RAPPORTS SCIENTIFIQUES ET TECHNIQUES DE L'IFREMER N° 15 - 1989

Convention de Coopération
Région Nord - Pas de Calais / IFREMER

# LE LITTORAL DE LA RÉGION NORD - PAS DE CALAIS

## *Apports à la mer*

IFREMER

Région Nord-Pas de Calais

ISN43024 N713.7 LIT L OEL02860

RAPPORTS SCIENTIFIQUES ET TECHNIQUES DE L'IFREMER N° 15 - 1989

Convention de Coopération
Région Nord - Pas de Calais / IFREMER

# LE LITTORAL DE LA RÉGION NORD - PAS DE CALAIS

## *Apports à la mer*

sous la direction de

**Marcel CHAUSSEPIED, Olivier ARNAL, Hubert GROSSEL**
*Institut français de recherche pour l'exploitation de la mer (IFREMER)*

**Jean-Marie DELATTRE**
*Institut Pasteur de Lille (I.P.L.)*

**Michel WARTEL**
*Université des Sciences et Techniques de Lille (U.S.T.L.)*

INSTITUT FRANÇAIS DE RECHERCHE
POUR
L'EXPLOITATION DE LA MER

RÉGION NORD - PAS DE CALAIS
CONSEIL RÉGIONAL

# Le rapport

# LE LITTORAL DE LA RÉGION NORD - PAS DE CALAIS

## *APPORTS A LA MER*

a été rédigé
à la demande de la

REGION NORD - PAS de CALAIS
par une convention de coopération en matière de recherche et de développement
dans le domaine marin et littoral entre elle et l'IFREMER,

par le

DEPARTEMENT "ENVIRONNEMENT LITTORAL"
de la DIRECTION de l'ENVIRONNEMENT et des ETUDES OCEANIQUES de l'IFREMER

avec la participation, sous contrat, du

SERVICE DES EAUX de L'INSTITUT PASTEUR de LILLE,
pour la bactériologie
LABORATOIRE de CHIMIE ANALYTIQUE et MARINE
de l'
UNIVERSITE des SCIENCES et TECHNIQUES de LILLE
pour les retombées atmosphériques,

et la collaboration

de nombreux organismes et services administratifs départementaux et régionaux qui ont mis leurs données à notre disposition ; en particulier l'Agence de l'Eau Artois-Picardie, la Direction Régionale de l'Industrie et de la Recherche et les Services Maritimes et ont toujours répondu à notre sollicitation.

***Service de la Documentation***
***et des Publications (SDP)***
IFREMER - Centre de Brest
**B.P. 70 - 29263 PLOUZANÉ**
☎ 98.22.40.13 - Télex 940 627 F

ISSN 0761 - 3970

© Institut Français de recherche pour l'exploitation de la mer, IFREMER, 1989

# *Préface*

*La Région Nord-Pas de Calais porte une attention toute particulière au développement et à l'aménagement des activités économiques ainsi qu'à la gestion du milieu marin de la façade maritime.*

*Décidée à soutenir une politique active en matière de recherche et développement dans ce domaine, elle a signé, le 30 mai 1983, une convention de coopération avec l'IFREMER. A ce titre, un programme régional intégré concernant l'environnement littoral du Nord-Pas de Calais a été conçu et conduit avec les organismes régionaux de recherche et les services administratifs concernés.*

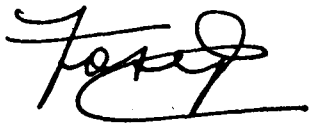
*Trois objectifs principaux ont été fixés au programme pluriannuel sur l'environnement : évaluer la qualité du milieu marin littoral, identifier les origines et estimer les apports au milieu marin, évaluer le devenir et les effets des substances indésirables rejetées.*

*Le bilan de la qualité du milieu marin régional, premier objectif à atteindre, a été effectué entre 1980 et 1985. Il fournit pour divers paramètres physicochimiques et bactériologiques retenus : les concentrations dans les trois compartiments du milieu marin (l'eau, le sédiment et la matière vivante) ; la comparaison des résultats obtenus à des valeurs de référence et, dans la mesure du possible, à des normes afin d'évaluer les niveaux régionaux ; enfin, il identifie les zones qui présentent les plus fortes concentrations de contaminants.*

*Les conclusions de cette première synthèse sont rassemblées dans un rapport, publié en décembre 1986, intitulé "Le littoral de la région Nord-Pas de Calais, qualité du milieu marin".*

*La présente synthèse vise le second objectif, à savoir, le recensement des apports au milieu marin, tant du point de vue de leur localisation que de leur nature, et une évaluation des flux rejetés. Elle s'appuie sur l'ensemble des résultats présentés dans les seize rapports de recherche du programme intégré, réalisés de 1983 à 1986, ainsi que sur divers résultats obtenus dans le cadre des suivis réglementaires des services gestionnaires publics.*

*Ce bilan général de tous les apports à la mer constitue la suite logique de la première synthèse concernant la qualité du milieu marin littoral de la région Nord-Pas de Calais.*



**Noël JOSÈPHE**
Président du Conseil Régional
de la région Nord - Pas de Calais

**Pierre PAPON**
Président directeur général
de l'IFREMER

# SOMMAIRE


**INTRODUCTION** ..... 9

**PREMIÈRE PARTIE : APPORTS DIRECTS A LA MER - REJETS ET ÉCOULEMENTS NATURELS** ..... 13

**1.** INVENTAIRE DES REJETS ET ÉCOULEMENTS NATURELS ..... 15
**1.1.** Organismes concernés ..... 15
**1.2.** Documents disponibles ..... 16
**1.2.1.** Les inventaires des Services Maritimes ..... 16
**1.2.2.** Les études produites dans le cadre du Programme Régional Intégré ..... 16
**1.2.3.** Les autres informations utilisées ..... 16

**2.** REJETS URBAINS ET ASSAINISSEMENT ..... 19
**2.1.** Origine et nature des effluents urbains ..... 19
**2.2.** Données disponibles ..... 21
**2.2.1.** Les études du Programme Régional Intégré ..... 21
**2.2.2.** Les autres données relatives aux rejets urbains ..... 21
**2.3.** L'assainissement sur le littoral du Nord-Pas de Calais ..... 21
**2.3.1.** La situation actuelle ..... 22
**2.3.2.** Les réseaux d'assainissement urbain ..... 22
**2.3.3.** Les stations d'épuration ..... 23
**2.3.4.** L'assainissement individuel ..... 24
**2.4.** Conclusion ..... 24

**3.** REJETS INDUSTRIELS ..... 25
**3.1.** Types de contrôle ..... 25
**3.2.** Activités industrielles du Nord-Pas de Calais ..... 26
**3.3.** Zones industrielles et portuaires ..... 27
**3.3.1.** Dunkerque ..... 27
**3.3.2.** Calais ..... 28
**3.3.3.** Boulogne-sur-Mer ..... 29
**3.4.** Présentation des principaux apports industriels ..... 29

**4.** APPORTS PAR LES COURS D'EAU ..... 35
**4.1.** Le réseau hydrographique régional ..... 35
**4.2.** Les volumes d'eau apportés à la mer ..... 37
**4.3.** La qualité des eaux des écoulements naturels ..... 40
**4.3.1.** Données disponibles ..... 40
**4.3.2.** Problèmes identifiés dans les bassins versants ..... 41
**4.4.** Conclusion ..... 42

**5.** CARTOGRAPHIE DES APPORTS DIRECTS A LA MER ..... 43

**DEUXIÈME PARTIE : APPORTS DIFFUS EN MER : RETOMBÉES ATMOSPHÉRIQUES ET PRODUITS DE DRAGAGE** ..... 73

**1.** RETOMBÉES ATMOSPHÉRIQUES ..... 77
**1.1.** Origine de la contamination ..... 77
**1.2.** Contrôle de la pollution atmosphérique ..... 77
**1.3.** Teneur de l'air en poussières sédimentables ..... 78
**1.4.** Teneur de l'atmosphère marine en métaux ..... 78

**2.** APPORTS PAR LA MER : INFLUENCE DES ZONES MARITIMES ADJACENTES ..... 81
**2.1.** Apports liés au balancement des marées ..... 81
**2.2.** Apports par les courants marins ..... 82
**2.2.1.** Caractères généraux des courants marins ..... 82
**2.2.2.** Evacuation des eaux littorales ..... 82
**2.3.** Suivis de la qualité des eaux marines en Manche-Mer du Nord ..... 83

3. IMMERSIONS DES PRODUITS DES DRAGAGES PORTUAIRES ..... 85
3.1. Activités de dragages dans les ports du Nord-Pas de Calais ..... 85
3.2. Origine des données ..... 87
3.3. Les zonations intraportuaires ..... 88
3.4. Les volumes dragués ..... 92
3.5. La qualité des déblais dragués ..... 93

4. RISQUES D'APPORTS PAR LE TRAFIC MARITIME ..... 95
4.1. Transports maritimes dans le pas de Calais ..... 95
4.1.1. Les voies de navigation ..... 95
4.1.2. Le trafic maritime ..... 95
4.2. Les risques d'apports accidentels sur le littoral régional ..... 96

**TROISIÈME PARTIE : ÉVALUATION DES FLUX APPORTÉS A LA MER** ..... 99

1. PROBLÉMATIQUE DU CALCUL DES FLUX CONTAMINANTS ..... 101
1.1. Difficultés majeures pour estimer les flux ..... 101
1.1.1. Quantités de mesures disponibles ..... 101
1.1.2. Variations des concentrations et des débits ..... 101
1.1.3. Méthodes théoriques disponibles ..... 102
1.2. Méthodes utilisées pour l'évaluation régionale ..... 103
1.2.1. Calcul des flux de pollution bactérienne fécale ..... 103
1.2.2. Calcul des flux particulaires organiques et nutritifs ..... 104
1.2.3. Calcul des flux de contaminants chimiques ..... 104
1.2.4. Conclusion ..... 106

2. LES FLUX BACTÉRIENS ..... 107
2.1. Flux par secteurs géographiques ..... 107
2.2. Remarques sur la désinfection des eaux usées ..... 113
2.3. Cas des dragages à Boulogne-sur-Mer et à Calais ..... 114
2.4. Bilan des apports bactériens ..... 114

3. LES FLUX PARTICULAIRES, ORGANIQUES ET NUTRITIFS ..... 117
3.1. Les apports directs à la mer ..... 117
3.1.1. Flux par secteurs géographiques ..... 117
3.1.2. Cas des écoulements naturels ..... 120
3.1.3. Cas des rejets urbains ..... 120
3.2. Les apports diffus ..... 123
3.2.1. Apports particulaires par les retombées atmosphériques ..... 123
3.2.2. Apports particulaires par les produits de dragages portuaires ..... 123
3.3. Bilan des apports particulaires, organiques et nutritifs au milieu marin régional ..... 123
3.3.1. Les apports particulaires ..... 123
3.3.2. Les apports organiques ..... 124
3.3.3. Les apports nutritifs ..... 125

