

**INTERREG III-PROGRAMMA**  
**Frankrijk / Wallonië / Vlaanderen**

\*\*\*

**FICHE MET DE PROJECTBESCHRIJVING**

We raden u ten stelligste aan om dit formulier in te vullen aan de hand van de gebruiksaanwijzing en de diverse onderdelen van de instrumentendoos.

Projecten waarvan de uitvoering langer dan drie jaar zal duren, moeten in twee aparte operationele fasen worden opgedeeld. Deze projectfiche geeft een gedetailleerde beschrijving van fase 1 en, indien nodig, van de eventuele fase 2. Het feit dat de financiering van fase 1 wordt goedgekeurd, betekent niet automatisch dat ook fase 2 gefinancierd zal worden. Daarvoor is een positieve evaluatie nodig van de eerste fase, met, indien nodig, een aanpassing van fase 2 aan de resultaten van fase 1. Het project kan in elk geval niet langer duren dan de uiterste datum waarop de uitgaven in het kader van het programma kunnen worden gesubsidieerd, namelijk 31 december 2008.

**DEEL I – ALGEMENE INFORMATIE**

**1. PROJECTNAAM**

Titel (acroniem) : STARDUST

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

Ondertitel : *Lot van de pollutanten in fluviaatiele en mariene sedimenten in grensoverschrijdende zones*

Versie d.d.: 1 oktober 2002.

**2. DEELPROGRAMMA, AS EN MAATREGEL**

**2.1. Deelprogramma:**

- O Tripartiet deelprogramma
- O Frans-Waals deelprogramma
- X Frans-Vlaams deelprogramma

**2.2. As en maatregel:**

As 1, Maatregel 3

As 2, Maatregel 1

### 3. PROJECTPARTNERS

Voeg evenveel kaders toe als er projectpartners zijn en pas de nummering aan. Indien u een project indient in het kader van het tripartiete deelprogramma, moet u minstens één projectpartner opgeven voor elk van de drie zones (Frans, Waals en Vlaams).

#### 3.1. Projectpartner nr. 1 – Coördinerende projectleider

Benaming: Université des Sciences et Technologies de Lille (USTL)  
Juridische vorm: EPCSCP

Adres: Laboratoire Chimie Analytique et Marine Bât. C8  
F-59655 Villeneuve d'Ascq Cedex France

Wettelijke vertegenwoordiger: de heer Hervé Baussart, President  
Projectverantwoordelijke: Prof. Michel Wartel  
Tel.: +33 (0)3 20 43 49 36 Fax: +33 (0)3 20 43 48 22 E-mail: wartel@univ-lille1.fr

BTW-plichtig:  ja  neen  gedeeltelijk

#### 3.2. Projectpartner nr. 2

Benaming: Vlaams Instituut voor de Zee (VLIZ)  
Juridische vorm: vzw

Adres: Vismijn, Pakhuizen 45-52, B-8400 Oostende, België  
Wettelijke vertegenwoordigers: de heer Paul Breyne, Gouverneur van West-Vlaanderen,  
Voorzitter Raad van Beheer VLIZ en mevrouw Marie-Claire Van der Stichele-De Jaegere,  
Secretaris Raad van Beheer VLIZ  
Projectverantwoordelijke: Dr. Jan Mees, Directeur VLIZ  
Tel.: +32 (0)59 34 21 30 Fax: +32 (0)59 34 21 31 E-mail: info@vliz.be

BTW-plichtig:  ja  neen  gedeeltelijk

#### 3.3. Projectpartner nr. 3

Benaming: Vrije Universiteit Brussel (VUB)  
Juridische vorm: Publieke Instelling van Onderwijs en Onderzoek (universiteit)

Adres: Pleinlaan 2, B-1050 Brussel, België

Wettelijke vertegenwoordiger: Prof. Benjamin VAN CAMP, Rector  
Projectverantwoordelijke: Prof. Willy. Baeyens  
Tel.: +32 (0)2 629 32 63 Fax: +32 (0)2 629 32 74 E-mail: wbaeyens@vub.ac.be

BTW-plichtig:  ja  neen  gedeeltelijk

**4. LIGT HET PROJECT DAT INTERREG III-STEUN AANVRAAGT GEHEEL OF GEDEELTELIJK IN HET VERLENGDE VAN EEN INTERREG II-PROJECT?**

- Ja  
 Neen (ga direct naar punt 4.4.)

**4.1. Naam van het project dat steun kreeg in het kader van Interreg II**

Dit project werd opgezet in het kader van het volgende programma (streep aan):

- Hainaut / Nord-Pas de Calais / Picardie  
 Nord-Pas de Calais / West-Vlaanderen  
 Wallonie / Champagne – Ardenne

**4.2. Belangrijkste resultaten en grensoverschrijdende impact van het vorige project**

Gelieve een samenvattende nota in bijlage te voegen (hoogstens 5 pagina's)

**4.3. Ontwikkelingen in het nieuwe Interreg III-project (meer bepaald qua partnerschap, geografische zone, thematiek, doelstellingen...)**

**4.4. Indien u voor het eerst deelneemt aan een project dat wordt gefinancierd in het kader van INTERREG, hoe hebt u het bestaan vernomen van dit programma?**

Frankrijk: Région Nord Pas de Calais

Vlaanderen: het VLIZ heeft reeds vroeger deelgenomen.

**DEEL II – VOORSTELLING VAN HET PROJECT**

## 5. PROJECTBESCHRIJVING

De huidige en vooral de vroegere antropogene activiteiten hebben onder andere een accumulatie aan contaminanten in aquatische sedimenten tot gevolg gehad. Deze polluenten zitten niet definitief vast zodat deze sedimenten een 'tijdbom' vormen. Onder bepaalde condities kunnen deze polluenten uit de waterkolom vrijkomen en de huidige genomen maatregelen voor de verbetering van de kwaliteit van zowel rivier-als zeewater tegenwerken.

De doelstelling van dit project is om de mogelijke risico's in te schatten bij een geplande of toevallige wijziging van de sedimentenomgeving (betere oxygenatie van de waterkolom en de sedimenten dankzij de aan gang zijnde maatregelen voor behandeling van afvalwater maar ook effecten zoals bioturbatie, baggerwerken en de aanleg van oevers ...) en dit in het noorden van Frankrijk, het zuiden van België en in de kustzone.

Dit milieuprobleem krijgt een andere dimensie wanneer er twee aangrenzende landen bij betrokken zijn. Inderdaad, rivieren zoals de Schelde en de Leie zijn een gemeenschappelijk erfgoed van Noord-Frankrijk en Vlaanderen, terwijl de kustwateren van onze Noordzee eveneens en rechtstreeks beïnvloed worden door antropogene activiteiten in beide vermelde regio's. De studie van het voorgestelde probleem kan maar uitgevoerd worden in het kader van een grensoverschrijdend programma en een gemeenschappelijke politiek in beide regio's. Een geografisch zo belangrijk project kan maar door een pluridisciplinaire groep met voldoende kritische massa en know-how uitgevoerd worden. Om aan die voorwaarden te voldoen is het noodzakelijk om de capaciteiten en de competenties van excellentiecentra uit de twee regio's samen te brengen. Deze dienen in eerste instantie gezamenlijk hun kennis te gebruiken om hun nieuwe technieken toepasbaar te maken voor een zo breed mogelijk gamma aan polluenten, evenals ze te verfijnen en verder te exploreren om de biobeschikbaarheid van de contaminanten in het water en de sedimenten te bepalen, om de methodologie te valideren op het terrein, en om een voorspellend instrument op te stellen: modellisatie.

In tweede instantie voorziet het project erin een politiek te ontwikkelen voor uitwisseling van studenten en wetenschappers om dusdanig een **grensoverschrijdend onderzoeksnetwerk** te creëren inzake waterkwaliteit.

### 5.1. Begintoestand (een grensoverschrijdende, met cijfers gestaafde diagnose bijvoegen)

De waterkwaliteit van de waterlopen in de regio Nord Pas de Calais en in de Belgische aangrenzende waterlopen (Deûle, Schelde, Leie, enz.) en zelfs de kustwateren waren door de grote hoeveelheden organisch materiaal, zware metalen, PCB's en pesticiden, die gedurende decennia via diverse punt- en diffuse bronnen werden geloosd, van een bedenkelijke kwaliteit en zelfs slecht tijdens de laatste decennia. Een groot deel van deze gifstoffen concentreerden zich in anoxische sedimenten die massaal werden afgezet in het bovenstroomestuarium en in onze kustzones en er nog steeds aanwezig is als zware erfenis van de antropogene activiteiten in het verleden.

Niet enkel toxische verbindingen vormen een probleem. De enorme aanvoer van nutriënten en organische materiaal, afkomstig van omliggende landbouwgebieden en van ongezuiverd huishoudelijk afvalwater, zorgt voor ernstige eutrofiëring tijdens bepaalde perioden. Deze laatste, gekenmerkt door een belangrijke groei van organismen ("planktonbloom") dragen tijdens het afbreken van het gevormde organische materiaal bij tot nog grotere tekorten aan zuurstof of zelfs een totaal gebrek aan zuurstof in de diepere wateren en de sedimenten.

Bewustwording van het probleem door de verantwoordelijken alsook de Europese milieuwetgeving hebben er de laatste jaren toe bijgedragen dat een aantal noodzakelijke ingrepen werden doorgevoerd in de industrie, de landbouw en op huishoudelijk vlak. Er werden meer doeltreffende afvalwaterzuiveringstations geïnstalleerd (toevoegen van een behandeling voor stikstof en fosfor), wat leidt tot een verbeterde waterkwaliteit in de rivieren. De inspanningen worden

verdergezet, vooral in de Schelde, waar het realiseren van het waterzuiveringstation 'Noord' te Brussel (verwachtingsdatum: 2005-2006) moet bijdragen tot een hoger zuurstofgehalte in deze rivier en estuarium.

