l'environnement du sédiment (composition de l'eau sous jacente : oxygène, anoxique, douce, salée)
- la présence de sédiments vaseux.

Ainsi les sites retenus sont

- fluviaux : Deûle, Authie, Escaut, Lys
- estuariens Yser, Authie
- marins : Bassin de Chasse (Spuikom) (Ostende)

1) *L'Escaut* frontalier: zone d'Espierre.

Dans cette zone polluée, des sédiments vaseux seront localisés et étudiés.

2) *La Deûle* (affluent de l'Escaut): Les sédiments seront prélevés en amont et en aval d'une usine métallurgique de zinc et plomb. Ce site faisant également l'objet d'une étude pluridisciplinaire dans le cadre du Contrat de Plan Etat-Région, nous pourrions bénéficier des résultats complémentaires (sédimentologie, historique de la pollution, débits du fleuve, stock sédimentaires, données des Voies Navigables etc.)

3) *L'Authie* : (fleuve et estuaire) Ce site est réputé peu contaminé par les métaux, le bassin versant étant à dominante agricole. Les sédiments vaseux sont riches en matière organique et en fer dans la partie fluviale et en sulfate en estuaire, principaux facteurs contrôlant la diagenèse précoce des sédiments. Ces sédiments peu contaminés en métaux seront pris comme modèles pour étudier les cycles du fer, du manganèse, du soufre et de la matière organique. Afin de mieux comprendre le rôle joué par les remaniements naturels dans le phénomène diagénétique, une approche de la dynamique sédimentaire actuelle et passée sera réalisée.

4) *L'Escaut et la Lys* : des sédiments en amont et en aval d'émissaires importants seront prélevés. La Vlaamse Milieumaatschappij (VMM) contrôle régulièrement ces rivières sur la qualité générale de l'eau (paramètres physico-chimiques). Ces données pourront être utilisées.

5) *Estuaire*: de l'Yser : L'Yser est comme l'Authie un estuaire relativement petit dont la charge provient surtout de l'activité agricole. Les sédiments sont vaseux mais leur constitution et comportement sont peu étudiés.

6) *Système marin*: Bassin de Chasse (Spuikom) à Ostende: ce système à moitié fermé, est un site idéal pour tester les technologies développées en eau marine. Peu profond, vaseux et à l'abri des courants marins les échantillonneurs de sédiments (DET/DGT) sont aisément placés et enlevés.

Les trois sites belges sont des sites qui sont régulièrement surveillés par différents organismes de contrôle en Belgique [entre autres la VMM (Vlaamse Milieumaatschappij), l'UGMM (Unité de Gestion du Modèle Mathématique de la mer du Nord et de l'estuaire de l'Escaut), l'IEV (Institut d'Expertise Vétérinaire),...]. Des données reprenant des informations concernant des paramètres généraux sont donc disponibles. La baie de l'Authie fait l'objet d'un contrat de plan Etat-Région (2001-2003) où sont associés des chercheurs de Géographie, Géologie et Chimie.

PHASE II

Action 3 *Applications des technologies sur tous les sites sélectionnés* (Durée : 1 juillet 2005 - 30 juin 2008)

En fonction des résultats obtenus dans la phase 1 sur la mise au point des nouvelles technologies, nous serons peut être conduits à affiner certains points de la méthodologie. Il est prévu lors de la phase II de sortir des sites pilotes et d'appliquer la méthodologie sur une emprise géographique plus grande, en particulier l'Escaut (zone en amont) et les tributaires Lys et Deûle, et à différents moments de l'année ainsi que d'étudier l'impact sur le milieu marin.. Plusieurs sites y compris ceux décrits ci-dessus, seront étudiés à différents moments de l'année. En Belgique les

stations d'échantillonnage seront localisées dans l'Escaut et la Lys frontaliers, l'estuaire de l'Yser et la zone côtière franco-belge et en France dans l'Escaut, la Deûle et l'Authie et dans les deux cas nous étudierons l'impact des polluants sur le milieu marin