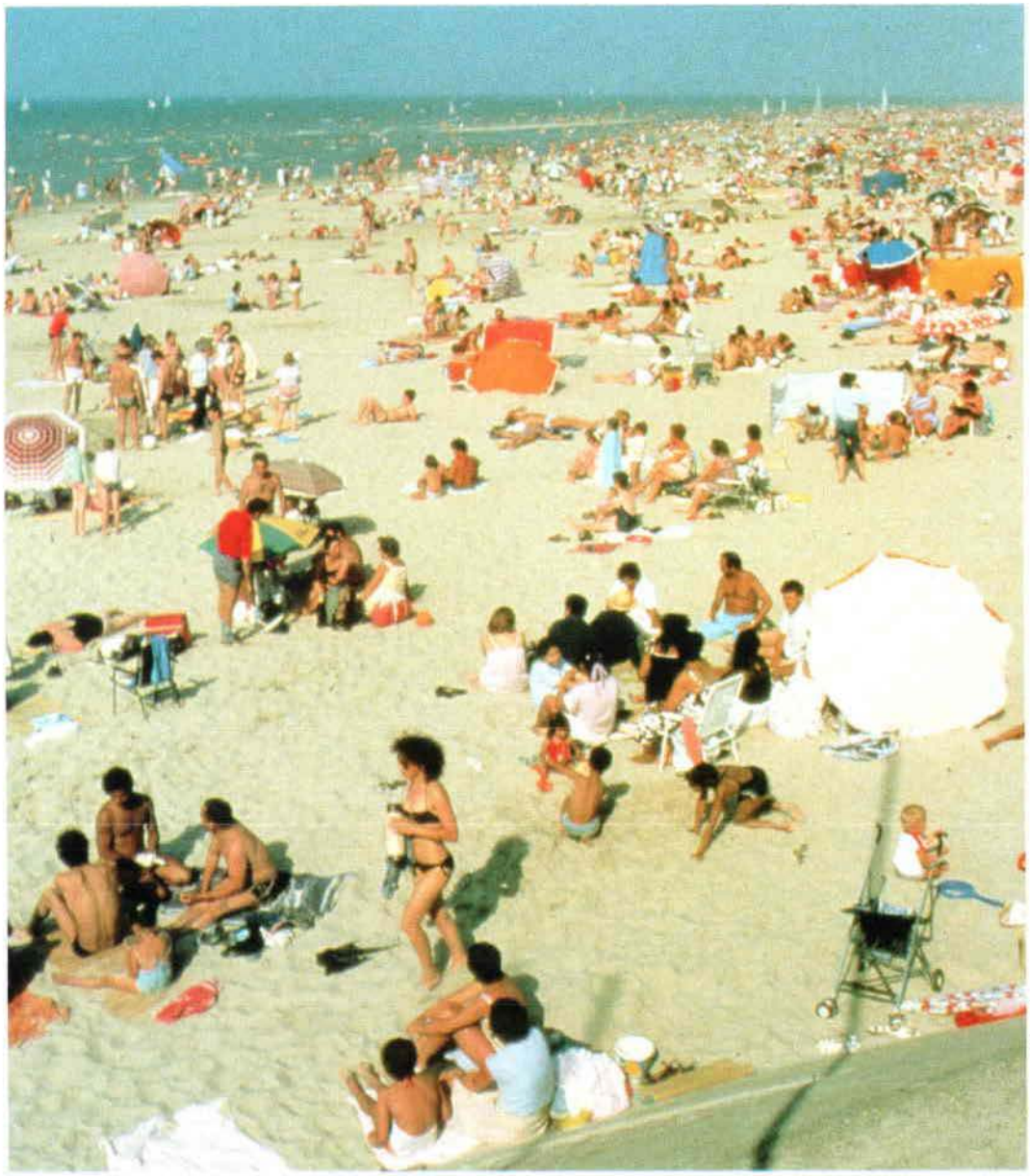
4. LES FLUX DE CONTAMINANTS CHIMIQUES A LA MER ..... 127
4.1. Les apports directs à la mer ..... 127
4.1.1. Flux par secteurs géographiques ..... 127
4.1.2. Cas des écoulements naturels ..... 129
4.1.3. Cas des rejets industriels ..... 130
4.2. Les apports diffus ..... 131
4.2.1. Apports par les retombées atmosphériques ..... 131
4.2.2. Apports par les produits de dragages portuaires ..... 133
4.3. Bilan des apports de contaminants chimiques au milieu marin régional ..... 135
4.3.1. Les apports de micropolluants métalliques ..... 136
4.3.2. Les apports de micropolluants organiques ..... 137

**CONCLUSION ET RECOMMANDATIONS** ..... 139

**BIBLIOGRAPHIE** ..... 145

**ORGANISMES ET SERVICES PUBLICS CONSULTÉS** ..... 149

# INTRODUCTION



Cliché Jean-Luc CORNU

# INTRODUCTION

CE rapport a pour objet de présenter un bilan des apports au milieu marin dans le Nord - Pas de Calais. Pour cela, on a regroupé avec les résultats acquis au travers du programme régional intégré sur l'environnement littoral, diverses autres données issues des organismes ayant des missions de surveillance et de contrôle.

L'ampleur du programme régional qu'il aurait été nécessaire de réaliser pour quantifier strictement les contributions de toutes les arrivées de pollution au milieu marin dépasse très largement les moyens régionaux disponibles. Cependant, il faut bien noter que les contrôles à caractère réglementaire demandés par les services administratifs ou encore les suivis réalisés par les organismes gestionnaires publics ne sont pas prévus pour calculer des flux et donc se prêtent mal à ce type d'interprétation.

Ce rapport comprend trois parties. Les deux premières rassemblent toutes les données disponibles sur les différents types d'apports au milieu marin. La troisième concerne le calcul des flux. On a distingué, d'une part, les apports directs à la côte, c'est-à-dire les sources ponctuelles sur lesquelles des actions correctives peuvent être envisagées en fonction des effets constatés, d'autre part, les apports diffus en mer, dont l'impact est beaucoup plus difficile à évaluer.

Un effort important a été fait pour localiser les apports ponctuels : écoulements naturels, égouts urbains, rejets industriels. A la fin de la première partie, on trouvera une cartographie détaillée comprenant 12 planches sur lesquelles sont repérés les principaux apports directs et les sources potentielles de pollution à terre. Un codage unique* de chaque rejet ou groupe de rejets y est institué et sera utilisé tout au long du rapport.

Dans la seconde partie, on a dressé un bilan des connaissances sur les apports diffus en mer : retombées atmosphériques, immersions des produits de dragage et influences des zones maritimes adjacentes.

Dans la troisième partie, sont récapitulés les résultats des calculs réalisés pour trois groupes principaux de flux : bactéries fécales, charge particulaire et matières nutritives ainsi que contaminants chimiques.

La plupart de ces estimations de flux doivent être reconnues comme très approximatives et aléatoires. Ces données d'apports ne devront surtout pas être considérées comme des valeurs absolues, mais plutôt comme des valeurs repères pouvant fluctuer dans de très larges gammes que l'on tentera de préciser.

La finalité de ce rapport n'est pas de conduire à des conclusions à caractère opérationnel quant aux travaux d'assainissement côtier et, plus généralement, de lutte antipollution à mettre en place. L'obtention de telles conclusions opérationnelles relève d'une politique générale d'assainissement et appelle des études ponctuelles portant sur des secteurs choisis et orientées vers des objectifs précis. Le présent bilan vise plutôt une réflexion d'ensemble sur les apports pouvant contaminer le littoral régional, afin d'apprécier les principales sources et de fournir quelques principes généraux sur les priorités permettant de sauvegarder ou de restaurer la qualité des eaux côtières.

Les multiples documents utilisés pour la présente synthèse ont été répertoriés dans une liste bibliographique, en annexe ; ils seront signalés au fur et à mesure du rapport par un numéro d'ordre alphabétique indiqué entre parenthèses. Tous les organismes publics consultés sont également cités en annexe.

---

* Le codage comprend trois éléments : un chiffre (numéro de planche de la cartographie du chapitre 5), suivi d'une lettre (R = Rejet, S = Source), suivi d'un chiffre (numéro d'ordre de l'apport sur la planche).

# Première Partie

Cliché IFREMER

## APPORTS DIRECTS A LA MER : REJETS ET ÉCOULEMENTS NATURELS

# APPORTS DIRECTS A LA MER : REJETS ET ÉCOULEMENTS NATURELS

DANS cette première partie, on s'intéresse spécifiquement aux apports directs à la mer, soit par les ouvrages fixes mis en place par l'homme à cette fin, soit par les écoulements naturels du réseau hydrographique. **La figure 1** schématise ces derniers en les distinguant bien des autres types d'apports à la mer que sont les apports diffus : retombées atmosphériques, produits de dragages, ... apports qui seront traités dans la deuxième partie du rapport.

**Les rejets directs**, localisés sur le rivage même ou dans les zones portuaires, sont souvent à proximité de la source de l'effluent. Ce sont généralement des rejets anciens, d'eaux usées urbaines ou industrielles, épurées ou non, voire d'eaux pluviales. Ils se font par émissaires de configurations diverses. Les organismes gestionnaires du **Domaine Public Maritime** en ont dressé des inventaires ; ils peuvent donc être localisés sur des cartes. En règle générale, ce sont de petits apports du point de vue des débits rejetés ; ils sont susceptibles cependant d'engendrer des effets locaux notables. On distingue classiquement les rejets urbains et les rejets industriels.

Les effluents domestiques produits par la population des agglomérations urbaines sont collectés dans des réseaux et conduits généralement dans une station d'épuration avant d'être rejetés dans le milieu naturel. Dans certains cas, les effluents sont rejetés directement sans épuration.

Les effluents produits par les activités industrielles sont extrêmement variés. Certaines substances rejetées peuvent imposer de réaliser un traitement spécifique. Ils sont ensuite collectés dans les réseaux d'assainissement ou rejetés directement vers le milieu naturel.

**Les écoulements naturels**, débouchant sur le littoral régional, véhiculent matières et substances diverses rejetées en amont sur l'ensemble des bassins versants (drainage des terres agricoles, effluents industriels et urbains...). La connaissance des flux à leurs exutoires suppose donc de bien connaître les débits et la qualité des écoulements à l'aval des bassins versants.

Du point de vue de la nature des substances rejetées, on a distingué trois catégories d'apports.

• **Les apports à dominante bactérienne**. Il s'agit principalement des égouts urbains, des rejets de cer-

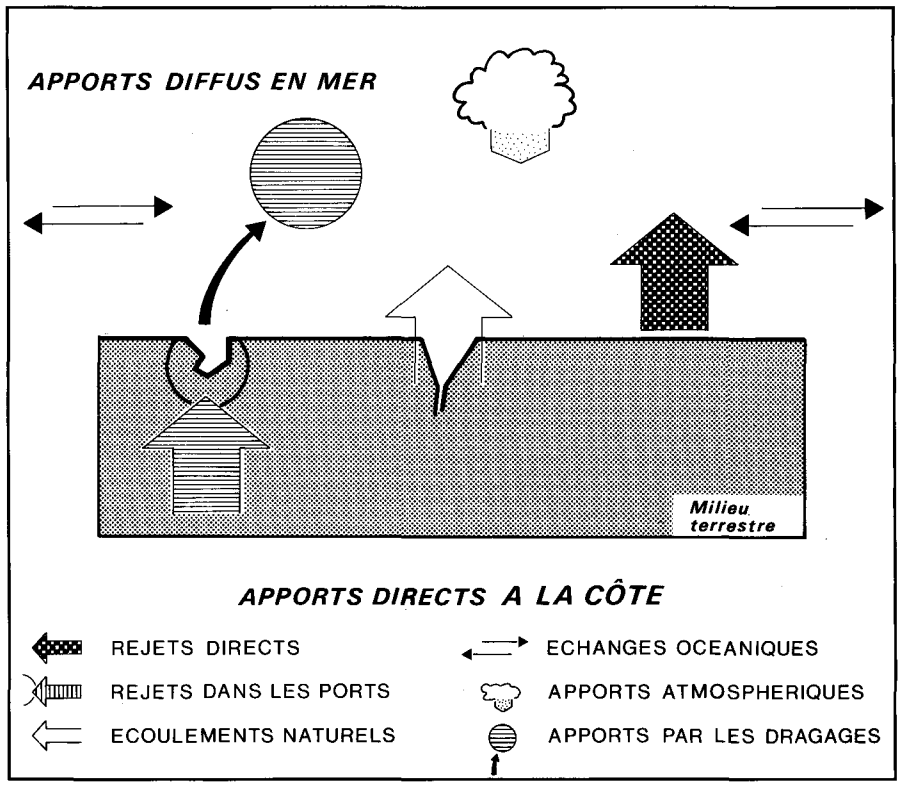



**Figure 1 - Les différents types d'apports à la mer**

taines industries agroalimentaires et des abattoirs... Ces rejets apportent, outre des contaminants bactériens, des matières organiques, de l'azote et du phosphore.

• **Les apports à dominante chimique**. Ils correspondent plus spécifiquement aux rejets industriels, à certains canaux ou ruissellements reconnus très contaminés du point de vue des matières particulaires ou des contaminants chimiques.