Merkwaardig genoeg zal de gunstige evolutie voor het zuurstofgehalte ook diverse keerzijden hebben. Het denitrificatieproces, dat nitraten omzet in onschadelijk stikstofgas en enkel werkt in een zuurstofarme omgeving, zal waarschijnlijk in de waterkolom stilvallen, en zullen een verlaagde intensiteit hebben in de eerste lagen van de sedimenten. Hierdoor is nog een grotere toevoer van nitraten naar zee mogelijk, met alle gevolgen van dien voor het eutrofiëringprobleem in de kustzone. En mogelijk nog belangrijker is de gevreesde en verwachte '**chemische tijdbom**'. Heel veel giftige metalen zijn gerelateerd aan de anoxische fase van de sedimenten en een verhoging van de zuurstofconcentratie in de waterkolom zal de metaalflux van het sediment naar het bovenliggend water verhogen.

Op dit moment is het echter onmogelijk om de impact te voorspellen:

1) van de waterkwaliteitsveranderingen op de toekomstige sediment/water uitwisselingsfluxen, daar zelfs de fluxen van vandaag, zowel als de verwante biogeochemische processen in de sedimenten van de waterlopen die hier bestudeerd worden, nauwelijks gekwantificeerd zijn. Slechts een beperkt aantal studies hieromtrent werden uitgevoerd. Vermeldenswaardig zijn de studies uitgevoerd in de Schelde (ruwe schattingen van de epibentische flux door Baeyens et al. in 1986; verticale, lage resolutie sedimentprofielen door Zwolsman et al. in 1986; biogeochemie van stikstof in poriewater van zanderige sedimenten door Boderie et al. in 1993; sulfaat reductiesnelheden door Panatrakul et al. in 2001) en in de Scarpe (fosfaat in de sedimenten door Michalet in 1998). Bovendien hebben de straatnamen in bovenvermelde publicaties een kleinschalige ruimtelijke bedekking en verwaarlozen ze in het algemeen seizoengebonden fluctuaties.

2) van natuurlijke (bioturbatie, hoge debieten,..) en antropogene (baggerwerken, schroefturbulenties, aanleg van oevers...) remobilisatie in zuurstofrijk water.

3) van de kwaliteit van het water langs beide zijden van de Frans-Belgische grens.

## **5.2. Te verwachten resultaten**

### 5.2.1. Te verwachten resultaten die specifiek zijn voor het project

De eerste drie jaar van het programma zullen gewijd zijn aan:

- een gemeenschappelijke politiek voor de verdere ontwikkeling van de bestaande, maar slechts partieel voldoende methodologie (iedere deelnemer zal al zijn kennis ten dienste stellen van het project en overdragen naar de partners).
- toepassing van de methodologie op zowel Belgische als Franse locaties met wederzijds akkoord (zoet-en zeewater).
- een netwerk en modellisatie.

In de daaropvolgende jaren wordt voorzien om de geografische bestrijking uit te breiden, deze te bestuderen en een grensoverschrijdend onderzoeksnetwerk te ontwikkelen voor de waterkwaliteit. Een biogeochemisch sediment model zal toelaten de processen in een sediment alsook de fluxen naar en uit het sediment beter te begrijpen en te kwantificeren.

### 5.2.1.1 Methodologische ontwikkeling

In dit onderzoeksvoorstel zullen we trachten om een antwoord te vinden op sommige van de bovengestelde vragen of op zijn minst vooruitgang te maken in de goede richting. Hiervoor zijn verticale, hoge resolutieprofielen vereist: (1) om epibentische fluxen te schatten; (2) om biogeochemische processen en hun precieze locatie te identificeren; (3) om processnelheden te berekenen aan de hand van modellisatie. Recentelijk werden een aantal veelbelovende technieken ontwikkeld, die het opmaken van hoge resolutieprofielen toelaten, uitgaande van diffusie in gel of voltametrie met micro-elektroden, die de concentratie van de verschillende scheikundige entiteiten zowel in poriewater als in de vaste fase weergeven (Zhang et al., 1995; Davison et al., 1997). Vooreerst dienen deze technieken echter te worden aangepast en gevalideerd voor de sites die we willen bestuderen. Bijkomend ontwikkelden Davison en Zhang (1994) een methode die rechtstreeks kan worden aangewend om geïntegreerde opnames te maken van sporenelementconcentraties op lange termijn (weken, maanden) in de waterkolom. Dit nieuwe meetprincipe kan theoretisch worden aangewend voor een groot aantal componenten, inclusief organische verbindingen, die gemakkelijk kunnen diffunderen door een gellaag en kunnen worden opgenomen en vastgehouden door een actieve harscollector in de laag achter de gel.

Veel onderzoek is nog vereist om de nieuwe technieken te valideren alvorens deze kunnen toegepast worden in rivieren, estuaria en zeewater.

## STUDIE VAN DE SAMENSTELLING VAN HET PORIEWATER

De samenstelling van het poriewater en het onderliggende water zullen bepaald worden door:

### *- Diffusie in gel*

#### **DET methode** (Diffuus evenwicht in dunne film)

Deze techniek gebruikt een hydrogel laag en is van hetzelfde principe als dialyse, maar heeft, toegepast op poriewateren een veel hogere resolutie (Davison et al., 1991). Deze films die bestaan uit gellagen geplaatst op een houder worden verticaal in het sediment geplaatst. De ionen aanwezig in het poriewater kunnen simpelweg diffunderen door de gel tot een evenwicht met de waterige omgeving ontstaat. Aan de hand van deze techniek kunnen hoge resolutie metingen (resolutie van de grootteorde van 1 mm) van opgeloste hoofdelementen in poriewateren worden gemaakt, door onderverdeling en oplossing van de gel in stroken van een welbepaalde dikte, gevolgd door analyse.

Ultrahoge resolutie (100  $\mu\text{m}$ ) kan bereikt worden door koppeling van laserablatie/ICP-MS, microfluorescentie X ( $\mu\text{-XRF}$ ) en een nieuwe, recentelijk ontwikkelde versie van microsonde X (EPXMA)

#### **DGT methode** (Diffuse gradiënt in dunne film)

Deze procedure, ontwikkeld door Davison en Zhang (1994), is vergelijkbaar met de DET techniek, maar gebruikt naast een polyacrylamide gel, een dunne gelfilm die ionen-uitwisselingsharsen bevat selectief voor sporenmatalen, alkali- en aardalkali-elementen en anionen. De ionen moeten diffunderen door de filter en de diffuse laag om de harslaag te bereiken, wat met zich meebrengt dat enkel labiele componenten zullen worden gemeten, daar de residentietijd in de gel over het algemeen van de orde van enkele minuten is. Het is de vorming van een constante concentratiegradiënt in de diffuse laag die de basis vormt voor de meting van metaalconcentraties in de waterkolom of het poriewater zonder de nood aan een aparte kalibratie. DGT meet rechtstreeks de fluxen van de waterkolom of het poriewater naar het hars. Deze flux laat toe van de bulkwaterconcentratie te bepalen, als de flux in het bulkwater groter is dan de maximumflux van het bulkwater naar het hars. Bij toepassing op bodems en sediment kan dit echter een probleem vormen. In dit geval wordt de flux van de vaste fase naar de oplossing bepaald, en die is kleiner dan de maximum flux van poriewater naar hars.

DGT kan worden aangebracht in het sediment als een continue strip of gel en na verwijdering

Van het systeem geanalyseerd worden met een ruimtelijke resolutie van 1 mm of 0.1 mm met gebruik te maken van de hierboven beschreven recente technieken. Analyse gebeurt na drogen van de gel en met behulp van een bestralingstechniek.

De DGT techniek verschaft ook geïntegreerde concentraties van sporenpolluenten in de waterkolom, aangezien de capaciteit van het hars een onderdompeling van 3 maanden in gecontamineerde kustwateren zou mogelijk maken, alvorens verzadigd te zijn (Davison en Zhang, 1994). De mogelijkheid van de DGT's om de organische micropolluenten te preconcentreren is zeer belangrijk vermits deze verbindingen gewoonlijk in de vorm van ultrasporen in het natuurlijk milieu voorkomen.

#### **- *Micro-elektroden***

Voltametrische methoden worden vaak gebruikt voor de analyse en de speciatie van bepaalde zware metalen in wateroplossingen. Meestal werden hiervoor kwikdruppel- of filmtechnieken gebruikt als sensor. Deze commercieel gebruikte elektroden zijn echter niet bruikbaar voor de directe meting in sedimenten. Recentelijk werden micro-elektroden ontwikkeld voor de meting van zuurstof, sulfiden, ijzer en mangaan in poriewaters van sedimenten.

Deze technieken zullen ontwikkeld worden tijdens deze studie. Bovendien moet hun gebruik in de sedimenten van de Deûle, dichtbij een metaal verwerkend bedrijf, toelaten om in-situ profielen op te stellen van lood en zink.

Anoxische condities, zoals waargenomen in sedimenten, zijn zeer geschikt voor voltametrische bepalingen, daar er geen noodzaak is om met een inert gas, opgeloste zuurstof dat een interfererend signaal geeft, uit het staal te verwijderen. In dergelijke sedimenten kunnen bijgevolg profielen van Fe, Mn, O<sub>2</sub> en H<sub>2</sub>S bij (sub-)millimeter resolutie worden opgesteld.