L'impact sur le milieu aquatique des sédiments pollués varie qualitativement et quantitativement en fonction de la qualité de l'eau. Cette dernière dépend à la fois de phénomènes naturels : effet saisonnier, cycle nycthéral, variation de la densité planctonique, et de phénomènes d'origine anthropiques : rejets de polluants, apports d'eaux traitées plus oxygénées etc. Le **modèle sédimentaire** sera ajusté sur les données de terrain, et d'autres simulations permettront de tester la validité du modèle. D'une part on essaiera de déterminer l'écotoxicité du sédiment vis-à-vis d'organismes benthiques sélectionnés, par une méthode de partition de phases et de spéciation (partitioning/speciation). D'autre part, afin de mieux comprendre la dynamique des échanges dissous, il sera envisagé d'appliquer ce modèle dans un mode dynamique, forcé par la variabilité temporelle des apports et prenant en compte la variabilité dans le temps des processus de dégradation dans les sédiments. Ainsi le modèle peut prévoir les flux sédiment/eau.

Une des retombées des recherches sera l'établissement de nouvelles normes (ou tout au moins harmonisation) quant à la qualité des eaux et des sédiments fluviaux et marins, boues de dragages etc.

Action 4 *Création d'un réseau de recherche franco-belge sur l'environnement* (Durée : 1 juillet 2005 – 30 juin 2008)

Les recherches actuelles imposent un matériel de pointe de coût et de frais d'entretien trop élevés pour être pris en charge par un seul laboratoire. De plus, afin de tirer au mieux profit de tels investissements, les matériels doivent être utilisés par des chercheurs très compétents et les résultats discutés par une équipe pluridisciplinaire ce qui nécessite un personnel de « masse critique suffisante » rarement atteinte dans un seul laboratoire. Une association de compétences (ensemble d'équipes spécialisées que l'on ne rencontre pas en général dans une seule université) est indispensable pour optimiser l'utilisation des matériels et éviter la multiplication des gros

investissements. De plus la résolution de problèmes transfrontaliers se trouvera simplifiée si des équipes de spécialistes des pays impliqués mettent en commun leurs connaissances et savoir-faire. La création d'un **Réseau Transfrontalier de Recherche sur l'Environnement** peut être une réponse pertinente.

Un projet de recherche commun (pour une durée de quatre années) intitulé « New tool to assess pollutant concentrations in water and sediments », déposé en Belgique dans le cadre du « Second Multiannual Scientific Support Plan for a Sustainable Development Policy – SPSD II Part II Global Change, Ecosystems and Biodiversity » pourra constituer les premières bases d'une telle structure.

5.5.. Plus-value transfrontalière générée par le projet

Les plus-values transfrontalières concernent principalement :

- le transfert de technologie
- les échanges de données et le développement d'une base de donnée commune
- la création d'un réseau transfrontalier, grâce à l'effet synergie et l'obtention d'une « masse critique » obtenue par la mise en commun de compétences et l'association de chercheurs belges et français

Les deux équipes disposent ou peuvent utiliser dans leurs universités respectives des technologies qui sont complémentaires (Microélectrodes, DGT, DET, solidification de sédiment, ICP-MS haute résolution ...) pour étudier l'impact des activités anthropiques sur les écosystèmes aquatiques. La mise en commun de ces techniques et compétences devrait dans le cadre de ce programme déboucher pour la première fois sur la mise au point d'un nouvel outil permettant de contrôler la qualité des eaux et sédiments, mise au point rendue possible par un transfert de technologies. De plus cet outil devrait conduire à la conception d'un **modèle**, outil prédictif des risques encourus par exemple par l'effet bombe à retardement que peuvent représenter certains polluants dans les sédiments. Jusqu'à présent on n'a pas été en mesure de faire une prédiction scientifique fondée en ce qui concerne l'effet de cette «bombe à retardement»

Les outils mis au point conduiront à un nombre important de résultats analytiques qui regroupés constitueront une **base de données** fiable accessible aux différents pays. La possibilité d'accéder à ces données est importante pour les scientifiques et acteurs de terrain des deux pays, la pollution ne connaissant pas de frontières. Les équipes du projet, spécialisées sur les recherches en environnement, ont chacune de leur côté participé à des programmes de recherches nationaux et européens, et pris conscience d'un manque de structure fédérative permettant d'éviter les redondances (thématiques, acquisition de gros matériel...), d'avoir accès aux bases de données nationales et le manque d'ouverture vers une plus grande pluridisciplinarité. La création d'un réseau transfrontalier permettra de combler ces lacunes.