• **Les apports mixtes**. Les écoulements naturels tels que les cours d'eau sont visés par cette dénomination. Dans presque tous les cas, ces apports contiennent des germes bactériens, des matières particulaires organiques et nutritives et, à l'état de traces, des contaminants chimiques.

Cette classification sert de base à la présentation de la cartographie synthétique du chapitre 5 de cette première partie :

— Les apports à dominante bactérienne sont repérés dans les tableaux par la lettre B et sur les planches par la couleur jaune,

— Les apports à dominante chimique sont précisés dans les tableaux par la lettre C et dans les planches par la couleur rouge,

— Les apports mixtes, repérés par les lettres B, C, sont les écoulements naturels représentés par des flèches bicolores jaune et rouge.

# 1. INVENTAIRE DES REJETS ET ÉCOULEMENTS NATURELS

Les rejets à la mer sont placés sous la responsabilité de plusieurs organismes administratifs qui interviennent dans les procédures d'autorisation et dans les actions de contrôle. De nombreux travaux ont été réalisés sur les rejets à la mer dans la région Nord-Pas de Calais, d'abord, par les Services concernés dans le cadre de leurs missions propres, et aussi, à l'occasion des études particulières menées dans le cadre du programme régional intégré sur l'environnement, financées conjointement par la Région Nord-Pas de Calais et l'IFREMER.

## 1.1. Organismes concernés

Tous les organismes concernés par les apports à la mer ont été consultés dans le cadre de cette étude. Dans **le tableau 1**, on a récapitulé schématiquement quels services sont en charge de la police des eaux, du contrôle des rejets, de la gestion des ressources en eau...

La complexité de cette organisation n'échappe à personne. On n'en retiendra que quelques principes généraux.

— La gestion globale du Domaine Public Maritime (DPM) et donc du milieu marin récepteur, ainsi que des rejets à la mer, relève de la compétence des Services Maritimes : Service Maritime du Port Autonome de Dunkerque (PAD), Service Maritime des ports de Boulogne et Calais (SMBC). Leur mission comprend des actions de police des eaux et de lutte contre la pollution marine. A ce titre, ils réalisent :

- l'inventaire des rejets et leur identification,
- le contrôle des immersions en mer,
- les dossiers de demande d'autorisation de rejet pour les nouvelles implantations.

— Les rejets urbains débouchant à la mer relèvent de la responsabilité générale des Services Maritimes en liaison avec l'Agence de l'Eau Artois-Picardie (AEAP) et les Directions Départementales des Affaires Sanitaire et Sociale (DDASS). Les rejets des stations d'épuration urbaines qui collectent la majeure partie des effluents urbains sont suivis par les Services départementaux d'Assistance Technique aux Stations d'Epuration (SATESE). Ces contrôles ont pour vocation d'aider les exploitants à assurer le bon fonctionnement des installations de traitement des eaux usées.

— Les rejets industriels des établissements classés sont contrôlés par la Direction Régionale de l'Industrie et de la Recherche (DRIR) en liaison avec l'Agence de l'Eau.

— Pour les écoulements naturels (rivières et canaux) débouchant en mer, l'Agence de l'Eau assure, dans le cadre du Réseau National de Bassin, un suivi permanent. Cet organisme collecte par ailleurs de nombreuses informations sur les rejets d'eaux usées urbaines et industrielles ainsi que sur les prélèvements d'eau afin de percevoir les redevances correspondantes.

| TYPE D'ACTIVITÉ | DOMAINE MARITIME | DOMAINE CONTINENTAL |
|---|---|---|
| Police des eaux | — Services Maritimes (SMBC, PAD) | — DDA (zones rurales)<br>— DDE (autres zones) |
| Contrôle des rejets classés :<br>- industriels<br>- autres rejets | <br>— DRIR<br>— Services Maritimes | <br>— DRIR<br>— DDA |
| Autres contrôles | — Cellules anti-pollution<br>— CEPPOL | — DDE<br>— SATESE<br>— AREMAD |
| Gestion de la ressource | — IFREMER/CRSU (zones conchylicoles)<br>— DDASS (eaux de baignade) | — AEAP<br>— SRAE<br>— AEH |

**Tableau 1 - Principaux organismes publics concernés par les apports à la mer**
(les sigles sont explicités en annexe)

## 1.2. Documents disponibles

Divers documents concernant les apports à la mer ont été produits dans le cadre des missions propres à certains organismes ou à l'occasion d'études particulières.

Certains documents concernent strictement l'inventaire et la localisation des rejets, d'autres s'intéressent aux apports en termes de flux. Seuls, les documents généraux sont présentés ci-dessous. D'autres rapports plus spécifiques seront signalés au fur et à mesure au niveau des apports particuliers auxquels ils se réfèrent.

### 1.2.1. Les inventaires des Services Maritimes

Les Services Maritimes (SMBC et PAD) ont réalisé l'inventaire des rejets à la mer pour chacun des deux départements de la région.

*Le littoral du Pas-de-Calais* (source SMBC)

Ce document d'inventaire (57) comprend, pour le secteur de l'estuaire de l'Authie à celui de l'Aa, 4 cartes à l'échelle 1/50 000 qui présente les rejets localisés et identifiés par un numéro, et une liste annexe récapitulant :

— les caractéristiques techniques de l'exutoire,
— la nature de l'effluent rejeté (domestique ou industriel),
— l'existence ou non d'une épuration,
— l'identification du propriétaire ou du gestionnaire, et s'il est soumis à une autorisation particulière,
— un débit moyen, dans certains cas,
— la concentration médiane en germes fécaux *E. coli.*

Au total, pour le seul département du Pas-de-Calais, on recense 265 rejets, identifiés comme débouchant à la mer. Leur répartition est inégale le long du linéaire côtier. On trouve :
— des secteurs où les rejets sont très nombreux, correspondant aux agglomérations de Calais (97 rejets), Boulogne (90 rejets), Etaples-Le Touquet (36 rejets) ;
— des secteurs où la densité de rejets est moyenne, de Sangatte à Wimereux (23 rejets, dont seulement 5 rejets en baie de Wissant, du cap d'Alprech à Camiers (8 rejets).

*Le littoral du Nord (source PAD)*

Cette cartographie de localisation des rejets (60) est disponible pour le littoral allant de l'Aa à la frontière belge. On compte très peu de rejets directs à la mer, l'essentiel des apports se faisant par l'intermédiaire de trois exutoires principaux qui sont la rivière Aa, le port de Dunkerque-Ouest et le port de Dunkerque-Est dans lequel débouche le canal exutoire. La plupart des effluents industriels et urbains sont, dans ce département, raccordés à un réseau de collecte des eaux usées.

Ces deux inventaires des rejets constituent la référence régionale et une base de travail pour l'identification et la localisation géographique des rejets à la mer. Ils seront repris et simplifiés dans la présentation des rejets sous forme cartographique dans le chapitre 5.

### 1.2.2. Les études produites dans le cadre du programme régional intégré

*Apports et flux bactériens* (6, 7)

Confiée à l'Agence de l'Eau, cette étude a permis de mettre à jour et de compléter l'inventaire des services maritimes précité, d'évaluer, lors d'une campagne de mesures effectuée en 1985, les flux bactériens d'origine fécale arrivant à la mer et, enfin, de faire apparaître les apports majeurs susceptibles d'entraîner une dégradation de la qualité microbiologique des eaux littorales vis à vis des normes en vigueur pour la baignade et la conchyliculture.

*Apports par les rivières* (20, 38, 52)

Cette étude pluridisciplinaire réalisée par les équipes de l'IPL et de l'USTL concerne l'hydrobiologie, la sédimentologie et les paramètres microbiologiques et chimiques au niveau des estuaires des quatre principales rivières de la région : l'Aa, la Canche, l'Authie, la Somme.

Des campagnes de prélèvements mensuels, réalisées en 1982, ont permis de préciser la qualité des eaux, la nature de certains mécanismes hydrologiques et de donner un premier ordre de grandeur des flux apportés par ces cours d'eaux.

*Apports par les ports de Boulogne et Calais* (49)

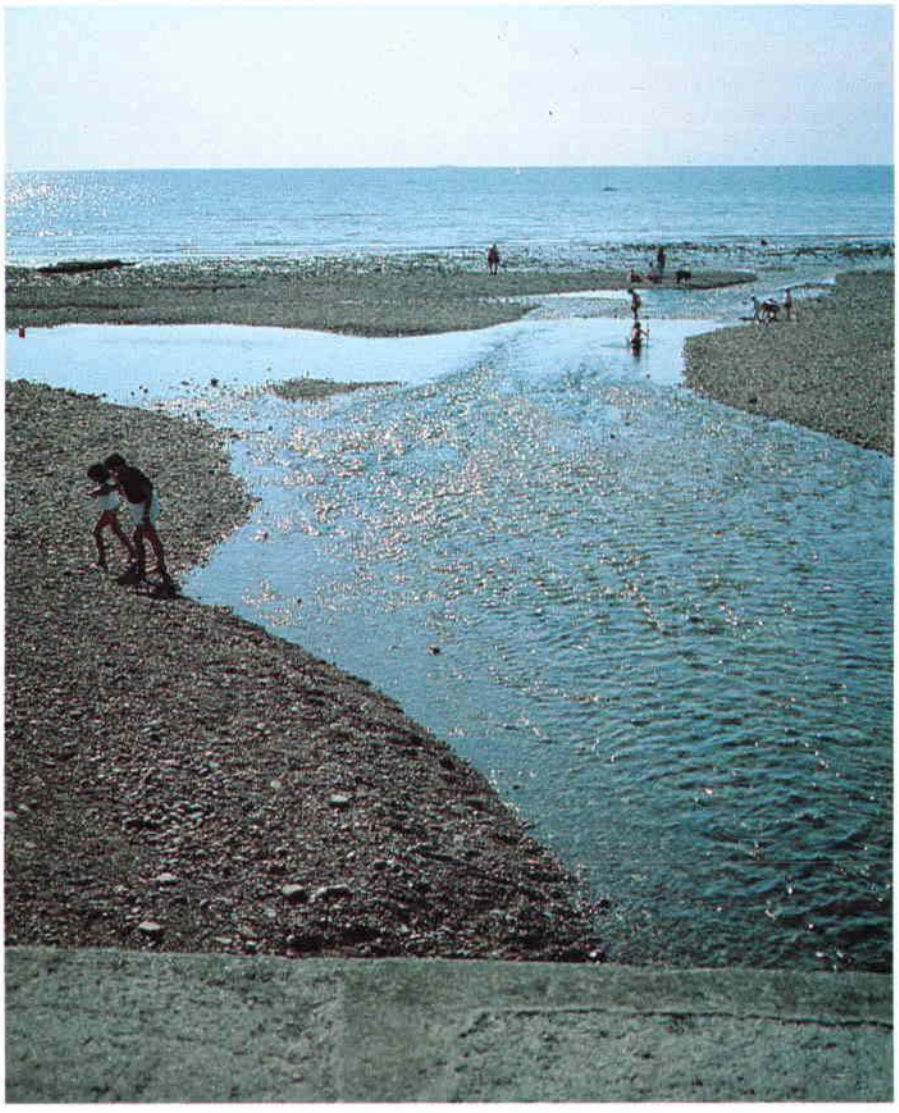
Les zones portuaires apparaissant comme des origines majeures de contamination du littoral, il est apparu important de préciser la répartition des polluants dans les ports et d'identifier les principaux apports y parvenant (étude conjointe IPL et USTL).

### 1.2.3. Les autres informations utilisées

De nombreux autres documents de nature et d'origine très diverses apportent des renseignements complémentaires, plus ou moins spécifiques. On peut citer :

— L'Inventaire de qualité des eaux superficielles du bassin Artois-Picardie réalisée par l'Agence de l'Eau (3). Il s'agit d'une surveillance régulière, effectuée en différents points de mesures, répartis sur les cours d'eau régionaux. Certaines de ces stations permanentes permettent d'évaluer la qualité des apports provenant de l'arrière pays, mais la pollution générée dans la bande littorale n'est pas totalement prise en compte. On notera cependant qu'à partir de 1985 l'Agence procède à un suivi bimensuel de qualité dans les estuaires.