De sulfiden bekleeden een sleutelpositie in het geochemische gedrag (immobilisatie en mobilisatie) van metalen in de sedimenten. De sulfiden zijn afkomstig van de reductie van sulfaten via intermediaire sulfaatreducerende bacteriën; die kunnen gekarakteriseerd worden via de bepaling van specifieke lipiden door HPLC-GC-MS. In de sedimenten zullen verticale profielen worden opgesteld, rekening houdend met de herverdeling van de zwavelbevattende micro-organismen.

#### **- *Klassieke poriewater extractiemethoden***

Klassieke poriewater staalname- en extractiemethoden, zoals centrifugatie, squeezen en het gebruik van een core-squeezer (Leermakers et al., 1993; Van Ryssen et al., 1999) geven ons, in tegenstelling tot de bovenbeschreven methoden, geen hoge verticale resolutie, maar zijn essentieel voor de methodeontwikkeling en methodevalidaties, zowel als voor de interpretatie van de DGT en DET metingen.

### **STUDIE VAN DE VASTE FASE**

#### **- *Mineralogische karakterisering van de sedimenten***

De fixatie en/of remobilisatie van chemische elementen in aquatische sedimenten hangt af van verschillende factoren. Daardoor kunnen de mineralogische samenstelling van de sedimenten (natuur van het mineraal), de petrofysische kenmerken (porositeit, korrelgrootte,...), de manier van afzetting alsook de fysische-en chemische kenmerken die worden beïnvloed na afzetting (bioturbatie, samendrukbaarheid, diagenese reacties,...) een belangrijke rol spelen. Het is daarom hoogst noodzakelijk om deze verschillende factoren te preciseren.

Volgende benaderingen zullen gevolgd worden:

- karakterisering van de sedimentstructuur vanaf de afzetting: mineralogische lagen, indicatie van bioturbatie, voorwaarden voor afzetting, bepalen van eventuele cyclussen in de sedimenten rekening houdend met variaties in de concentraties van de chemische elementen. Deze structuren kunnen bepaald worden door directe observatie van het bodemstaal maar vooral op hun beeld bekomen door X-stralen radiografie, optische reflectie of de studie van de grote dunne lagen van de sedimenten doordrongen met het hars om aldus hun interne structuur te behouden.
- karakterisering van de petrofysische parameters en de granulometrie door laser granulometrie.
- karakterisering van de mineralogie van de sedimenten: solventextractie, observatie van de doordrongen dunne lagen en gebruik van X-stralen diffractie voor de karakterisering van de oorsprong van de mineralen en bepalen van de samenstelling van de kleilagen. De pyrieten kunnen gekwantificeerd worden door chemische analyse na omzetting in H<sub>2</sub>S door toevoeging van chroom(II) in zuur milieu (Chroom reduceerbaar sulfide).

#### **- Analyse van micropolluenten**

Om hoge resolutie bestralingsanalyses op harsen of nat sediment uit te kunnen voeren, dienen we een gepaste methodologie te valideren. Dit omvat de volgende stappen: 1) snel invriezen van de gels en sedimenten in vloeibaar stikstof; 2) langzaam drogen van de ingevroren materialen; 3) voorzichtig de materialen verharderen met een met In en Re gespiked hars. Deze technologie wordt momenteel getest op een reeks lacustriene oppervlaktensedimenten, met LA-ICP-MS vereist echter nog een aantal op punt stellingen.

Twee belangrijke beperkingen dienen in beschouwing te worden genomen:

Niet-stoichiometrische ablatie (de zgn. elementfractionatie) beschrijft de niet-staal gebonden verandering in signaalintensiteiten met de tijd. De nieuwe generaties hoge resolutie ICP-MS bieden reeds een belangrijke verbetering op dit vlak. Het tweede aspect (de zgn. massafractionatie) is de wel-staal gebonden variatie van elementverhoudingen. Dit verklaart dat de matrix-gekoppelde kalibratiestandaarden leiden tot een betere en meer accurate bepaling dan de conventionele NIST glasstandaarden. De verbeteringen geobserveerd voor hoge-energie laser systemen bv. de “flat-top” excimer systemen hebben onlangs geleid tot het ontwerp van een commercieel beschikbaar systeem dat zeer bruikbaar blijkt voor de ontwikkeling van ultrahoge resolutie analyses van gels en nat sediment.

Veel recente publicaties tonen het grote potentieel van deze nieuwe technieken aan, maar de meeste van deze toepassingen zijn nog niet geëxploreerd. Bovendien werd de combinatie van hoge resolutie substraat metingen in de opgeloste en de vaste fase van sediment nog nooit uitgevoerd. Alleen via deze weg kunnen massabalansen, nodig voor het confirmeren van processen zoals adsorptie/desorptie en oplossing/precipitatie, worden bepaald en zullen voor het eerst ooit correcte uitwisselingen tussen sediment en waterkolom kunnen bepaald worden.

De grote variëteit aan harsen biedt verscheidene mogelijkheden: bijvoorbeeld competitie voor complexatie tussen de functionele groepen en de opgeloste liganden van het hars met bijvoorbeeld metalen, zal informatie opleveren omtrent de labiliteit en biobeschikbaarheid van deze metalen. Ook kunnen specifieke gels met kleinere of grotere poriegrootten worden gebruikt om de diffusie van grotere metaal-ligand complexen te beperken of te bevorderen (Zhang en Davison, 2000).

Anderzijds combineren niet-destructieve technieken, zoals laserablatie ICP-MS, PIXE, enz., de mogelijkheid om zeer hoge ruimtelijke resoluties op te leveren met zeer lage detectielimieten.

Geochemische sedimentmodellen zullen worden gebruikt om de kennis, verkregen door de hoge resolutie profielen in de opgeloste en de vaste fase en de verdeling tussen de beide fasen, te verbeteren.

### *5.2.1.2. Toepassing op de vastgelegde sites en modellisatie*

De methodologie voor de bepaling van epibentische fluxen, die op punt gesteld werd op punctueel bemonsterde sedimenten in de aquatische systemen van de door het project Interreg III gedefinieerde zone, zal toegepast worden op een veel groter aantal monsters zodat er een betere ruimtelijke en tijdsgebonden bestrijking uit resulteert: de Schelde en zijn zijrivieren en de kustzone. Specifieke nadruk zal gelegd worden op:

- studie van de zones onderhevig aan sterke antropogene activiteiten (landbouw, industrie,...).
- seizoengebonden effecten. Het organisch materiaal afkomstig van planktonische ontwikkeling speelt een belangrijke rol in de vroegtijdige diagenese van de sedimenten.

Geochemische sedimentmodellen zullen gebruikt worden om de opgestelde hypothesen te ondersteunen, op basis van de hoge resolutieprofielen in de vaste fase en opgeloste fase en de overeenstemmende evenwichten.

De gezamenlijk gevoerde onderzoeken op de Bovenschelde en zijn bijrivieren en de kustzone moet leiden tot het opstellen van een grensoverschrijdend netwerk en excellentiekern gespecialiseerd in de waterkwaliteit en bijdragen tot concrete antwoorden voor besluitvorming over het beheer van rivieren en zeewater.

In het kader van dit project zullen verscheidene uitwisselingen gebeuren van studenten die opgeleid zullen worden in de diverse technieken.

### 5.2.2. Bijdrage van het project aan de te verwachten resultaten van het programma

Streep het of de te verwachten resultaat/resultaten van uw project aan die verband houden met de te verwachten resultaten die per maatregel werden vastgelegd in het Operationele Programma.

<b>BETROKKEN MAATREGEL</b>	<b>TE VERWACHTEN RESULTAAT</b>
<b>Te verwachten transversale resultaten:</b>	
1. Scheppen van werkgelegenheid	
2. Breder gebruik van de ICT	
<b>Maatregel 1.1: Verbeteren van de levenskwaliteit van de bevolking en van de diensten aan beide zijden van de grens</b>	
1. Verbetering van het aanbod inzake gezondheidszorg	
2. Verbetering van de grensoverschrijdende mobiliteit	
3. Verbetering van de grensoverschrijdende sociale integratie	
4. Verbetering van het netwerk van voorzieningen en lokale diensten	
5. Verbetering van de uitwisselingen tussen de bevolking en van de wederzijdse kennis	
6. Verbetering van de tweetaligheid	
<b>Maatregel 1.2: Bevorderen van één grensoverschrijdende arbeidsmarkt en van de sociale integratie</b>	
1. Verbetering van het kwalificatieniveau van de stagiaires	
2. Betere wederzijdse kennis van de actoren inzake opleiding ; uitwisseling van methodologieën	
3. Structureren en optimaliseren van het opleidingsaanbod binnen de grensoverschrijdende zone	
4. Verbeteren van de informatieverspreiding over de grensoverschrijdende arbeidsmarkt	
5. Verbeteren van de mobiliteit van de werknemers en stagiaires binnen de grensoverschrijdende zone	
6. Verhogen van de tweetaligheid	
<b>Maatregel 1.3: Bijdragen tot de toenadering van de economische actoren en verbeteren van het ondernemingsklimaat</b>	
1. Verhogen van het aantal grensoverschrijdende expertisecentra of verstevigen ervan	<b>X</b>
2. Betere wederzijdse kennis van de bedrijven en de economische wereld in de grensoverschrijdende zone	
3. Ontwikkeling van de economische, wetenschappelijke en technische uitwisselingen	<b>X</b>
4. Verhoging van het aantal grensoverschrijdende partnerships	<b>X</b>
<b>Maatregel 2.1: Ontwikkelen van een gezamenlijk beheer en behoud van het leefmilieu</b>	
1. Verbeteren van de kwaliteit van het oppervlakte- en grondwater	<b>X</b>
2. Ontwikkeling van het milieubewustzijn	<b>X</b>
3. Verbetering van de bescherming van de natuurgebieden	<b>X</b>
<b>Maatregel 2.2: Het toeristische en culturele potentieel van de grensoverschrijdende zone valoriseren</b>	