Ces équipes ont déposé auprès du gouvernement belge un projet commun (pour une durée de quatre ans) « New tool to assess pollutant concentrations in water and sediments » qui pourrait être une première ébauche d'une structure plus ambitieuse telle qu'un réseau transfrontalier.

5.6. Autres éléments d'appréciation :

Le projet répond-t-il à un ou plusieurs des critères suivants ? Si oui, lesquels ?

Intégration du projet au sein d'une stratégie transfrontalière (territoire, filière, réseau,...) ?

Le projet s'inscrit dans une stratégie transfrontalière future : création d'un Réseau Transfrontalier (ou Pôle de Compétences) de Recherche sur l'environnement afin de fédérer des équipes aux moyens analytiques complémentaires travaillant sur des sujets similaires : qualité de l'eau et des sédiments et sur un site commun transfrontalier : l'Escaut. La résolution de problèmes transfrontaliers se trouvera simplifiée si des équipes de spécialistes des pays impliqués mettent en commun leurs connaissances et savoir faire. La mise en commun en réseau permettra d'élargir le domaine de compétence de chaque équipe et d'atteindre la masse critique pour acquérir des matériels coûteux.

Pérennité du financement du projet après INTERREG envisagée ?

Il serait souhaitable que le réseau ou pôle de compétences pouvant découler du projet perdure pour permettre aux différents acteurs de laboratoire ou de terrain d'utiliser non seulement les protocoles ou méthodologies mises au point mais également les matériels acquis en partie grâce au programme. Ce Réseau de Compétences pourra s'inscrire dans le cadre des Programmes européens PCRD et ne plus dépendre de fonds structurels. Les nouvelles techniques développées seront certainement utilisées aussi bien par l'industrie (évaluation et remédiation de la pollution) que les pouvoirs publics (contrôle de pollutions).

Contribution du projet à l'égalité des chances hommes / femmes ?

Tous les intervenants contractuels ou boursiers respectent la partition hommes / femmes.

Contribution du projet au développement durable et à la protection de l'environnement ?

Le projet devrait conduire :

- à l'harmonisation de normes européennes existantes, voire à la proposition de nouvelles normes de protection de l'environnement.
- à proposer des éléments pour la remédiation des sédiments contaminés.
- à la formation des jeunes chercheurs et à leur sensibilisation à une culture scientifique européenne.

Intégration des TIC dans la réalisation du projet ?

Création d'un site web donnant accès à la base de données.

Complémentarité du projet avec les politiques territoriales existantes ?

Le projet permettra une meilleure connaissance de la qualité des eaux et des sédiments des rivières et des fleuves et constituera une aide à la décision pour les acteurs politiques régionaux. Les techniques mises au point et les données acquises seront à la disposition des organismes comme l'Agence de l'Eau Artois Picardie, la DIREN (Direction Régionale de l'environnement), la VMM (Vlaamse Milieumaatschappij), l'UGMM (Unité de Gestion du Modèle Mathématique de la mer du Nord et de l'estuaire de l'Escaut), l'IEV (Institut d'Expertise Vétérinaire), le VLIZ (Vlaams Instituut voor de Zee) etc..

Amélioration du bilinguisme grâce au projet ?

Les nombreux échanges d'étudiants et les rencontres provoquées de chercheurs contribueront de fait à une meilleure connaissance des deux langues : le français et le néerlandais.

5.7. Respect de la législation communautaire

5.7.1. Effets sur l'environnement.

Votre projet est : ☒ principalement centré sur l'environnement
☒ positif en matière d'environnement
☐ neutre en matière d'environnement
☐ potentiellement négatif en matière d'environnement.

Si l'effet est potentiellement négatif, explicitez les mesures prises pour corriger cet impact :

.....
.....

5.7.2. Effets sur l'égalité des chances hommes / femmes

Votre projet est : ☐ principalement centré sur l'égalité hommes / femmes
☐ positif en matière d'égalité hommes / femmes
☒ neutre en matière d'égalité hommes / femmes
☐ potentiellement négatif en matière d'égalité hommes / femmes

Si l'effet est potentiellement négatif, explicitez les mesures prises pour corriger cet impact :

.....
.....

5.7.3. Marchés publics

Si nécessaire dans la mise en œuvre de votre projet, quelles dispositions prendrez-vous pour respecter les règles de mise en concurrence et / ou de marchés publics ?