— Les données de la DRIR concernant les rejets industriels classés (24). Elles sont fournies par le contrôle des rejets industriels, soumis à autorisation, et renseignent sur les apports de contaminants, en particulier les toxiques.



Cliché IFREMER

— L'inventaire des secteurs conchylicoles (31), réalisé par le Département du Contrôle et du Suivi de la Ressource et de son Utilisation (CSRU) de l'IFREMER. Ce document recense les informations relatives aux gisements conchylicoles et aux modes d'exploitation ainsi que les sources de pollution susceptibles de les affecter.

En conclusion, on voit que les documents d'inventaire disponibles sont relativement nombreux mais de natures très diverses. Cela est dû à la complexité des apports et à leurs formes multiples et également à l'organisation administrative nationale. En conséquence, les données apparaissent plutôt hétérogènes tant dans les méthodes que dans les résultats obtenus. On a tenté cependant de dresser une cartographie unique des rejets à la mer sur le littoral régional Nord-Pas de Calais avant d'obtenir une première estimation des flux. Cette cartographie, qui regroupe les rejets d'origine urbaine et industrielle ainsi que les principales sources ponctuelles potentielles de pollution, fait l'objet du chapitre 5 de la présente partie.

# 2. REJETS URBAINS ET ASSAINISSEMENT

L'AUGMENTATION des populations urbaines se traduit par l'augmentation des apports, épurés ou non, et dont l'aboutissement est la mer, soit indirectement par l'intermédiaire des rivières et écoulements naturels, soit directement par émissaires pour certaines villes côtières.

## 2.1. Origine et nature des effluents urbains

On trouve plus de 400 000 habitants, soit environ 10 % de la population totale de la région Nord-Pas de Calais, concentrés en cinq ensembles urbains situés en bord de mer, et répartis sur les 125 kilomètres du littoral. Le nombre d'habitants de ces ensembles sont les suivants :

- Dunkerque-Grande Synthe 170 000
- Calais 76 000
- Boulogne-Le Portel 79 000
- Etaples-Le Touquet 20 000
- Berck 14 000

les augmentations saisonnières de population sont estimées globalement à plus de 200 000 personnes.

On voit que la densité de la population est élevée, ce qui entraîne des apports d'origine urbaine importants sur le littoral : on dénombre près de 80 rejets urbains (ou groupes de rejets) directs à la mer identifiés "à dominante bactérienne". Tous ces rejets ont été répertoriés et visualisés dans la cartographie présentée au chapitre 5.

Sur **la façade nord**, les rejets urbains transitent par les cours d'eau : canal exutoire de Dunkerque, canaux débouchant à Calais, et Aa.

Sur **la façade ouest**, les rejets sont particulièrement nombreux et plus individualisés. Leur densité est maximale à Boulogne (planche 9 de la cartographie), et sur le secteur Hardelot-Etaples-Le Touquet (planches 10 et 11). Signalons, enfin, certaines zones dont l'habitat est dispersé comme le site des caps et le Marquenterre et dont la vocation touristique entraîne des fluctuations de population saisonnière importantes.

Dans l'ensemble, les apports urbains les plus importants en débits sont issus des stations d'épuration et transitent par l'intermédiaire des écoulements naturels.

Les effluents urbains sont constitués par les eaux ménagères, c'est-à-dire les eaux utilisées pour la toilette, la cuisine, la lessive, et par les eaux vannes, c'est-à-dire les eaux d'évacuation des matières urinaires et fécales.

On y trouve donc diverses matières telles que des débris végétaux et animaux, des fibres, des matières grasses, des détergents, des sels minéraux dissous, ainsi que de nombreux composés organiques provenant de la digestion humaine, des bactéries, des parasites intestinaux et divers micro-organismes.

**L'assainissement littoral**, que l'on présente, ci-après, s'intéresse à la collecte des déchets et des eaux usées, à leur traitement et au rejet des effluents après épuration, en mer ou dans les écoulements superficiels y parvenant. On a résumé dans **le tableau 2** quelques ordres de grandeur des principaux apports dus à un habitant. A l'évidence, ces valeurs spécifiques annuelles ont d'abord un intérêt indica-

| | |
|---|---|
| 300 kg | Ordures ménagères |
| 30 kg | Matières en suspension |
| 20 kg | Demande biochimique en oxygène |
| 4 kg | Azote total (1/2 ammoniacal) |
| 1 kg | Phosphore total (1/2 phosphate dissous) |
| 1 kg | Détergents (tensio-actifs) |
| 20 g | Hydrocarbures totaux |
| 1 g | Hydrocarbures polyaromatiques |
| 0,5 g | Polluants organiques chlorés (solvants, lindane, DDT, PCB) |
| $10^{12}$ | Coliformes fécaux |

**Tableau 2 - Apports urbains par habitant et par an**

tif (9) ; elles effacent d'énormes variations journalières, saisonnières, et géographiques. Elles sont donc difficilement utilisables pour calculer des flux parvenant au milieu marin. On notera de plus que le volume unitaire d'eaux usées s'accroît quand la taille de l'agglomération augmente. Avec un minimum de 150 litres par jour et par habitant, ce volume peut s'élever à plusieurs centaines de litres par jour. Les observations faites par l'Agence de l'Eau montrent que la consommation moyenne en zone littorale est, dans la région, inférieure à 100 l/j, et plutôt proche de 80 l/j.

**Du point de vue des flux**, on peut distinguer deux catégories principales de charges polluantes.

- **La charge bactériologique**

Les connaissances actuelles sont, dans ce domaine plus qu'ailleurs, très fragmentaires et les méthodologies trop disparates pour quantifier avec précision les flux des micro-organismes en provenance des rejets urbains. Cette remarque intéresse tous les types de rejets urbains : eaux usées brutes ou effluents traités à divers degrés d'épuration, voire les écoulements de temps sec dans les réseaux pluviaux.

La contamination des zones littorales de baignade, de conchyliculture, est certes en relation avec les pollutions bactériennes des grandes agglomérations mais elle est aussi due à de multiples sources diffuses et aux écoulements naturels. On peut citer, par exemple, les eaux vannes, en période estivale, des campings et des caravanages, les eaux de lessivage des exploitations agricoles ou des surfaces imperméabilisées urbaines, qui collectent des déjections animales...

Enfin, certains rejets industriels peuvent être classés "à dominante bactérienne". Ces rejets contenant des bactéries fécales sont principalement ceux qui correspondent aux eaux vannes des usines ou aux effluents agro-alimentaires liés à l'élevage, tels que les abattoirs (28).

Les concentrations* habituelles des eaux usées urbaines sont de l'ordre de :

— $10^6$ à $10^8$ E. coli par 100 ml,
— $10^5$ à $10^7$ Streptocoques D par 100 ml.

Les matières fécales contiennent occasionnellement des bactéries et virus pathogènes, responsables de maladies, telles que fièvres typho-paratyphoïdiques, dysenteries et divers troubles gastro-intestinaux. Des parasites animaux, notamment des vers, peuvent s'y trouver aussi.

La recherche de ces éléments pathogènes, normalement peu abondants, est longue et délicate, et les coûts d'analyses sont très élevés, ce qui exclut de les rechercher systématiquement en routine. Le contrôle porte donc habituellement sur des germes indicateurs de contamination fécale, inoffensifs par eux-mêmes, facilement identifiables, dont la présence indique la probabilité de mise en évidence de micro-organismes pathogènes.

Les germes indicateurs les plus utiles dans le cadre des études de pollution sont :

— les coliformes qui sont tous terrestres, mais pas tous fécaux ;
— les *E. coli*, seul genre toujours d'origine fécale, ils sont parfois assimilés à tort dans diverses réglementations à d'autres indicateurs couramment utilisés, les coliformes fécaux, ou encore les coliformes thermotolérants ;
— les Streptocoques du groupe D de Lancefield, ou les entérocoques, qui représentent l'essentiel des streptocoques fécaux.

L'origine de ces germes est essentiellement humaine ou animale. Les concentrations dans les matières fécales de l'homme et de divers animaux sont importantes comme le montre **le tableau 3**.

- **La charge particulaire, organique et nutritive**

Les effluents urbains se caractérisent par leur grande richesse en matière organique et en éléments nutritifs. Les concentrations présentes

| MATIÈRE FÉCALE | ESCHERICHIA COLI | STREPTOCOQUES D |
|---|---|---|
| Homme | 13 000 000 | 3 000 000 |
| Chat | 7 900 000 | 27 000 000 |
| Chien | 23 000 000 | 980 000 000 |
| Rongeur | 160 000 | 4 600 000 |
| Vache | 230 000 | 1 300 000 |
| Porc | 3 300 000 | 84 000 000 |
| Mouton | 16 000 000 | 38 000 000 |
| Canard | 33 000 000 | 54 000 000 |
| Poulet | 1 300 000 | 3 400 000 |
| Dindon | 290 000 | 2 800 000 |

*Source (28)*

**Tableau 3 - Flux bactériens fécaux d'origine humaine ou animale**
(par gramme de matière)

* En toute rigueur, il conviendrait de parler d'U.F.C. (Unité formant colonie) pour des dénombrements effectués sur milieu solide et de N.P.P. (Nombre le plus probable) pour ceux réalisés en milieu liquide, ce que nous ne ferons pas pour plus de simplicité.

dans les effluents sont de l'ordre de 100 à 500 fois supérieures à celles mesurées dans le milieu. Qu'il s'agisse des eaux usées brutes ou épurées, les données disponibles sont celles utilisées par les constructeurs des stations d'épuration et par les Services qui suivent leur fonctionnement (SATESE) : demande biologique en oxygène ($DBO_5$), demande chimique en oxygène (DCO), matières en suspension (MES) et parfois azote, phosphore.

La **$DBO_5$** (Demande Biologique en Oxygène en jours) mesure l'oxygène consommé en 5 jours par les bactéries qui dégradent l'effluent : elle simule en quelque sorte la quantité d'oxygène qui sera prélevée au milieu naturel du fait de l'activité des micro-organismes. La **DCO** (Demande Chimique en Oxygène) est plus élevée que la $DBO_5$ : elle mesure la totalité de ce qui est oxydable par voie chimique. On exprime ces valeurs en concentration (mg/l).

Ces informations sont indirectes, elles permettent de calculer le rendement des installations d'épuration du point de vue des matières organiques éliminées, mais sont insuffisantes pour connaître l'impact réel de l'effluent sur le milieu marin côtier.

Compte tenu de leur richesse en composés nutritifs et organiques, certains autres rejets d'origine industrielle peuvent parfois être assimilés aux rejets urbains, tout particulièrement des rejets d'industries agro-alimentaires.

## 2.2. Données disponibles

Les organismes chargés du contrôle des rejets urbains et du fonctionnement des stations d'épuration font procéder, le plus souvent, à des mesures physicochimiques et pratiquement jamais à des mesures bactériologiques. Cependant, des études et des campagnes de mesures à caractère exceptionnel ont été menées dans le cadre du programme régional intégré.

### 2.2.1. Les études du Programme Régional Intégré

Les études concernant les apports "à dominante bactérienne" pour lesquels peu de données étaient disponibles sont les suivantes.

— L'étude des rejets littoraux (6,7) menée par l'Agence de l'Eau en 1985-1987. Elle est basée sur l'inventaire de 116 rejets dans le Pas-de-Calais et de 5 rejets dans le Nord. On y rend compte de 1 à 2 mesures pour les petits rejets, et de 10 mesures environ pour une dizaine de rejets classés importants en raison de leur débit, de leur concentration ou de la proximité d'une zone sensible (baignade, mytiliculture...).

— L'étude des apports dans les ports de Boulogne-sur-Mer et de Calais, étude physico-chimique et bactériologique (49) destinée à compléter, sur le modèle des études effectuées à Dunkerque (47), les connaissances relatives aux origines des flux fécaux dans ces deux ports.

— L'étude des rejets dans l'estuaire de l'Aa (44). Ce bilan de deux campagnes de mesures inter-organismes vise à faire le point sur la situation bactériologique et chimique de la partie aval de l'Aa avant et pendant la réalisation de la station de relèvement de Petit-Fort-Philippe.

### 2.2.2. Les autres données relatives aux rejets urbains

Des informations complémentaires sont données dans plusieurs études parmi lesquelles on retiendra.