1. Professionalisering van de actoren inzake toerisme	
2. Uitwerken van gemeenschappelijke of aanvullende toeristische producten	
3. Verbeteren van het netwerk van toeristische actoren in de zone	
4. Optimaliseren van de middelen inzake coördinatie, promotie en beheer van de culturele organisaties	
5. De toegang tot de cultuur verbeteren	
<b>Maatregel 2.3: Het plattelandsinitiatief ondersteunen in een perspectief van duurzame grensoverschrijdende ontwikkeling</b>	
1. Het platteland nieuw leven inblazen	
2. De diversificatie van de landbouwbedrijven verbeteren	
3. Verhogen van de verkoop van landbouwproducten met gedifferentieerde kwaliteit	
<b>Maatregel 2.4: Bijdragen tot de structurering van het grensoverschrijdende gebied</b>	
1. Optimaliseren van de ruimtelijke ordening van de grensoverschrijdende zone	
2. Verbeteren van de kwaliteit van de beschikbare grensoverschrijdende gegevens	
3. Verhogen van het aantal gemeenschappelijke instrumenten	

### 5.3. Doelstellingen

Dit werk kadert in de studie van de kwaliteit van aquatische sedimenten in grensoverschrijdende waterlopen (Schelde, Leie IJzer en Deûle) en kustzeeën (Noordzee).

De polluenten die over een lange periode in de aquatische sedimenten werden geaccumuleerd, vormen een “tijdbom” die kan ontploffen door een wijziging, zelfs van minieme aard, van de sedimentenomgeving (pH variatie, betere oxygenatie van de waterkolom en de sedimenten dankzij de aan gang zijnde maatregelen voor behandeling van afvalwater, maar ook effecten zoals bioturbatie, het wassen van het water, het verplaatsen van sedimenten bij baggerwerken en de aanleg van oevers etc.). Het voornaamste objectief van de studie is een bijdrage te leveren tot een betere kennis van het sedimentcompartiment dat moet uitmonden in een transfer van technologieën, en in de op punt stelling van een voorspellingsinstrument ter ondersteuning van het beleid (modellisatie) en het opstellen van nieuwe beschermingsnormen.

#### 5.3.1. Specifieke doelstellingen van het project

De specifieke doelstellingen zijn:

1) - ontwikkeling en validatie van DET en DGT technieken, inclusief de behandeling van het staal en detectiemethoden in zoet water, zeewater en estuarien water. Deze technieken laten toe om concentratiebepalingen van polluenten in poriewater mogelijk te maken, bij minimale verstoring door de staalname. De DGT laat bovendien toe om geïntegreerde metingen te maken eventueel over verschillende maanden. Voor sommige componenten zullen labiele/niet-labiele of anorganisch/organometaal speciaties worden uitgevoerd.

- het potentieel benutten van de recentelijk ontwikkelde instrumentele technieken, zoals laserablatie gekoppeld aan hoge resolutie ICP-MS, micro XRF, Raman spectra, ESCA, EPXMA voor de lichte elementen, in combinatie met DET en DGT staalname, voor de analyse en de speciatie van sporenmetalen en biogene elementen (P).

- meettechnieken te ontwikkelen voor in-situ bepalingen van zuurstofconcentraties, sulfiden, en metalen zoals ijzer en mangaan door voltametrie met micro-elektroden.

Methodevalidatie omvat ook de toepassing van kwaliteitscontrole procedures.

2) ontwikkeling en validatie van hoge resolutie profielen in poriewater met DET, DGT en voltametrie van metalen en nutriënten. De resultaten zullen vergeleken worden met deze bekomen met de klassieke technieken die minder performant zijn qua resolutie. Klassieke technieken met lagere verticale resolutie zullen worden aangewend ter controle.

3) ontwikkeling en validatie van hoge resolutie profielen in de sedimentfase, door het gebruiken van een In-Re-gespiked hars om het natte sediment te verharderen. De analyses zullen gedaan worden met de bovenvermelde technieken.

4) bepaling van hermobilisatie van polluenten vanuit de sedimenten, met behulp van hoge resolutie profielen bekomen in poriewater en sedimenten. Additioneel kunnen de snelheden van de water/sediment uitwisselingsfluxen worden gemeten aan de hand van laboratoriumexperimenten (flux-corer). In dergelijke experimenten kunnen eveneens waterkwaliteitsveranderingen worden gesimuleerd.

5) toepassing van geochemische sedimentmodellen op basis van de analytische resultaten.

6) evaluatie van mobilisatiefluxen in termen van biobeschikbaarheid en ecotoxicologie van de contaminanten.

7) de uitwisseling van studenten en onderzoekers bevorderen.

**5.3.2. Bijdrage van het project tot de realisatie van de algemene doelstellingen van het programma**

Streep de doelstellingen van uw project aan die verband houden met de doelstellingen die vastgelegd zijn voor elke maatregel van het Operationele Programma.

<b>BETROKKEN MAATREGEL</b>	<b>GEKWANTIFICEERDE BIJDRAGE VAN HET PROJECT</b>
<b>Gekwantificeerde transversale doelstellingen:</b>	
1. Aantal rechtstreeks geschapen banen	
2. Belangrijke bijdrage tot de ontwikkeling van de ITC (ja/nee)	
<b>Maatregel 1.1: Verbeteren van de levenskwaliteit van de bevolking en van de diensten aan beide zijden van de grens</b>	
1. Aantal acties om het aanbod inzake gezondheid en de gezondheidspreventie te optimaliseren	
2. Aantal acties/diensten om de grensoverschrijdende mobiliteit te bevorderen	
3. Aantal proefacties op sociaal vlak	
4. Aantal grensoverschrijdende diensten aan de bevolking	
5. Aantal acties om de wederzijdse kennis tussen de grensbevolking te bevorderen	
<b>Maatregel 1.2: Bevorderen van één grensoverschrijdende arbeidsmarkt en van de sociale integratie</b>	
1. Aantal gezamenlijke opleidingsacties	
2. Aantal taalopleidingen	
3. Aantal uren gezamenlijke opleiding	
4. Aantal opgeleide werkzoekenden	
5. Aantal opgeleide werknemers	
6. Aantal opgeleide studenten	
7. Aantal opgeleide opleiders	
8. Percentage van sociaal-professionele reïntegratie van de stagiaires	
9. Aantal personen die werden geïnformeerd over de grensoverschrijdende arbeidsmarkt	
10. Aantal proefacties die verband houden met de arbeidsmarkt	
<b>Maatregel 1.3: Toenadering van de economische actoren en ondernemingsklimaat</b>	
1. Aantal bedrijven die werden geïnformeerd over en/of begeleid bij hun grensoverschrijdende ontwikkeling	<b>4</b>
2. Aantal gerealiseerde grensoverschrijdende partnerships	
3. Aantal ontwikkelde grensoverschrijdende sectoren	<b>3</b>
4. Aantal acties op het vlak van solidaire economie	
5. Aantal bedrijven die werden ondersteund bij hun technologische aanpassing	

<b>Maatregel 2.1: Gezamenlijk beheer en behoud van het leefmilieu</b>	
1. Aantal natuurgebieden met een grensoverschrijdend beheer	2
2. Aantal proefacties inzake leefmilieu	2
3. Aantal personen die werden bewustgemaakt over het leefmilieu	
<b>Maatregel 2.2: Het toeristische en culturele potentieel valoriseren</b>	
1. Aantal gerealiseerde toeristische grensoverschrijdende producten	
2. Aantal gemeenschappelijke toeristische promotieacties	
3. Aantal proefacties om de bij de maatregel betrokken actoren te professionaliseren	
4. Aantal verbeterde toeristische onthaalstructuren	
5. Aantal gerealiseerde grensoverschrijdende culturele partnerships	
<b>Maatregel 2.3: Het plattelandsinitiatief ondersteunen</b>	
1. Aantal proefacties inzake grensoverschrijdende plattelandsontwikkeling	
2. Aantal promotieacties voor streekproducten	
3. Aantal proefacties inzake grensoverschrijdende ruimtelijke ordening van het platteland	
<b>Maatregel 2.4: Bijdragen tot de structurering van het grensoverschrijdende gebied</b>	
1. Aantal gerealiseerde plannen voor grensoverschrijdende ontwikkeling	
2. Aantal ontwikkelde grensoverschrijdende instrumenten voor ruimtelijke ordening	

#### **5.4. Nauwkeurige beschrijving van de te ondernemen concrete actie(s)**

(De fasen duidelijk aangeven en indien nodig bijlagen toevoegen. Ter herinnering: fase 1 loopt maximaal over 3 jaar en het volledige project mag niet langer duren dan de uiterste datum waarop de uitgaven kunnen worden gesubsidieerd, namelijk 31 december 2008)

De uitvoering van dit project is voorzien in 2 fasen, waarvan de eerste de acties 1 en 2 met een duur van 3 jaar bevat, terwijl de tweede de acties 3 en 4 bevat en eindigt in 2008.