France : respect des règles des marchés publics en cours.

Flandre : respect des lois en cours ; contrôle exécuté respectivement par le commissaire du gouvernement de la VUB et du VLIZ.

5.7.4. Publicité

Quelles dispositions prendrez-vous pour respecter les obligations en matière de publicité sur la contribution financière de l'Union européenne ?

Les résultats les plus importants seront donnés sur un site web. Des séminaires seront organisés où seront conviées des personnalités du monde socio-économique. Lors de toutes ces manifestations, un rappel des crédits européens sera indiqué

5.8. Indicateurs de réalisation quantifiés	
5.8.1. Indicateurs en rapport avec ceux définis par mesure dans le Programme	
Cochez les indicateurs de réalisation que vous utiliserez pour le suivi de l'état d'avancement de votre projet.	
	Indicateurs
Indicateurs transversaux	
1. Nombre d'emplois directs créés	
2. Projet utilisant les TIC	
Mesure 1.1 : Améliorer la vie quotidienne et le développement des services Transfrontaliers	
1. Nombre d'accords transfrontaliers en matière sanitaire	
2. Nombre d'actions communes en prévention santé	
3. Nombre d'actions pilotes soutenues en matière de mobilité	
4. Nombre d'actions favorisant une meilleure connaissance entre populations frontalières	
5. Nombre d'actions sociales menées en transfrontalier	
6. Nombre d'équipements et/ou de services communs mis en réseau	
Mesure 1.2 : Favoriser l'intégration du marché du travail transfrontalier et l'insertion sociale Sociale	
1. Nombre de formations conjointes organisées	
2. Nombre d'heures de formation conjointe organisées	
3. Nombre de demandeurs d'emploi formés	
4. Nombre de travailleurs formés	
5. Nombre de formateurs formés	
6. Nombre d'étudiants formés	
7. Taux de placement des stagiaires	
8. Nombre de personnes renseignées sur le marché du travail	
9. Nombre de formations incluant l'apprentissage de la langue voisine	
10. Nombre d'actions pilotes liées au marché de l'emploi	
Mesure 1.3 : Contribuer au rapprochement des acteurs économiques et améliorer l'environnement des entreprises	
1. Nombre de pôles d'excellence transfrontaliers créés ou renforcés	X
2. Nombre de TPE, PME - PMI renseignées ou accompagnées	
3. Nombre de partenariats transfrontaliers établis	X
4. Nombre d'emplois créés	
5. Nombre d'actions soutenues en matière d'innovation technologique	X
Mesure 2.1 : Développer une gestion et une préservation concertées de l'environnement	
1. Nombre d'actions communes de préservation des milieux naturels	X
2. Nombre d'actions de sensibilisation à l'environnement	X
3. Nombre de personnes sensibilisées à l'environnement	X
4. Nombre d'actions pilotes en matières d'énergie renouvelables et de gestion des déchets	
Mesure 2.2 : Valoriser le potentiel touristique et culturel du territoire transfrontalier	
1. Nombre de produits touristiques communs	
2. Nombre de campagnes communes de promotion	
3. Nombre d'accord de partenariat entre structures touristiques	
4. Nombre d'événements culturels mis en œuvre	
5. Nombre d'accords de partenariat entre organismes culturels	
Mesure 2.3 : Soutenir les initiatives rurales dans une perspective de développement durable	
1. Nombre de structures en milieu rural ayant reçu une assistance dans le cadre du programme	
2. Nombre de produits de qualité ayant fait l'objet d'une intervention dans le cadre du programme	
Mesure 2.4 : Contribuer à la structuration du territoire transfrontalier	
1. Nombre d'études d'aménagement du territoire transfrontalier faites	
2. Nombre d'outils de planification liés à la mesure mis en place	
3. Nombre d'actions pilotes soutenues	

5.8.2. Autres indicateurs

Si vous utilisez d'autres indicateurs pour le suivi de l'état d'avancement du projet, Précisez-les ici (l'utilisation d'indicateurs spécifiques au projet ne vous dispense pas d'utiliser un ou plusieurs des indicateurs proposés au point précédent) :

5.9. Durée et calendrier de mise en œuvre du projet

Durée totale du projet :6 ans.....