— Le contrôle des rejets de stations d'épuration urbaines par les SATESE. Ces travaux portent essentiellement sur la pollution carbonée, Demande Biologique en Oxygène ($DBO_5$), Demande Chimique en Oxygène (DCO), Matières En Suspension (MES) et Azote. A noter que les cahiers des charges des stations d'épuration, y compris littorales, ne comportent pas de contraintes microbiologiques jusqu'en 1986 ; des analyses microbiologiques ont été effectuées en 1987 sur les stations du littoral Nord-Pas de Calais à la demande de l'Agence de l'Eau. Les contrôles réalisés par les SATESE pendant l'année 1985 (53, 54) serviront de base à la présentation de la situation actuelle de l'assainissement littoral.

— L'étude de l'efficacité de la chloration des effluents des stations d'épuration littorales (21). Ce travail, mené sur les stations d'épuration littorales équipées de dispositif de chloration des effluents, porte sur la description des installations, leur fonctionnement, les caractéristiques des ouvrages de désinfection et la vérification des temps de contact. Cinq campagnes de mesures (1984-1985) ont permis d'estimer l'efficacité de ces dispositifs dans les conditions réelles de leur utilisation.

— Les études microbiologiques du canal exutoire (45), du canal des Moëres (46) et autres canaux (47) à Dunkerque (1983-1984). Cette série d'études très détaillées vise à estimer parmi les causes de pollution bactérienne des plages, la part des bassins portuaires, des divers canaux et de la station d'épuration. Ces données ont été obtenues lors de campagnes de mesures spécialement conçues pour rendre compte des régimes hydrauliques particuliers dans ce secteur situé sous le niveau des marées hautes.

## 2.3. L'assainissement sur le littoral du Nord-Pas de Calais

Quand on s'intéresse à l'assainissement dans une zone littorale, il importe de considérer l'ensemble du système qui comprend des réseaux de collecte d'eaux usées et d'eaux pluviales avec des taux de raccordement variables, et une station d'épuration dont la capacité nominale de traitement en débit ou en charge polluante correspond plus ou moins bien, à une époque donnée, à la collecte.

## 2.3.1. La situation actuelle

L'état actuel de l'assainissement sur le littoral de la région Nord-Pas de Calais résulte à la fois des efforts entrepris pour équiper les communes à forte population et du regroupement de ces communes en syndicats intercommunaux constituant des "unités d'assainissement".

**La figure 2** schématise l'état de l'assainissement littoral. On trouve sur le littoral régional 23 unités d'assainissement équipées de systèmes d'épuration, réparties de la façon suivante :

— 11 sur la façade nord regroupant l'ensemble des 20 communes littorales, disposant de station d'épuration ;

— 12 sur la façade ouest regroupant 22 communes, différemment équipées selon que leur habitat est plus ou moins dispersé.

Trois communes sont en cours d'équipement en systèmes d'épuration extensifs : un lagunage à Audresselles, des systèmes d'infiltration dans les sables à Sainte-Cécile et à Wissant.

Quatre communes n'ont pas de station d'épuration. L'assainissement y est soit individuel (Marquenterre et site des Caps), soit inexistant.

## 2.3.2. Les réseaux d'assainissement urbain

Le type de système de collecte des eaux usées conduit à des débits et à des charges à traiter variables. Il faut noter que les débits collectés peuvent contenir une fraction non négligeable d'eaux parasites (drainages divers, nappe phréatique, ruissellements). Ceci peut, dans certains cas, conduire à écrêter le flux à épurer vers le milieu naturel dès qu'il y a une augmentation de ces débits parasites. Par ailleurs, les réseaux de collecte comprennent très souvent des ouvrages du type postes de relevage des eaux usées ; ceux-ci sont équipés de trop-pleins vers le milieu naturel qui peuvent fonctionner dans des situations diverses : coupures de courant électrique, pannes mécaniques, pluies d'orages, etc.

Une étude nationale a été effectuée sur les causes de pollution des plages classées en catégorie D (55) : il s'agit, pour 6 plages de la région Nord-Pas de Calais, d'une compilation de résultats de surveillance et de la description de la situation et des données techniques sur l'assainissement local.

- **Les réseaux de type unitaire**

Ces réseaux, de conception généralement ancienne, reprennent dans des collecteurs uniques l'ensemble des eaux usées et des eaux pluviales. Par temps sec, leur fonctionnement est satisfaisant, car ils collectent la totalité des flux polluants. Par contre, en cas de pluie, les installations sont débordées par les débits importants et les déversoirs d'orage entrent en service pour évacuer l'eau excédentaire, mais sans traitement possible. Un autre inconvénient de ces réseaux réside dans la dilution des eaux polluées, ce qui rend plus difficile le traitement d'épuration en bout de réseau.

- **Les réseaux de type séparatif**

De conception plus moderne, ceux-ci séparent les eaux usées des eaux pluviales, dans deux réseaux entièrement distincts. Les eaux pluviales sont alors rejetées directement et les eaux usées dirigées vers la station d'épuration.

Dans la pratique, les choses ne sont pas aussi tranchées et on assiste très souvent à des pollutions importantes du réseau pluvial à la suite de branchements incorrects. A l'inverse, des intrusions d'eaux pluviales dans les eaux usées perturbent parfois le

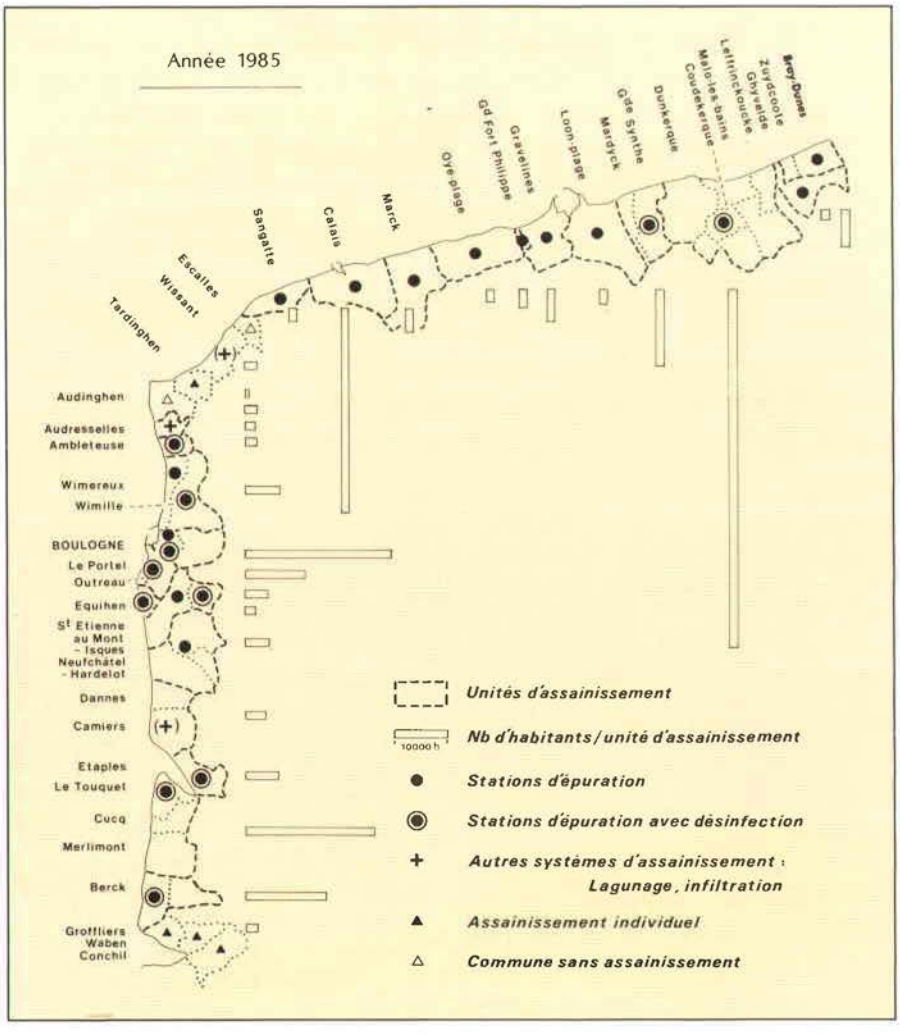



**Figure 2 - Situation de l'assainissement en zone littorale**

fonctionnement des stations d'épuration.

- **Les réseaux mixtes ou pseudo-séparatifs**

Dans beaucoup de cas, on assiste à un mélange des deux types de réseaux précédents : des parties de réseaux récents de type séparatif sont raccordées à des réseaux unitaires anciens. Le fonctionnement de ce système possède les inconvénients des deux systèmes précédents, à des degrés moindres toutefois.

Face aux problèmes de salubrité des zones conchylicoles et des plages, il semble, à l'heure actuelle, que l'on doive surtout être préoccupé du bon fonctionnement des réseaux de collecte, plus que de l'adéquation des stations d'épuration, mis à part toutefois le problème de la désinfection des eaux usées avant rejet dans le milieu naturel.

## 2.3.3. Les stations d'épuration

Au total, 23 stations d'épuration principales traitent les effluents domestiques produits sur le littoral régional. Elles sont d'importances inégales comme on peut le constater dans **le tableau 4**.

La capacité totale (673 000 équivalents habitants en 1985) apparaît suffisante au regard de la population permanente (425 000 habitants) et des activités artisanales et industrielles des tissus urbains. Mais elle paraît juste suffisante si l'on prend en compte les augmentations estivales de population (estimées à plus de 200 000 personnes).

Le débit total des effluents urbains sortant des stations d'épuration est évalué à environ 68 000 m³/j. Le débit total débouchant sur la façade nord est plus important (56 %) que celui de la façade ouest (44 %).

Les stations d'épuration ont été conçues essentiellement pour éliminer les matières en suspension et la pollution organique carbonée. Les stations de la région sont presque toutes de type biologique classique (boues activées). La station du Touquet utilise une microflore fixée sur un support granulaire.

Dans ce tableau 4 ne sont pas prises en compte les petites stations d'épuration des collectivités. Elles

| STATIONS D'ÉPURATION | NUMÉRO* DE REJET (cartographie) | MILIEU RÉCEPTEUR | CAPACITÉ (éq. hab.) | DÉBIT (m³/j) | DÉSINFECTION (Chloration) |
|---|---|---|---|---|---|
| Bray-Dunes | 1S1 | canal de Furnes | 15 000 | 1 140 | non |
| Ghyvelde | 1S2 | canal de Furnes | 4 600 | 155 | non |
| Dunkerque | 2S1 | canal exutoire | 100 000 | 21 600 | permanente |
| Grande-Synthe | 2S7 | canal exutoire | 38 300 | 3 740 | permanente |
| Loon-Plage | 3S4 | canal exutoire | 8 000 | 413 | non |
| Grand-Fort-Philippe | 4R7 | Aa | 6 000 | 1 038 | non |
| Gravelines | 4S2 | Aa | 11 100 | 865 | non |
| Oye-Plage | 4S5 | rivière d'Oye (Aa) | 2 000 | 500 | non |
| Marck | 5S2 | canal de Marck | 3 500** | 451 | non |
| Calais | 6S10 | canal de Rivière Neuve | 180 000 | 8 025 | non |
| Sangatte | 7S1 | canal de Rivière Neuve | 1 900 | 235 | non |
| Ambleteuse | 8S3 | Slack | 4 000 | 210 | estivale |
| Wimereux | 9S1 | Wimereux | 1 500 | 195 | non |
| Wimille | 9S2 | Wimereux | 14 000 | 135 | estivale |
| Boulogne | 9S9 | Liane | 125 000** | 16 500 | estivale |
| Le Portel | 9R23 | mer | 25 000 | 1 956 | permanente |
| Equihen | 10S5 | mer | 3 000 | — | estivale |
| Saint-Etienne | 10S4 | Liane | 700 | — | non |
| Isques | 10S3 | Liane | 7 000 | 513 | estivale |
| Neufchâtel-Hardelot | 10S7 | ruisseau | 12 000 | 820 | non |
| Etaples | 11R1 | Canche | 7 400** | 580 | estivale |
| Le Touquet | 11S5 | Canche | 53 000 | 3 395 | permanente |
| Berck | 12S5 | Authie | 50 000 | 5 067 | estivale |
| **Total arrondi** | | | 680 000 | 68 000 | |

*Source (54, 55)*

* Le codage comprend trois éléments : un chiffre (numéro de planche de la cartographie du chapitre 5), suivi d'une lettre (R = Rejet, S = Source), suivi d'un chiffre (numéro d'ordre de l'apport sur la planche).