#### **FASE I**

##### **Actie 1 *Technologietransfer* (Duur: 1 juli 2002 - 30 juni 2005)**

Deze actie bestaat hoofdzakelijk uit de transfer van technologieën tussen de verschillende partners, elkeen zijn ervaring en expertise over de specifieke en complementaire technieken inbrengend. Een synergetisch effect wordt verwacht. De studies, hoofdzakelijk gerealiseerd in het laboratorium, betreffen staalnamen (water en sedimenten) uitgevoerd op de pilootsites.

#### *Waterkolom*

##### **- DET techniek**

De DET techniek (Diffusief evenwicht in dunne gelfilm), is gebaseerd op hetzelfde evenwichtsprincipe als dat van dialysecellen, waarin een membraan gedestilleerd water scheidt van het aquatische systeem. Het bereiken van evenwicht voor een typische 1 mm dikke gellaag duurt minder dan een uur (Davison et al., 1991), maar deze tijdschaal is veel groter dan die overeenstemmend met de staalname van één enkele watermassa en zal dus kleinschalige fluctuaties annuleren. Na staalname zal de gel worden opgelost of gedroogd. Drogen van de gel laat toe om rechtstreekse metingen te maken met behulp van bestralingstechnieken als  $\mu$ -XRF, EPXMA, laserablatie gekoppeld aan ICP-MS, enz. Het heroplossen in een veel kleiner volume (waterig of niet waterig) zal resulteren in een preconcentratie. De voornoemde technieken vereisen slechts een heel kleine hoeveelheden staal (0.1ml).

##### **- DGT techniek**

De DGT techniek is vergelijkbaar met de DET techniek, maar gebruikt 2 gellagen waarvan de achterste een hars bevat, selectief voor metalen en andere ionen. Het geheel wordt overdekt met een filter als bescherming. Ionen en moleculen moeten diffunderen door de filter en de diffuse laag om zo de harslaag te bereiken. Voor polaire harsen (kationen en anionen) betekent dit dat enkel labiele verbindingen (de residentietijd in de gel is gewoonlijk van de grootteorde van enkele minuten) zullen kunnen gemeten worden. Het is de formatie van een constante concentratiegradiënt in de diffuse laag die de basis vormt voor de meting van metaalconcentraties in oplossing zonder noodzaak voor een aparte kalibratie. Het DGT toestel wordt aangebracht voor een bepaalde tijd en preconcentreert de geselecteerde oplossingen tot 3 grootteordes na 24 uur (Davison en Zhang, 1994). Na het verwijderen van de DGT uit het milieu, wordt het hars heropgelost of gedroogd en worden de componenten op een gelijkaardige manier bepaald als voor de DET techniek.

##### **- Op punt stellen en testen van DET en DGT technieken in de waterkolom**

In een eerste fase zullen laboratoriumexperimenten worden uitgevoerd van DET's en DGT's in oplossingen met gekende concentraties van de componenten. Nadien zullen de klassieke staalnamenmethoden (Niskin flessen, Teflon flessen) worden vergeleken met DET en DGT

Staalnamen in rivierwater, estuarien water en zeewater, voor metalen (Cu, Cd, Pb, Zn, Fe en Mn), metaalspeciatie (Hg, As en Sn) en nutriënten (P). Effecten van ligandbindingen op het hars (DGT methode) zullen worden geëvalueerd.

Gels met verschillende poriegrootten (grotere substraten kunnen niet vrij diffunderen in gels met een kleine poriegrootte) zullen worden getest voor DET en DGT staalname. Voor de DGT-techniek zullen kation- en anionharsen worden gebruikt, zowel als zeer specifieke harsen, zoals dithiocarbamaat voor Hg, ferrihydriet voor P en sulfaathars voor Ba.

De DGT verschaft eveneens geïntegreerde gegevens over sporenpolluenten in de waterkolom, aangezien de capaciteit van de harsen een onderdompeling van 3 maanden in gecontamineerde kustwateren zou moeten mogelijk maken, alvorens gesatureerd te zijn (Davison en Zhang, 1994).

### *Sediment poriewater*

#### - DET en DGT technieken

DGT en DET technieken zullen worden gebruikt in sediment poriewateren voor het bekomen van verticale hoge resolutieprofielen. De in de apparaten aanwezige zuurstof zal worden verwijderd alvorens ze op te stellen. Hoge resolutie metingen (resolutie van de orde van 1 mm) kunnen worden bekomen door de gel onder te verdelen in stroken met een welbepaalde dikte, ze op te lossen en te analyseren. Voor ultrahoge resolutie metingen (tot 100  $\mu\text{m}$ ) zal de analyse gebeuren met behulp van een laserablatie techniek, na drogen van de gel. In dit geval dient de verticale resolutie te worden gefixeerd door onmiddellijke invriezing van de gel in vloeibaar stikstof, gevolgd door vriesdrogen.

Terwijl met de DET een evenwicht tussen de gel en het poriewater ontstaat, meet DGT rechtstreeks fluxen van het poriewater naar het hars. Deze flux laat toe om de poriewaterconcentratie van labiele metaalcomplexen te berekenen (Davison en Zhang, 1994), indien de flux in het poriewater groter is dan de maximum flux van het poriewater naar het hars. Dit is niet altijd het geval, maar kan worden geverifieerd wanneer gels met verschillende dikten voor dezelfde stalen worden gebruikt.

Alhoewel het duidelijk is dat in verscheidene gevallen de DGT techniek (enkel labiele verbindingen worden gemeten) ons geen absolute, maar relatieve concentraties in poriewateren bezorgt, kunnen de metingen omgerekend worden naar absolute concentraties door combinatie met andere analysemethoden, zoals micro-elektroden of conventionele sediment staalnamen en extractiemethoden.

#### - Op punt stellen en testen van DET en DGT technieken in poriewateren

Na de DET en DGT technieken te hebben getest voor waterkolomstaalname, wat veel eenvoudiger is dan poriewaterstaalname, zullen ze in laboratoriumcondities worden geëvalueerd voor bepaalde karakteristieke sedimentstalen. In principe zullen tests worden uitgevoerd met dezelfde geltypes, harsen en componenten als voor de waterkolom, tenzij hiervoor negatieve resultaten werden bekomen. Om te verifiëren of de flux van de vaste fase naar het poriewater kleiner of groter is dan de maximumflux van het poriewater naar het hars, kunnen DGT's van verschillende geldikte worden aangebracht.

## *Sediment (vaste fase)*

### - Vaste fase verhardingstechniek

Om stralingstechnieken zoals laser in-situ bepalingen te kunnen toepassen op harsen en natte sedimenten dient een gepaste methodologie te worden ontwikkeld en gevalideerd. Dit omvat de volgende stappen : 1) snel invriezen van de gels en sedimenten in vloeibaar stikstof; 2) langzaam drogen van de ingevroren materialen; 3) voorzichtig de materialen verharden met een met In en Re gespiked hars.

### - Op punt stellen en testen van de vaste fase verhardingstechnieken

In een eerste fase zullen goedgekarakteriseerde, gedroogde en gehomogeniseerde sedimentenstalen worden verhard met behulp van een met In en Re gespiked hars. Verschillende bestralingstechnieken, zoals hoge resolutie ICP-MS,  $\mu$ -XRF en een variant van EPXMA zullen worden gebruikt voor de bepaling van de hoger vermelde componenten. Bijkomend zullen de hoofdelementen van de sedimentstructuur worden bepaald: Si, Al, Ca, Mg, S, Fe, Mn, etc. Nadien zullen verschillende types van harsen en sedimenten worden getest met deze nieuwe verhardingstechnologie.

Als deze resultaten toereikend zijn (nauwkeurigheid, goede accuratesse, reproduceerbaarheid etc.), zullen op z'n minst voor enkele van de bepaalde verbindingen, de technologie uitgebreid worden tot de studie van het verharden van ongestoorde slibsedimentenstalen.

## *Instrumentele methodeontwikkeling*

### - Micro-elektrode techniek

Een voltametrische techniek, gebaseerd op het gebruik van micro-elektroden, werd recentelijk ontwikkeld om directe metingen in sediment uit te voeren (Luther, 1995; Davison, 1988). Hoge resolutieprofielen van zuurstof, sulfide, ijzer en mangaan in poriewateren van sediment kunnen rechtstreeks, zonder voorbehandeling van het staal, worden bekomen. De zuurstof- en sulfide gehalten zijn erg belangrijke parameters met betrekking tot de biogeochemische cyclus van metalen en nutriënten.

Tijdens het testen van de DET en DGT technieken in poriewater, zullen simultaan metingen met de micro-elektrode worden uitgevoerd met staalnamen in dezelfde sedimenten om de verschillende methoden te valideren. Hoge resolutie profielen van ijzer- en mangaanconcentraties, verkregen met andere methoden (DET, DGT, micro-elektrode) kunnen worden vergeleken. De toepasbaarheid van de micro-elektrode techniek op verschillende types van sediment (rivier, estuarien en marien) zal ook worden onderzocht. Anoxische stalen zijn zeer geschikt voor voltametrische bepalingen, daar er geen noodzaak is om met een inert gas, zuurstof dat een interfererend signaal geeft, uit het staal te bubbelen.

De preliminaire resultaten bereikt in samenwerking met het Rudjer Boskovic Institute van Zagreb zijn veelbelovend, alhoewel optimalisering noodzakelijk is. Het gebruik van deze elektroden in sedimentaire en andere omgevingen zou bijkomende informatie kunnen verschaffen over de biogeochemische cyclussen van Fe, Mn, O<sub>2</sub> en H<sub>2</sub>S bij (sub-)millimeter resolutie. Ten slotte zijn deze elektroden eveneens in staat om andere metaalprofielen te meten, inclusief Pb, Cd, Zn bij concentraties in vervuilde milieus (kanaal van de Deùle stroomopwaarts van een metaalverwerkend bedrijf). De micro-elektrode technologie dient echter nog wel te worden getest en op punt gesteld voor onze stalen. Preliminaire metingen (Pizeta en Wartel, 2001) zijn reeds veelbelovend.