Date prévisionnelle de démarrage :1 juillet 2002.....

Calendrier prévisionnel des actions de la phase 1 (maximum 3 ans)

Action 1 - date de démarrage prévisionnelle : 1 juillet 2002
- date de clôture prévisionnelle : 30 juin 2005

Action 2 - date de démarrage prévisionnelle : 1 septembre 2003
- date de clôture prévisionnelle : 30 juin 2005

Si nécessaire, calendrier prévisionnel de la phase 2 :

Action 3.... - date de démarrage prévisionnelle : 1 juillet 2005
- date de clôture prévisionnelle : 30 juin 2008

Action 4.... - date de démarrage prévisionnelle : 1 juillet 2005
- date de clôture prévisionnelle : 30 juin 2008

5.10. Articulation éventuelle avec d'autres projets financés par l'Union européenne

5.11. Public cible du projet	
5.11.1. Indiquez le ou les public(s) cible(s) de votre projet, au vu de ceux présentés dans le complément de programmation	
MESURE CONCERNEE	Public cible (cochez)
Mesure 1.1 : Améliorer la vie quotidienne et les services transfrontaliers	
Population de la zone éligible	
Population de la zone frontalière de proximité	
Mesure 1.2 : Favoriser l'intégration du marché du travail transfrontalier et l'insertion sociale	
Demandeurs d'emploi de la zone	
Travailleurs de la zone	
Dirigeants d'entreprise de la zone	
Etudiants et/ ou élèves de la zone	
Formateurs	
Organismes intervenant dans le domaine de la formation	
Minorités ethniques	
Bénéficiaires de l'aide sociale et personnes en difficulté	
Bureaux d'interim	
Organismes publics ou parapublics intervenant sur le marché de l'emploi	
Mesure 1.3 : Rapprochement des acteurs économiques - environnement des entreprises	
Chefs d'entreprises, TPE, PME-PMI de la zone	
Créateurs d'entreprise	
Centres de recherche, laboratoires	X
Chercheurs	X
Universités et écoles supérieures	X
Commerçants et artisans	
Mesure 2.1 : Gestion et préservation concertées de l'environnement	
Population de la zone transfrontalière	X
Riverains des cours d'eau	X
Riverains des installations industrielles, agricoles ou des zones urbaines	X
Population scolaire	
Entreprises de la zone transfrontalière	
Mesure 2.2 : Valoriser le potentiel touristique et culturel	
Clientèle touristique locale ou hors zone	
Commerçants, artisans	
Population de la zone transfrontalière, en particulier les jeunes	
Professionnels des secteurs du tourisme et de la culture	
Structures culturelles et touristiques	
Artistes de la zone transfrontalière	
Mesure 2.3 : Soutenir les initiatives rurales	
Populations des zones rurales transfrontalières	
Exploitants agricoles de la zone transfrontalière	
Acteurs économiques en milieu rural	
Organisations professionnelles agricoles	
Commerçants et artisans	
Mesure 2.4 : Contribuer à la structuration du territoire transfrontalier	
Collectivités publiques	
Associations	
Structures intercommunales	
Acteurs en charge du développement et de l'urbanisme	
Communes frontalières	
Population de la zone transfrontalière	

5.11.2. Autre(s) public(s) cible(s) spécifique(s) au projet

5.12. Zone géographique couverte par le projet

Cochez les arrondissements / départements concernés par le projet

Liste des arrondissements / départements **éligibles**

Les départements français		Les arrondissements belges	
Aisne	.....	Ath	.....
Ardenne	.....	Dinant	.....
Nord	.....X	Veurne (Furnes)	.....X
		Ieper (Ypres)	.....X
		Mouscron	.....
		Kortrijk (Courtrai)	.....X
		Mons	.....
		Neufchâteau	.....
		Philippeville	.....
		Thuin	.....
		Tournai	.....X
		Virton	.....

Liste des arrondissements / départements en **zone adjacente**

Les départements français		Les arrondissements belges	
Oise	.....	Charleroi	.....
Pas-de-Calais	.....X ...	Diksmuide (Dixmude)	.....X
Somme	.....	Namur	.....
		Oostende (Ostende)	.....X
		Oudenaarde (Audenarde)	.....
		Roeselare (Roulers)	.....
		Soignies	.....
		Tielt	.....