** Extension à partir de 1986-1987.

**Tableau 4 - Les stations d'épuration principales du littoral Nord - Pas de Calais en 1985**

sont évoquées, ci-après, au paragraphe 2.3.4. et seront citées, au cas par cas, comme sources potentielles de pollution dans les tableaux de synthèse de la cartographie, au chapitre 5.

A titre d'information, on peut rappeler l'influence des divers types de traitement sur la composition particulaire, organique et nutritive des effluents urbains :

— traitement primaire (dégrillage, décantation) : élimination des gros objets et des particules décantables de grosse taille ; abattement de 25 à 35 % de la $DBO_5$.

— traitement secondaire (épuration biologique) : oxydation de la matière organique ; abattement de 75 à 90 % de la $DBO_5$.

— traitement tertiaire (filtration et traitement chimique supplémentaires) : abattement de 98 % de la $DBO_5$ et éventuellement une partie des éléments nutritifs (azote et phosphore).

Bien qu'elles ne soient pas conçues dans le but d'une épuration bactériologique, les stations d'épuration ont cependant une certaine action sur les bactéries témoins de contamination fécale. Cette action, correspondant à un abattement de 90 à 99 %, serait considérée comme très satisfaisante en terme de pollution carbonée, mais sur le plan bactériologique elle conduit à un effluent résiduel encore très chargé (environ $10^5$ *E. coli*/100 ml).

Afin d'améliorer ces performances, certaines stations littorales ont été dotées de dispositifs de désinfection par chloration utilisant, soit le chlore gazeux, soit l'eau de javel. Mais l'abattement moyen dans ces installations (21) est limité à 90 ou 99 % dans l'état actuel. La fiabilité de ces dispositifs n'apparaît pas parfaite et pourrait être améliorée. Enfin, dans le cas général, la chloration n'est actuellement prévue que lors de la saison balnéaire c'est-à-dire de juin à septembre, la période de collecte maximale des moules n'est donc pas couverte.

### 2.3.4. L'assainissement individuel

Dans les zones rurales à habitat dispersé, en l'absence de réseaux d'égouts développés, l'assainissement est individuel. Il consiste essentiellement en dispositifs visant à réduire la charge organique des effluents domestiques avant leur rejet dans le milieu. Ce sont des bacs dégraisseurs pour les eaux ménagères et des fosses septiques pour les eaux vannes. Les concentrations en germes fécaux issus de ces dispositifs peuvent être importantes, comparables à celles d'eaux brutes sans épuration.

Dans le cas des groupements d'habitations, des lotissements, il est parfois demandé au promoteur, en l'absence d'assainissement collectif, de réaliser une mini-station d'épuration. Cette formule *a priori* satisfaisante se révèle souvent décevante dans la pratique pour des problèmes de conception des installations ou surtout de maintenance. Aucun contrôle ne s'applique à ces rejets.

Une trentaine de petites stations d'épuration dont les capacités de traitement sont comprises entre 50 et 1 500 équivalents habitants, sont signalées dans la cartographie du chapitre 5.

Les eaux issues de ces traitements individuels ou semi-collectifs sont considérées comme des eaux traitées et le rejet est autorisé, soit par infiltration, soit dans les eaux de surface, éventuellement par le biais du réseau des eaux pluviales.

## 2.4. Conclusion

L'assainissement de la zone littorale de la région Nord-Pas de Calais se caractérise par des réseaux de collecte anciens et insuffisamment développés (8).

Il en résulte que de nombreux effluents ne sont pas raccordés et se jettent directement dans le milieu naturel, par le biais des écoulements naturels et des réseaux d'eaux pluviales. De plus, les écoulements sont souvent mal connus et des apports d'eaux parasites perturbent la bonne marche des stations d'épuration (8).

La capacité globale paraît juste suffisante pour prendre en compte l'afflux touristique estival, en particulier dans le Boulonnais et le Marquenterre.

Enfin l'épuration privilégie surtout l'élimination des matières particulaires et organiques et prend trop rarement en compte celle des micro-organismes fécaux. On notera que dans le cadre du 5ème programme d'intervention de l'Agence de l'Eau (1987-1992), le suivi des paramètres bactériens par le SATESE est considéré comme un objectif prioritaire.

Cliché Agence de l'Eau Artois-Picardie

# 3. REJETS INDUSTRIELS

LES activités industrielles implantées sur le littoral ou sur les bassins versants littoraux sont à l'origine d'apports notables d'eaux résiduaires au milieu marin.

On ne peut imaginer, dans un tel document de synthèse, dresser une liste exhaustive de tous les rejets de toutes les activités à caractère industriel. La plupart sont noyées dans les tissus des grandes agglomérations urbaines, Dunkerque, Calais, Boulogne.

A la grande variété des types d'activité s'ajoute la disparité des tailles des entreprises. Il a donc fallu faire des choix et ne présenter que les industries à l'origine des flux polluants les plus importants et signalées dans les documents officiels. Il ne faudra cependant pas perdre de vue, dans l'établissement des bilans, qu'il existe une multitude de petits rejets dont la somme des apports pourrait représenter des quantités significatives de contaminants ; mais ceux-ci ne peuvent être pris en compte sur la base des données recensées.

Pour l'établissement de ces bilans et la description succincte des activités sélectionnées, on s'est référé aux données acquises ou aux synthèses établies par les organismes habilités que sont la Direction Régionale de l'Industrie et de la Recherche (DRIR) et l'Agence de l'Eau Artois-Picardie (AEAP).

Plus précisément, la présentation du Vème programme d'intervention (1987-1991) de l'Agence de l'Eau (8) permet d'afficher des priorités d'actions à entreprendre. Sont ainsi distinguées, du point de vue de la pollution émise, les industries "super prioritaires" et les industries "à suivre", moins préoccupantes. Il sera fait référence à cette qualification par la suite.

## 3.1. Types de contrôle

Les établissements industriels susceptibles de porter atteinte à l'environnement par leurs rejets d'eaux résiduaires, leurs émissions atmosphériques, leurs déchets, sont réglementés dans le cadre de la législation sur les "installations classées pour la protection de l'environnement" (loi du 19 juillet 1976 et décret du 21 septembre 1977).

**La Direction Régionale de l'Industrie et de la Recherche (DRIR)** est chargée d'appliquer cette réglementation. En liaison avec les Cellules d'Intervention contre la Pollution du Littoral qui dépendent des Services Maritimes départementaux, elle instruit les dossiers de demande d'autorisation. Les arrêtés préfectoraux d'autorisation sont pris, après avis du Conseil Départemental d'Hygiène, à l'issue d'une enquête publique. Ces arrêtés peuvent fixer des obligations d'objectif à atteindre pour les rejets dans le milieu naturel, mais le choix des moyens techniques, pour les atteindre, reste de l'entière responsabilité de l'industriel.

On distingue **deux modalités principales de contrôle** des rejets industriels.

- **Les contrôles réglementaires**

**La DRIR**, par l'intermédiaire de l'inspection des Etablissements classés, veille au respect des prescriptions imposées et, en cas de nécessité, lance des contrôles.

**Les Cellules d'Intervention contre la Pollution** effectuent quant à elles un certain nombre de contrôles inopinés sur des échantillons représentatifs de 24 heures chez les industriels rejetant leurs eaux résiduaires dans le domaine public maritime.

**L'Agence de l'Eau** qui perçoit des redevances pollution s'appuie sur des estimations forfaitaires lorsqu'il s'agit d'activités assez bien connues, mais procède à des mesures directes de flux, en cas de besoin, pour vérifier les redevances de pollution de certains établissements industriels complexes.

La DRIR regroupe et archive les résultats des contrôles définis par les arrêtés préfectoraux d'autorisation en même temps qu'elle stocke pour chaque établissement industriel les résultats de leur auto-surveillance.

- **L'auto-surveillance**

Dans le cadre de sa responsabilité vis à vis de ses rejets (eaux, air, déchets ...), il est fréquemment demandé à l'industriel d'effectuer, avec ses moyens propres, un contrôle permanent dont il communique le résultat selon une périodicité déterminée à l'inspecteur des installations classées. Cette pratique permet à l'industriel de vérifier le fonctionnement de ses installations de dépollu-

tion et de se rendre compte de l'importance de ses rejets et de leur évolution dans le temps.

Les apports de pollution des eaux usées industrielles peuvent revêtir plusieurs formes. On rappelle, ci-après, les paramètres de pollution dans l'ordre croissant des difficultés rencontrées pour quantifier les apports et proposer des moyens de réduction.

— *Les matières en suspension* (MES), représentent le poids de matières sèches totales. Les activités générant ce type de pollution sont, par exemple, l'extraction de matériaux, les lavages de gaz ...

— *Les matières oxydables* (MO) sont calculées à partir des mesures de la Demande Biologique en Oxygène à 5 jours ($DBO_5$) et la Demande Chimique en Oxygène (DCO), selon la formule de l'Agence de l'Eau :

$$MO = (DCO + 2\ DBO_5)/3$$

A noter que la pollution par les produits azotés est en partie intégrée dans la pollution oxydable.

Les établissements qui provoquent une pollution oxydable sont, par exemple, les industries agro-alimentaires, les sucreries, les papeteries ...

— *Les toxiques ou matières inhibitrices* (MI) sont mesurés, soit globalement par leur effet sur la vie aquatique (test daphnie), soit par la recherche spécifique de certaines substances considérées toxiques. On distingue généralement deux catégories de micropolluants :

— les métaux, provenant des industries métallurgiques, des ateliers de traitements électrolytiques ...,

— les hydrocarbures et les phénols, entre autres produits organiques, en provenance des industries du pétrole.

Les résultats analytiques utilisés dans le présent bilan concernent principalement les paramètres globaux précités ; pour la plupart, ils sont issus de valeurs moyennes de mesures effectuées dans le cadre de l'auto-surveillance des rejets.

A ces informations, on a adjoint quelques résultats, fournis par les Services officiels, mais non publiés. Il s'agit de mesures de micropolluants réalisées très épisodiquement.

On a noté quelques mesures de métaux lourds, mais aucune mesure de micropolluants organochlorés (polychlorobiphényles, solvants chlorés ...) n'est disponible. Ces données sont cependant trop ponctuelles pour calculer sérieusement des flux journaliers et encore moins annuels ; elles permettent cependant d'attirer l'attention sur certains apports notables en relation avec des concentrations anormales constatées dans le milieu marin récepteur.

## 3.2. Activités industrielles du Nord-Pas de Calais

La presque totalité des activités industrielles situées sur les bassins versants intéressant le littoral Nord-Pas de Calais sont rassemblées autour des agglomérations de Dunkerque, Calais et Boulogne-sur-Mer (32). Une présentation plus détaillée en sera faite zone par zone. En ce qui concerne les activités industrielles disséminées en amont, dans les bassins versants, on en fera une présentation succincte ci-après. Ces rejets sont globalement comptabilisés, en terme d'apports à la mer, dans le réseau hydrographique, et pris en compte dans les bilans correspondants. **La figure 3** localise les principales activités industrielles.