- Koppeling Laserablatie /Hoge resolutie ICP-MS

Tot op heden werd de koppeling Laserablatie /Hoge Resolutie ICP-MS (LA-ICP-MS) weinig gebruikt voor in-situ analyses van sedimenten en harsen. Dit is hoofdzakelijk te wijten aan het ontbreken van referentiematerialen met eenzelfde matrix en het optreden van massa- en element-fractionatie tijdens de ablatie zeker in het geval van elementen zoals Si, Fe, As, Sn en Pb (Gunther en Hattendorf, 2001). Deze problemen zullen bestudeerd worden en door gebruik van hoge resolutie-ICP-MS, meer energetische lasers en aangepaste interne en externe standaarden in de mate van het mogelijke opgelost worden.

Onze groep beschikt over een goede expertise in het gebruik van LA-ICP-MS voor de analyse van weekdierschelpen (Vander Putten et al., 1999-2000) en van sponsen (Lazareth et al., 2000).

- X-stralen micro-analyses:  $\mu$ -XRF en EPXMA (lage massa's)

Deze technieken werden reeds ontwikkeld en getest in het kader van een ander onderzoeksprogramma. We denken dat deze technieken gebruikt kunnen worden zonder grote aanpassingen. Een eenvoudige methodologische studie wordt voorzien: optimalisering van de staalvoorbereiding, de analysecondities en de kalibratie aangepast aan de gels en verharde sedimenten.

- Ontwikkeling van een sedimentmodel

In dit kader zal een sedimentmodel (bv. Soetaert et al., 1996; Di Toro et al., 2000) toegepast worden op een evenwichtstoestand, die zelf gebaseerd is op de uitwisselingen aan het water-sediment grensvlak en op de vaste en vloeibare fase profielen in de oppervlaktensedimenten. Dit werk zal zich baseren op gegevens uit de literatuur en op eigen resultaten.

**Actie 2 Toepassing van de technologieën op de pilotsites** (Duur: 1 sept. 2003- 30 juni 2005)

Vanaf het tweede jaar van het programma wordt voorzien om de DET-, en/of DGT- en/of micro-elektrode technieken toe te passen op de pilotsites en voor de componenten waarvoor de verschillende protocols werden uitgetest en gevalideerd gedurende het eerste jaar.

Hoge resolutie concentratieprofielen zullen gerealiseerd worden in de vaste fase van de bemonsterde modderige sedimenten. De resultaten bekomen via de verschillende spectroscopische technieken ('beam technieken') zullen worden vergeleken.

Nadat de DET en DGT methoden getest werden in de waterkolom, zullen deze, die werden gevalideerd, toegepast worden in het laboratorium op natuurlijke sedimentstalen met welgekende

samenstelling. In principe zullen dezelfde types gels, harsen en pollutanten, als deze gebruikt tijdens het op punt stellen in de waterkolom, worden uitgetest. De DGT's zullen worden aangewend met gels van variabele dikte om aldus informatie te bekomen over de verschillende fluxen (flux: vaste fase/poriewater, flux: poriewater/hars). De verticale concentratieprofielen zullen op dezelfde plaatsen uitgevoerd worden via hoge resolutie DET, DGT en micro-elektrode technieken en met minder gevoelige resolutie via de meer klassieke technieken (staalnamen, in schijven snijden, zuurstofloze centrifugatie en filtratie) om te kunnen vergelijken en valideren.

De contaminanten weerhouden voor deze studie zijn:

- Sporenmetalen: Cu, Pb, Cd, Zn, Ni, As, Hg, Sn, Fe, Mn, en de organometallische verbindingen met kwik, tin en arseen.

- Karakteristieke elementen in de sedimenten (kunnen ook tussenkomen in de vroege diagenese): Ca, Al, Si, Mg.

- Nutriënten: fosfor

Sommige contaminanten zullen met de op punt gestelde technieken, niet op alle plaatsen kunnen bepaald worden.

Een van de objectieven is de 'tijdbom'-rol uit te leggen die sommige gecontamineerde sedimenten kunnen spelen in functie van de aard van het onderliggende water, de eventuele remobilisatie enz. Daarom zullen volgende criteria gebruikt worden om de pilotsites te kiezen:

- een goede geografische bestrijking
- aard van contaminatie (zwak of sterk)
- omgeving van het sediment (samenstelling van het omliggende water: oxisch, anoxisch, zoet, zout
- aanwezigheid van modderige sedimenten.

Bijgevolg zullen de volgende sites weerhouden worden:

- rivieren: Deûle, Authie, Bovenschelde, Leie
  - estuaria: IJzer, Authie
  - marien: Spuikom (Oostende)
- 1) *De Schelde* in de grensstreek: zone van Espierre.

2) *De Deûle* (zijrivier van de Schelde): sedimenten zullen bemonsterd worden stroomopwaarts en stroomafwaarts van een zink- en loodverwerkend bedrijf. Gezien deze plaats eveneens deel uitmaakt van een pluridisciplinaire studie in het kader van een Contract Staat-Regio, kunnen we gebruik maken van complementaire resultaten (sedimentologie, historiek van de vervuiling, debiet van de rivier, sedimentstock, gegevens van bevaarbare waterwegen etc.).

3) *De Authie*: (rivier en estuarium). Deze plaats is gekenmerkt als zijnde weinig gecontamineerd door metalen, en het doorstroomgebied is hoofdzakelijk landbouwgebied. De modderige sedimenten zijn rijk aan organisch materiaal en ijzer in het riviergedeelte en rijk aan sulfaten in het estuarium, belangrijke factoren die de vroege diagenese van sedimenten controleren. Deze sedimenten, weinig gecontamineerd door metalen, zullen als model gebruikt worden om de cyclus van ijzer, mangaan, zwavel en organisch materiaal te bestuderen. Om de rol van de natuurlijke veranderingen in het diagenese proces beter te begrijpen zal er een benadering gerealiseerd worden van de huidige en de vroegere sediment dynamiek.

4) *De Bovenschelde en Leie*: sedimenten zullen bemonsterd worden stroomopwaarts en stroomafwaarts van belangrijke lozingspijpen. De Vlaamse Milieumaatschappij (VMM) controleert regelmatig deze rivieren op algemene waterkwaliteit (fysico-chemische parameters). Van deze gegevens kan gebruik worden gemaakt.

5) *Estuarium: de IJzer*:

De IJzer is zoals de Authie een relatief klein estuarium waarvan de belasting vooral van de landbouwactiviteit afkomstig is. De sedimenten zijn slibrijk maar hun samenstelling en gedrag zijn weinig bestudeerd.

6) *Marien systeem*: de Spuikom (Oostende) is een halfgesloten, ondiep zeewaterbekken, waarin oesters gekweekt worden. De bodem is slibrijk en omdat er geen getijwerking is, is het een uitgelezen site voor het uittesten van de DET/DGT staalnamensystemen.

De drie Belgische plaatsen worden regelmatig gecontroleerd door verschillende instanties in België [onder meer de VMM (Vlaamse Milieumaatschappij), de BMM (Beheerseenheid van het Mathematisch Model van de Noordzee en het Schelde-estuarium), het IVK (Instituut voor Veterinaire Keuring), ...]. Aldus zijn gegevens over algemene parameters voorhanden. De baai van de Authie is het onderwerp van een contract Etat-Région (2001-2003) waarin onderzoekers in aardrijkskunde, geologie en scheikunde betrokken zijn.

## FASE II

### **Actie 3 *Toepassing van de technologieën op een groot aantal geselecteerde sites*** (Duur: 1 juli 2005 - 30 juni 2008)

In functie van de bekomen resultaten uit fase 1 betreffende het op punt stellen van de nieuwe technologieën, zal het misschien nodig zijn de methodologieën op enkele punten te verfijnen. De bedoeling is om in fase 2 piloot sites aan te duiden en de methodologie toe te passen in een groter geografisch gebied in het bijzonder de Schelde (Bovenschedde gebied) en de zijrivieren Leie en Deûle, en tijdens verschillende momenten van het jaar, alsook de impact op het mariene milieu te bestuderen. Meerdere plaatsen inclusief de ondervermelde zullen bestudeerd worden op verschillende tijdstippen in het jaar. In België zullen de staalnamenplaatsen gelokaliseerd zijn in de Schelde en de Leie grensstreek, in het IJzerestuarium en de Frans-Belgische kustzone en in Frankrijk in de Schelde, de Deûle, de Authie en de Frans-Belgische kustzone. In beide gevallen zullen we de impact van polluenten op het mariene milieu bestuderen.

De impact van de sedimenten op het aquatisch milieu varieert kwalitatief en kwantitatief in functie van de waterkwaliteit. Deze laatste is ook afhankelijk van natuurlijke verschijnselen: seizoengebonden effecten, 24-uurscyclus, variaties in plankton densiteit, alsook van antropogene invloeden: input van polluenten alsook van zuurstofrijker gezuiverd afvalwater. Het **sedimentmodel** zal aangepast worden aan de gegevens bekomen op het terrein, en verdere simulaties zullen toelaten om de geldigheid van het model te testen. Enerzijds zal worden getracht aan de hand van een faseverdelings- en speciatiemode (partitioning/speciation) om de ecotoxiciteit van het sediment t.o.v. geselecteerde benthische organismen te bepalen. Anderzijds zal het model in een dynamische mode gehanteerd worden waarbij de variabiliteit in de tijdelijke toevoer van polluenten alsook de variabiliteit in de tijd van het degradatieproces in de sedimenten in rekening wordt gebracht. Zo kan het model sediment/water fluxen voorspellen.

Eén van de uitkomsten van het onderzoek zal het opstellen (of ten minste het harmoniseren) zijn van de normen betreffende de kwaliteit van water en sedimenten van rivieren, zee, baggerspecies, enz.

### **Actie 4 *Oprichting van een onderzoeksnetwerk voor het milieu tussen Frankrijk en België*** (Duur: 1 juli 2005 – 30 juni 2008)

Het actueel onderzoek vereist instrumentatie waarvan de aankooprijks en kosten voor onderhoud te hoog zijn om door één enkel laboratorium te worden gefinancierd. Bovendien om maximaal profijt uit de investeringen te halen, moet het instrumentarium gebruikt worden door competente onderzoekers en de resultaten besproken in een pluridisciplinair team hetgeen een ‘voldoende kritische massa’ aan personeel vereist, dat zelden terug te vinden in één laboratorium. Een associatie van de competenties (geheel aan gespecialiseerde onderzoeksploegen die men zelden terugvindt in één enkele universiteit) is noodzakelijk voor het optimaal gebruik van het instrumentarium en het vermijden van dubbele grote investeringen. Bovendien zal het oplossen van grensoverschrijdende problemen vergemakkelijkt worden indien deskundigen van de betrokken landen hun kennis en vaardigheden delen. Het oprichten van een **Grensoverschrijdend netwerk voor het milieu** kan hierop een pertinent antwoord op zijn.

Een gezamenlijk onderzoeksvoorstel (voor een periode van 4 jaar) getiteld ‘New tool to assess pollutant concentrations in water and sediments’, ingediend in België in het kader van de

‘Second Multiannual Scientific Support Plan for a Sustainable Development Policy – SPSD II Part II Global Change, Ecosystems and Biodiversity’ kan de eerste basis vormen voor een dergelijk netwerk.

## 5.5. Grensoverschrijdende meerwaarde van het project

### 5.5.1. Algemene grensoverschrijdende meerwaarde van het project

De grensoverschrijdende meerwaarden van het project zijn voornamelijk:

- de transfer van technologieën
- de uitwisseling van data en het uitbouwen van een gezamenlijke databank
- het oprichten van een grensoverschrijdend netwerk dankzij het synergetisch effect van het behalen van een ‘kritische massa’ door het samenbrengen van de competenties en de samenwerking tussen de Belgische en Franse onderzoekers.

Beide ploegen beschikken over of kunnen in hun respectievelijke universiteiten gebruik maken van complementaire technologieën (micro-elektroden, DGT, DET, verharding van sediment, hoge resolutie ICP-MS...) om de impact van antropogene activiteiten op aquatische ecosystemen te onderzoeken. Het gezamenlijk aanwenden van deze technieken en deskundigheden zou in het kader van dit programma voor het eerst leiden tot het op punt stellen van een nieuw instrument voor de controle op de kwaliteit van water en sediment, dankzij de transfer van technologieën. Bovendien zou dit instrument moeten leiden tot de ontwikkeling van een **model**, een voorspellend instrument waarbij bijvoorbeeld de risico’s verbonden aan het tijdbom effect van pollutanten in sedimenten kunnen gemodelleerd worden. Tot nu toe is men niet in staat geweest enige wetenschappelijk gefundeerde voorspelling rond dit ‘tijdbom’ effect te maken.

De ontwikkelde technologieën zullen leiden tot een groot aantal analytische resultaten, die gehergroepeerd een betrouwbare **databank** zullen vormen, die toegankelijk is voor de verschillende landen. De mogelijkheid om over deze data te beschikken via de databank is belangrijk voor onderzoekers en veldwerkers van beide landen daar de pollutie geen grenzen kent.

De projectteams, gespecialiseerd in milieuonderzoek hebben elk langs hun kant deelgenomen aan verscheidene nationale en Europese programma’s en kwamen tot de vaststelling dat er een gebrek is aan federale structuren waardoor nodeloze herhalingen kunnen vermeden worden (zowel op thematisch gebied als op gebied van aankoop van instrumentaria...), aan toegankelijkheid van nationale databanken en aan openheid tot een grotere pluridisciplinaire aanpak. Het oprichten van een grensoverschrijdend netwerk zou deze tekortkomingen kunnen opvangen.

Deze ploegen hebben een gezamenlijk project (voor een periode van 4 jaar) ingediend bij de Belgische overheid en getiteld ‘New tool to assess pollutant concentrations in water and sediments’ hetgeen een eerste stap kan zijn in het oprichten van een meer ambitieus grensoverschrijdend netwerk.

### 5.5.2. Grensoverschrijdende meerwaarde van elke actie (als die per actie aantoonbaar is)

## 5.6. Andere beoordelingselementen:

Beantwoordt het project aan één of meerdere van de volgende criteria? Zo ja, aan dewelke?

(Motiveer uw antwoord. Met deze informatie zal rekening worden gehouden bij de instructie en ze kan eventueel een aanleiding zijn om voorrang te geven aan uw project.)

Past het project in een grensoverschrijdende strategie (grondgebied, sector, netwerk, ...)?

Het project past in een toekomstige grensoverschrijdende strategie: de oprichting van een Grensoverschrijdend Onderzoeksnetwerk (of Excellentiecentrum) voor het leefmilieu dat de onderzoeksgroepen samenbrengt, die complementaire analytische middelen en know-how bezitten en op dezelfde onderwerpen werkzaam zijn: waterkwaliteit en sedimenten. Deze structuur start haar werkzaamheden op een gezamenlijk object: de Schelde en de kustwateren. Het samenbrengen in een netwerk zal toelaten om het excellentiedomein van elk team uit te breiden en de kritische massa te bekomen voor de verwerving van dure en hoogtechnologische toestellen en materialen.

Kan de financiering van het project verzekerd worden ook na afloop van INTERREG?

Het is wenselijk dat het netwerk of excellentiecentrum ook na afloop van het project kan voortbestaan om aan de verschillende laboratorium- of veldwerkers toe te laten niet alleen de ontwikkelde protocols en methodologieën verder te gebruiken maar ook het materiaal dat gedeeltelijk via dit programma werd verworven. Dit Netwerk of Excellentiecentrum zou kunnen ingeschreven worden in het kader van de Europese programma's PCDR en niet meer afhankelijk zijn van structurele toelagen. De ontwikkelde nieuwe technologieën zullen zeker, zowel door de industrie (evalueren en remediëren van de verontreiniging) als de overheid (controle van de verontreiniging), verder gebruikt worden.

Draagt het project bij tot gelijke kansen voor mannen en vrouwen?

Alle contractuele betrokken partijen of bursalen eerbiedigen de gelijke kansen voor mannen en vrouwen.

Draagt het project bij tot duurzame ontwikkeling en bescherming van het leefmilieu?

Het project moet leiden tot:

- een harmonisatie van de bestaande Europese normering, zelfs tot het voorstellen van nieuwe normen inzake bescherming van het leefmilieu.
- het voorstellen van het remediëren van vervuilde sedimenten.
- de vorming van jonge vorsers en hun sensibilisering voor een Europese wetenschappelijke cultuur.

Wordt er gebruik gemaakt van de ICT bij de realisatie van het project?

Creëren van een website die toegang geeft tot de databank.

Is het project complementair met het bestaande beleid inzake ruimtelijke ordening?

Het project zal een betere kennis van de water-en sedimentkwaliteit van rivieren en stromen bewerkstelligen en zal een hulpmiddel vormen voor regionale politieke beleidsmakers. De ontwikkelde technologieën en bekomen resultaten zullen ter beschikking staan van instanties zoals l'Agence de l'Eau Artois Picardie, de DIREN (Direction Régionale de l'Environnement, de VMM (Vlaamse Milieumaatschappij), de BMM (Beheerseenheid van het Mathematisch Model van de Noordzee en het Schelde-estuarium), het IVK (Instituut voor Veterinaire Keuring, het VLIZ (Vlaams Instituut voor de Zee) etc.

Wordt de tweetaligheid verbeterd dankzij het project?

De uitwisseling van studenten en de ontmoetingen van de vorsers zal zeker bijdragen tot een verbeterde kennis van de twee talen, Frans en Nederlands.

## 5.7. Naleven van de communautaire wetgeving

### 5.7.1. Effecten op het leefmilieu

Uw project is:           X hoofdzakelijk gericht op het leefmilieu  
                              X positief voor het leefmilieu  
                              neutraal inzake leefmilieu  
                              potentieel negatief voor het leefmilieu

Als het effect potentieel negatief is, geef dan uitleg over de maatregelen die werden genomen om die impact te corrigeren:

.....  
.....  
.....

### 5.7.2. Effecten op de gelijke kansen voor mannen en vrouwen

Uw project is:           hoofdzakelijk gericht op de gelijke kansen voor mannen en vrouwen  
                              positief voor de gelijke kansen voor mannen en vrouwen  
                              X neutraal inzake de gelijke kansen voor mannen en vrouwen  
                              potentieel negatief voor de gelijke kansen voor mannen en vrouwen

Als het effect potentieel negatief is, geef dan uitleg over de maatregelen die werden genomen om die impact te corrigeren:

.....  
.....  
.....

### 5.7.3. Overheidsopdrachten

Indien nodig bij het uitvoeren van uw project, welke maatregelen zult u nemen om de wetten te eerbiedigen inzake concurrentie en overheidsopdrachten?