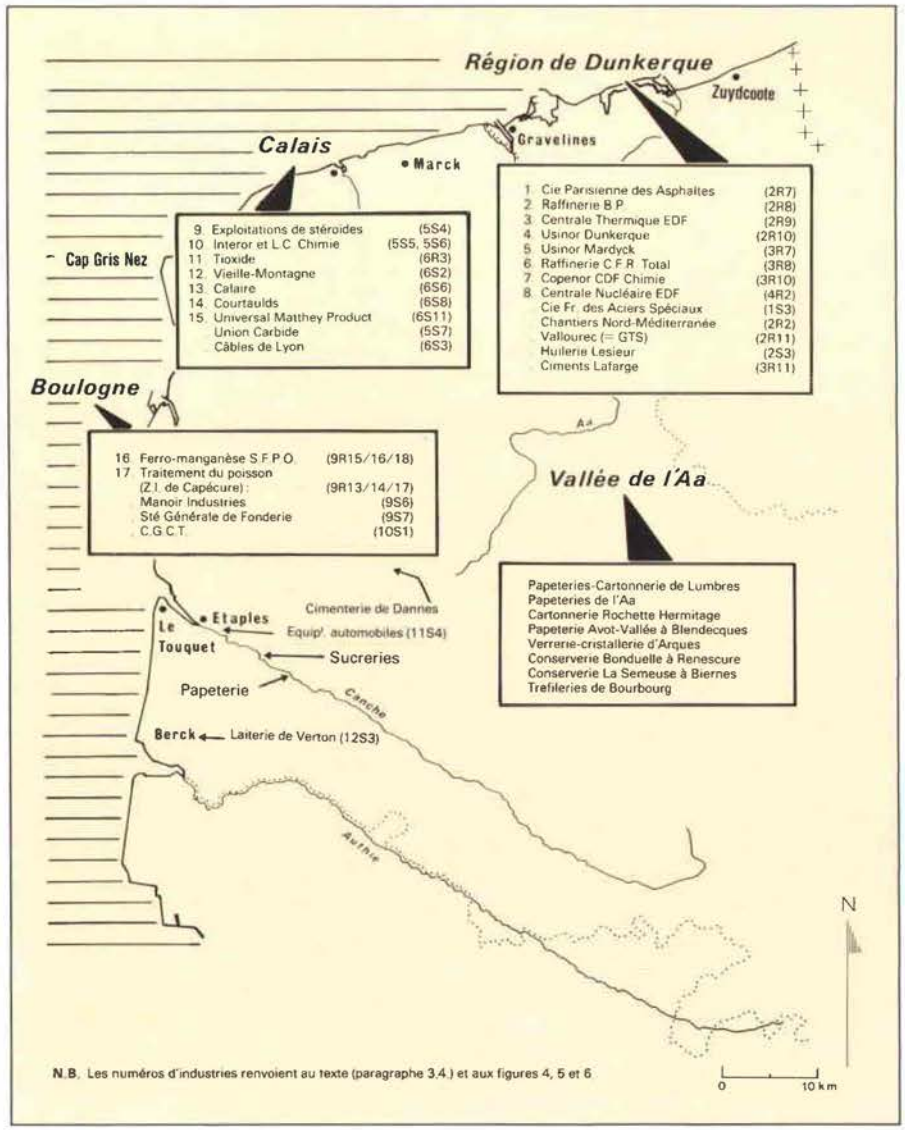



**Figure 3 - Localisation des principales activités industrielles**

• **Le bassin de l'Aa** se distingue tout particulièrement dans la région de Saint-Omer par un ensemble d'industries de la papeterie, de la verrerie-cristallerie (Arques) et de l'agro-alimentaire. Au niveau des effluents, quatre industries du papier sont considérées comme super-prioritaires par l'A.E.A.P. au titre de son 5ème programme d'intervention :

— Papeterie-cartonnerie à Lumbres,
— Papeterie de l'Aa,
— Cartonnerie Cascades à Blendecques,
— Papeterie Cascades Avot-Vallée à Blendecques.

Citons aussi, plus en aval, quelques entreprises considérées comme "à suivre" par l'AEAP :

— Conserverie Bonduelle à Renescure,
— Conserverie La Semeuse à Bierne,
— Trefileries de Bourbourg.

• **La Slack** reçoit, au nord de Boulogne, quelques effluents industriels : une poudrerie, une usine de produits chimiques et une entreprise de mécanique hydraulique (63).

• **La Liane**, dont les industries riveraines sont presque toutes concentrées à Boulogne, compte sur son bassin versant deux cimenteries, une laiterie, des entreprises de faïencerie et deux établissements métallurgiques : traitement de surface et fabrique de tubes en aciers spéciaux (63).

• **La Canche** compte sur son bassin versant deux sucreries, une papeterie et un établissement de traitement de surface (63).

• **L'Authie** reçoit les effluents d'une laiterie.

Le Marquenterre se signale par la faible densité de ses implantations industrielles, alors que cette densité croît lorsque l'on progresse vers le nord, avec les noyaux de concentration que sont Boulogne-sur-Mer, Calais et Dunkerque, détaillés ci-après.

## 3.3. Zones industrielles et portuaires

### 3.3.1. Dunkerque (Figure 4)

Troisième port français de commerce, Dunkerque, dont l'histoire industrielle est ancienne, inaugura à la fin des années 1950 l'ère de "l'industrie sur l'eau", avec l'arrivée sur le site du complexe sidérurgique de **Sollac-Dunkerque**, bénéficiant du contexte industriel local, chantiers navals **Nord-Méditerranée** arrêtés en 1987, fabrication d'aciers spéciaux (**Compagnie Française d'Aciers Spéciaux**), métallurgies diverses, chaudronneries, etc ... Parmi les autres industries anciennes, citons l'industrie pétrolière (**raffinerie B.P.**), et en

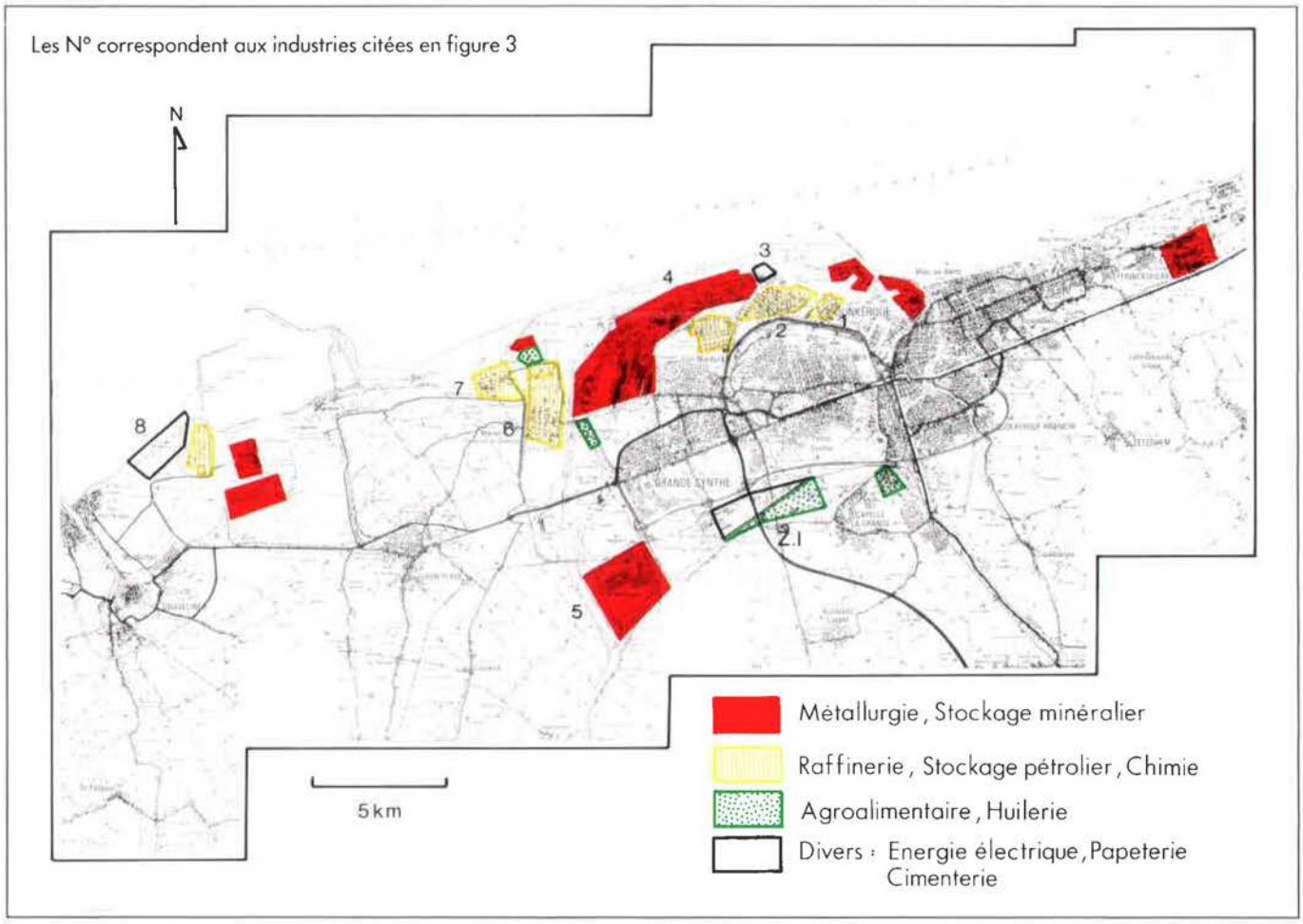



**Figure 4 - Principales implantations industrielles à Dunkerque**

agro-alimentaire, la plus importante huilerie d'Europe (**Ets Lesieur**). La croissance industrielle exerça une pression telle qu'il fallut entreprendre la construction d'un important bassin maritime à flot, utilisable dès le début des années soixante, et gagné sur la mer à l'ouest de l'ancien port. Usinor-Dunkerque en fut le premier utilisateur, suivi au cours des années par diverses autres industries :

— **Centrale thermique** EDF (énergie)
— CRD TOTAL FRANCE (raffinerie)
— LFI, **ex-Lafarge** (cimenterie)
— **Air-Liquide** (séparation des gaz de l'air)
— **Construction Métallique de Provence** (chaudronnerie lourde), fermée en 1987
— NORSOLOR, **ex-Copenor** (pétrochimie)
— **Stock nord** (stockages pétroliers et chimiques)
— **Vallourec** (aujourd'hui GTS-industrie)
— SOLLAC-**Mardyck** (laminage à froid).

Le bassin maritime à flot se révélant insuffisant, il fut crée, au cours des années 1970, l'avant-port ouest de Dunkerque, accessible aux unités de 22 mètres de tirant d'eau. Il est au centre d'une vaste zone à vocation industrielle, dont toute la surface disponible est cependant encore loin d'être entièrement exploitée aujourd'hui.

Sont actuellement installés autour de cet avant-port ouest :

— **la Centrale nucléaire** EDF de Gravelines
— **les Appontements des Flandres** : stockages pétroliers des sociétés B.P. et TOTAL
— **la** C.F.E.M. : construction de plate-formes pétrolières (fermée en 1986
— **Péchiney Electrométallurgie** : alliages de ferro-manganèse - Chromeurop récemment implanté.
— **les terminaux** transmanche, transocéaniques pour navires rouliers et porte-conteneurs.

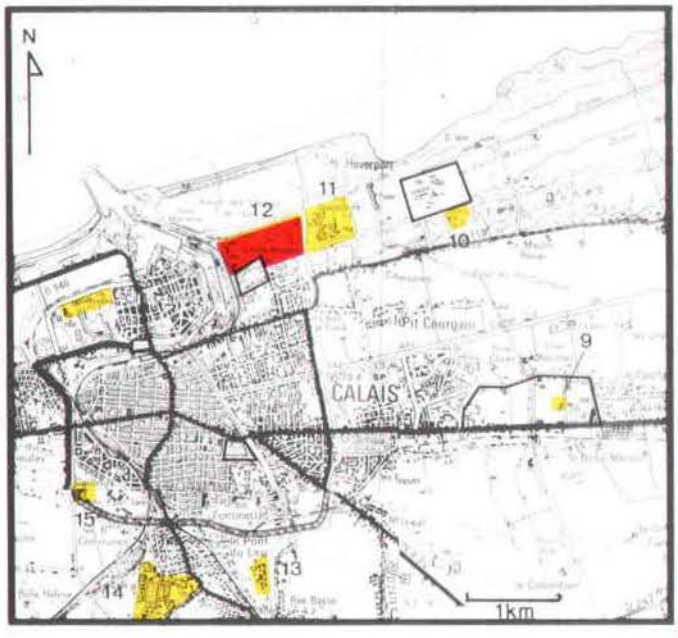
### 3.3.2. Calais (Figure 5)

L'industrie calaisienne, longtemps axée sur les activités textiles, s'est aujourd'hui diversifiée. La fabrication de la dentelle est une industrie séculaire (1820) qui emploie encore actuellement 4 000 personnes avec ses activités induites, confection ou lingerie par exemple. Les textiles artificiels et synthétiques sont représentés par une importante unité de production, les établissements **Courtaulds**. Ces activités engendrent la présence d'ateliers de teinture.