Frankrijk: het respecteren van de bestaande regels aangaande overheidsopdrachten.  
Vlaanderen: het respecteren van de bestaande wetten; controle door de respectievelijke regeringscommissaris van de VUB en het VLIZ.

#### 5.7.4. Publiciteit

Welke maatregelen zult u nemen om de verplichtingen te respecteren inzake publiciteit over de financiële bijdragen van de Europese Unie?

De belangrijkste resultaten zullen op een website komen. Colloquia zullen georganiseerd worden, waarop prominenten uit de socio-economische middens zullen uitgenodigd worden. Bij al deze initiatieven zal melding gemaakt worden van de financiële bijdragen van de Europese Unie.

### **5.8. Gekwantificeerde realisatie-indicatoren**

#### 5.8.1. Indicatoren die verband houden met de in het Programma voor iedere maatregel vastgelegde indicatoren

Streep de realisatie-indicatoren aan die u zult gebruiken voor de opvolging van de vooruitgang van uw project.

	<b>INDI-CATORE N</b>
<b>Transversale indicatoren</b>	
1. Aantal rechtstreeks geschapen banen	
2. Gebruik van ICT	
<b>Maatregel 1.1: Verbetering van het dagelijks leven en ontwikkeling van diensten in de grenszone</b>	
1. Aantal grensoverschrijdende akkoorden inzake gezondheidszorg	
2. Aantal gemeenschappelijke acties inzake gezondheidspreventie	
3. Aantal ondersteunde proefacties inzake mobiliteit	
4. Aantal acties ter verbetering van de wederzijdse kennis tussen de bevolking van de grenszone	
5. Aantal grensoverschrijdend gevoerde sociale acties	
6. Aantal in een netwerk geplaatste gemeenschappelijke voorzieningen en/of diensten	
<b>Maatregel 1.2: Bevorderen van één grensoverschrijdende arbeidsmarkt en van de sociale integratie</b>	
1. Aantal gezamenlijk georganiseerde opleidingen	
2. Aantal georganiseerde uren gezamenlijke opleiding	
3. Aantal opgeleide werkzoekenden	
4. Aantal opgeleide werknemers	
5. Aantal opgeleide opleiders	
6. Aantal opgeleide studenten	
7. Plaatsingspercentage van de stagiaires	
8. Aantal over de arbeidsmarkt geïnformeerde personen	
9. Aantal opleidingen waarin de buurtaal wordt aangeleerd	
10. Aantal proefacties in verband met de arbeidsmarkt	
<b>Maatregel 1.3: Bijdragen tot de toenadering van de economische actoren en verbeteren van het ondernemingsklimaat</b>	

1. Aantal gerealiseerde of verstevigde grensoverschrijdende expertisecentra	X
2. Aantal geïnformeerde of begeleide (heel) kleine ondernemingen en industrieën	
3. Aantal gerealiseerde grensoverschrijdende partnerschappen	X
4. Aantal geschapen banen	
5. Aantal ondersteunde acties inzake technologische vernieuwing	X
<b>Maatregel 2.1: Ontwikkelen van een gezamenlijk beheer en behoud van het leefmilieu</b>	
1. Aantal gemeenschappelijke acties ter bescherming van de natuurgebieden	X
2. Aantal sensibiliseringsacties inzake leefmilieu	X
3. Aantal personen die werden bewustgemaakt over het leefmilieu	X
4. Aantal proefacties inzake duurzame energiebronnen en afvalbeheer	
<b>Maatregel 2.2: Het toeristische en culturele potentieel van de grensoverschrijdende zone valoriseren</b>	
1. Aantal gemeenschappelijke toeristische producten	
2. Aantal gemeenschappelijke promotiecampagnes	
3. Aantal samenwerkingsakkoorden tussen toeristische organisaties	
4. Aantal gerealiseerde culturele manifestaties	
5. Aantal samenwerkingsakkoorden tussen culturele organisaties	
<b>Maatregel 2.3: Het plattelandsinitiatief ondersteunen in een perspectief van duurzame grensoverschrijdende ontwikkeling</b>	
1. Aantal organisaties op het platteland die ondersteund werden in het kader van het programma	
2. Aantal kwaliteitsproducten waarvoor steun werd verleend in het kader van het programma	
<b>Maatregel 2.4: Bijdragen tot de structurering van het grensoverschrijdende gebied</b>	
1. Aantal gerealiseerde studies over grensoverschrijdende ruimtelijke ordening	
2. Aantal planningsinstrumenten die verband houden met de maatregel	
3. Aantal ondersteunde proefprojecten	

### 5.8.2 Andere indicatoren

Als u andere indicatoren gebruikt voor de opvolging van de vooruitgang van het programma, gelieve deze hier aan te geven (het gebruik van specifieke indicatoren ontslaat u niet van het gebruik van één of meerdere van bovengenoemde indicatoren):

### **5.9. Duur en tijdschema van de uitvoering van het project**

Totale duur van het project: .....6 jaar.....

Voorziene startdatum: .....1 juli 2002.....

Voorzien tijdschema van de acties van fase 1 (maximum 3 jaar)

Actie 1 - voorziene startdatum: 1 juli 2002  
- voorziene einddatum: 30 juni 2005

Actie 2 - voorziene startdatum: 1 september 2003  
- voorziene einddatum 30 juni 2005

Indien nodig, voorzien tijdschema van fase 2:

Actie 3 - voorziene startdatum: 1 juli 2005  
- voorziene einddatum: 30 juni 2008

Actie 4 - voorziene startdatum: 1 juli 2005  
- voorziene einddatum: 30 juni 2008

### **5.10. Eventuele samenhang met andere projecten die door de Europese Unie worden gefinancierd**

## 5.11. Doelgroep van het project

5.11.1. Geef de doelgroep(en) van uw project aan – zie de doelgroepen die aangegeven worden in het programmacomplement

BETROKKEN MAATREGEL	DOELGROEP (streep aan)
<b>Maatregel 1.1: Verbetering van het dagelijks leven en diensten in de grenszone</b>	
1. Bevolking van de in aanmerking komende zone	
2. Bevolking van de naburige grenszone	
<b>Maatregel 1.2: Bevorderen van één grensoverschrijdende arbeidsmarkt en van de sociale integratie</b>	
1. Werkzoekenden van de zone	
2. Werknemers van de zone	
3. Bedrijfsleiders van de zone	
4. Studenten / scholieren van de zone	
5. Opleiders	
6. Instellingen die betrokken zijn bij opleiding	
7. Etnische minderheden	
8. Steuntrekkers en personen in moeilijkheden	
9. Interimbureaus	
10. Openbare of parastatale instellingen die te maken hebben met de arbeidsmarkt	
<b>Maatregel 1.3: Toenadering van de economische actoren en ondernemingsklimaat</b>	
1. Bedrijfsleiders, (heel) kleine ondernemingen en industrieën van de zone	
2. Oprichters van bedrijven	
3. Onderzoekscentra, laboratoria	X
4. Onderzoekers	X
5. Universiteiten en hogescholen	X
6. Handelaars en ambachtslui	
<b>Maatregel 2.1: Gezamenlijk beheer en behoud van het leefmilieu</b>	
1. Bevolking van de grensoverschrijdende zone	X
2. Aangelanden van waterlopen	X
3. Aangelanden van industrieën, landbouwbedrijven of stadszones	X
4. Scholieren	
5. Bedrijven van de grensoverschrijdende zone	

<b>Maatregel 2.2: Valoriseren van het toeristische en culturele potentieel</b>	
1. Toeristisch cliënteel in of buiten de zone	
2. Handelaars, ambachtslui	
3. Bevolking van de grensoverschrijdende zone, en speciaal de jeugd	
4. Professionals van de sectoren toerisme en cultuur	
5. Culturele en toeristische organisaties	
6. Kunstenaars van de grensoverschrijdende zone	
<b>Maatregel 2.3: Het plattelandsinitiatief ondersteunen</b>	
1. Bevolking van de grensoverschrijdende plattelandszones	
2. Landbouwers van de grensoverschrijdende zone	
3. Economische actoren van het platteland	
4. Beroepsorganisaties van de landbouwsector	
5. Handelaars en ambachtslui	
<b>Maatregel 2.4: Bijdragen tot de structurering van het grensoverschrijdende gebied</b>	
1. Lokale overheden	
2. Verenigingen	
3. Intercommunales	
4. Actoren bevoegd voor ontwikkeling en urbanisme	
5. Grensgemeenten	
6. Bevolking van de grensoverschrijdende zone	
<u>5.11.2. Andere specifieke doelgroep(en) van het project</u>	

### 5.12. Geografische zone die bij het project betrokken is

Streek de arrondissementen / departementen aan die bij het project betrokken zijn

Lijst van de **in aanmerking komende** arrondissementen/departementen

Franse departementen		Belgische arrondissementen	
Aisne	.....	Ath	.....
Ardennes	.....	Dinant	.....
Nord	... <b>X</b> .....	Veurne	... <b>X</b> ..
		Ieper	... <b>X</b> .....
		Mouscron	.....
		Kortrijk	... <b>X</b> .....
		Mons	.....
		Neufchâteau	.....
		Philippeville	.....
		Thuin	.....
		Tournai	... <b>X</b> .....
		Virton	.....

Lijst van de arrondissementen/departementen in de **aanpalende zone**

Franse departementen		Belgische arrondissementen	
Oise	.....	Charleroi	.....
Pas-de-Calais	... <b>X</b> .....	Diksmuide	... <b>X</b> .....
Somme	.....	Namur	.....
		Oostende	... <b>X</b> .....
		Oudenaarde	.....
		Roeselare	.....
		Soignies	.....
		Tielt	.....