La métallurgie est présente avec **Vieille-Montagne** (grillage de minerai). La chimie correspond à des productions importantes, citons **Tioxide** (dioxyde de titane), **Calaire-chimie** (produits chimiques de base,) la **Société d'Exploitation des Stéroïdes** (produits pharmaceutiques), **Interor** et L.C. **Chimie** (produits chimiques de synthèse), **Universal Matthey Products** (catalyseurs pour la pétrochimie fermée en 1988).

On peut enfin signaler des industries diverses telles que :

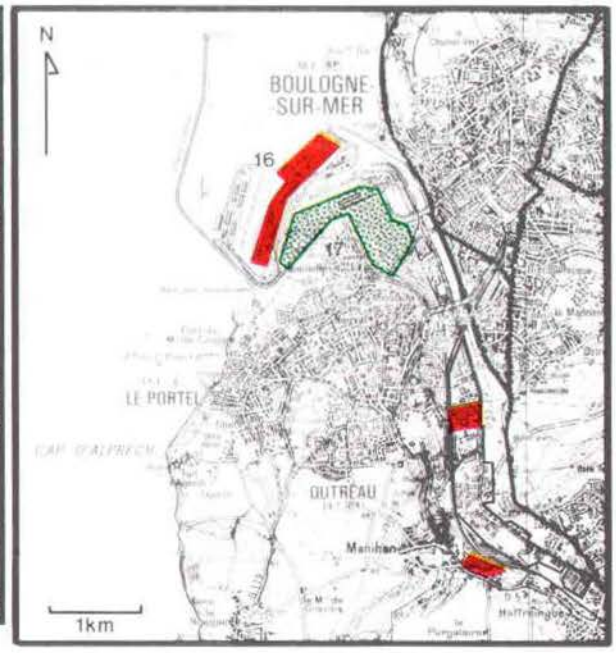
— **papeteries Boucher** (fermées en 1985).
— **Brampton Renold** (chaînes et organes de transmission)
— **Câbles de Lyon** (câbles électriques et sous-marins)




Les N° correspondent aux industries citées en figure 3

Métallurgie, Stockage minéralier
Raffinerie, Chimie, Stockage minéralier

**Figure 5 - Principales implantations industrielles à Calais**




Agroalimentaire, Traitement du Poisson
Divers : Energie électrique, Papeterie

**Figure 6 - Principales implantations industrielles à Boulogne**

— **Général Biscuits** (biscuits l'Alsacienne)
— **Union Carbide** (électrodes de graphite)
— **Electrodes Enrobées** (enrobage d'électrodes)

De l'ensemble de ces activités ressort le poids prépondérant des industries à caractère chimique (Courtaulds inclus) que l'on détaillera plus particulièrement, ci-après, en raison des impacts potentiels sur l'environnement.

### 3.3.3. Boulogne-sur-Mer
(Figure 6)

Les activités industrielles boulonnaises sont principalement de deux types : les industries de transformation liées à la pêche et la métallurgie, auxquelles sont venues se joindre diverses autres industries.

**La pêche**, activité traditionnelle, a engendré à Boulogne une importante industrie de traitement des produits de la mer, essentiellement rassemblée dans la zone industrialo-portuaire de **Capécure** : mareyage, salaison, conserverie, fabrique de sous-produits, industrie du froid en sont les grandes composantes.

Parmi les principaux établissements de la zone de Capécure, citons :
— **Coopérative des traitements des produits de la pêche** (CTPP)
— **Findus**
— **Groupe Pêche et Froid**
— **La Surgélation Alimentaire** (marque Pompon Rouge)
— **Société J.B. Delpierre**
— **Gelmer**
— **Groupe Le Boucq/Sofranor**
— **Groupe Allum**
— **Pêcheries La Morinie**
— **Continentale de Conserves**

**La métallurgie** s'est développée à Boulogne dès 1850. Les anciennes acieries de Paris-Outreau se sont aujourd'hui scindées en deux sociétés distinctes, d'un côté la sidérurgie : **Haut-Fourneaux** S.F.P.O., de l'autre l'acierie : F.A.O., actuellement **Manoir Industrie**.

Les autres activités diverses concernent l'agro-alimentaire (brasserie **Facon**, aliments pour animaux, production de condiments **Mayolande**), la fabrication d'emballages métalliques, de composants électroniques et électromécaniques, d'appareillages pour téléphone (**Matra Télécommunications**), et enfin une activité devenue traditionnelle de fabrication d'articles de bureau et d'écriture (**Conté**).

## 3.4. Présentation des principaux apports industriels

Parmi toutes les industries littorales, il convient de distinguer celles qui rejettent leurs effluents directement dans le domaine public maritime, et celles dont les effluents sont pris en compte dans un milieu récepteur (rivière, canal, réseau d'assainissement urbain ...).

L'attention se portera tout particulièrement sur les établissements industriels strictement littoraux, mais on prendra également en compte quelques établissements situés en amont immédiat, en raison de l'importance de leurs rejets et de l'absence d'épuration avant le milieu récepteur.

On a sélectionné 16 établissements ou regroupements industriels ; ils sont présentés du nord au sud de la façade maritime. Entre parenthèse figure le numéro de code du rejet* (ou des rejets) correspondant à la cartographie présentée au chapitre 5.

Après une description succincte de l'activité industrielle, on a rassemblé les informations disponibles sur les rejets, fournies par la DRIR. La plupart résultent de l'autosurveillance. Les données de débit et quelques valeurs de concentration exprimées en mg/l sont des moyennes arithmétiques calculées, le cas échéant, sur plusieurs années (1983-84-85). D'autres données de concentration résultent d'un simple contrôle analytique instantané, elles sont affectées d'un astérisque (*) pour bien signifier la fragilité de l'information ; dans tous les cas, on a résumé l'information pour ne laisser que les résultats marquants. Notons enfin que les concentrations en contaminants sont proches des seuils de détection analytique.

**1) Compagnie Parisienne des Asphaltes** (2 R 7)

Dépôt de carburant et de produits chimiques.

Le rejet s'effectue dans le bassin à flot de Dunkerque-Est.
— Débit : 40 m³/j
— MES : 137 mg/l
— Hydrocarbures : 7,5 mg/l
— Phénols : 3,9 mg/l
— Fer : 7,7 mg/l
— Manganèse : 0,3 mg/l
— Zinc : 0,2 mg/l
— présence de Pb, Cu, Hg.

**2) Raffinerie B.P. France** (2 R 8)

Cette raffinerie, qui emploie 460 personnes, ne comporte plus que la chaîne des huiles. Le raffinage du pétrole brut a été arrêté autour des années 1980. En conséquence, les rejets se sont nettement améliorés. Le rejet s'effectue dans le bassin à flot de Dunkerque-Est.
— Débit : 67 000 m³/j
— MES : 8,8 mg/l
— Hydrocarbures : 6 mg/l
— Phénols : 0,02 mg/l

**3) EDF - Centrale thermique** (2 R 9)

A proximité d'Usinor-Dunkerque et pour répondre à ses besoins énergétiques, la centrale thermique d'EDF, de 500 MWe, prélève chaque jour, pour le refroidissement de ses instal-

* Le codage comprend trois éléments : un chiffre (numéro de planche de la cartographie du chapitre 5), suivi d'une lettre (R = Rejet, S = Source), suivi d'un chiffre (numéro d'ordre de l'apport sur la planche).

lations, environ 20 000 m³ d'eau de mer dans le bassin à flot de Dunkerque-Est. Le rejet se fait dans le même bassin. Il est chloré quand la température du milieu marin dépasse 10° C.

— Débit : 17 000 m³/j
— MES : 16 mg/l
— Hydrocarbures* : 2,1 mg/l

**4) Sollac-Dunkerque** (2 R 10)

Installée au début des années soixante, cette usine emploie 8 300 personnes. Elle comprend actuellement trois unités de cokéfaction, trois haut-fourneaux en activité. En 1987 la production se situait à environ 4,8 millions de tonnes d'acier.

Le débit d'eau en circulation dans l'ensemble de l'usine est de 65 000 m³/h, mais l'usine ne rejette qu'environ 600 m³/h grâce à un recyclage et à une épuration très poussée. Le rejet s'effectue dans le bassin à flot de Dunkerque-Est.

— Débit : 14 000 m³/j
— MES : 31 mg/l
— Fer : 1,9 mg/l
— Hydrocarbures : 1,5 mg/l
— Phénols : 1,5 mg/l
— Zinc : 6,7 mg/l
— Manganèse : 1,2 mg/l
— Cyanures : 1,0 mg/l
— Chrome : 0,4 mg/l
— Plomb : 0,1 mg/l
— présence de Hg, Cu, Cd, Ni, As.

**5) Sollac-Mardyck** (3 R 7)

Cette usine emploie 1 450 personnes ; elle fabrique des tôles minces et du fer blanc à partir de tôles préalablement laminées à chaud par Sollac-Dunkerque. Elle dispose d'unités de décapage, de laminage, de recuit d'étamage. Cette usine est citée en exemple au titre des installations utilisant des "techniques propres" (2). Le rejet s'effectue dans le bassin à flot de Dunkerque-Est.

— Débit : 2 400 m³/j
— MES : 31 mg/l
— Fer : 23,2 mg/l
— Manganèse* : 0,9 mg/l
— Hydrocarbures* : 0,4 mg/l
— Phénols* : 0,2 mg/l
— présence de Zn, Ni, Cu, Pb.

**6) CFD-Total** (3 R 8)

Cette raffinerie de pétrole, avec hydrogéno-désulfuration des gaz-oils, emploie 250 personnes. Sa capacité de raffinage est de l'ordre de 6 millions de tonnes de pétrole brut par an.

Le rejet s'effectue dans le bassin à flot de Dunkerque-Est.

— Débit : 8 400 m³/j
— MES : 31,4 mg/l
— Hydrocarbures : 11,9 mg/l
— Zinc : 0,3 mg/l
— Fer* : 0,9 mg/l
— Chrome VI* : 0,4 mg/l
— Manganèse* : 0,1 mg/l

**7) Norsolor, ex-Copénor (CdF Chimie)** (3 R 10)

Cet établissement, qui emploie 400 personnes, effectue le craquage à la vapeur d'eau de naphte importé et produit du polyéthylène haute pression à raison de 250 000 t/an.

Le rejet des effluents s'effectue dans le bassin à flot de Dunkerque-Est.

— Débit : 2 200 m³/j
— MES : 87 mg/l
— Hydrocarbures : 5,5 mg/l
— Fer : 0,9 mg/l
— Zinc : 0,4 mg/l
— présence de Pb, Cr, Cu, Ni, Mn.

**8) Centrale nucléaire EDF de Gravelines** (4 R 2)

Située à proximité de Gravelines, la centrale nucléaire EDF a été couplée au réseau national entre 1980 et 1985, mettant en service successivement de 1 à 6 tranches de 930 MWe. Elle emploie 1 400 personnes et fournit environ 10 % de la production nationale.

Les volumes d'eau nécessaires au refroidissement des réacteurs sont très importants. Pour une tranche en fonctionnement normal, le débit est d'environ 40 m³ par seconde et l'élévation de la température de l'ordre de 10° C.

A plein régime, c'est donc environ 20 millions de m³ d'eau de mer qui transitent chaque jour dans l'installation. Lorsque la température de l'eau de mer dépasse 10° C, on procède à une chloration, pour lutter contre les salissures, à raison de 0,8 ppm de chlore depuis 1985. Ce dernier participe à la formation de dérivés chlorés et de bromoforme que l'on retrouve en mer tout au long du panache de dispersion des eaux réchauffées.

Outre ces caractéristiques du rejet des eaux de refroidissement, il convient d'ajouter le rejet des produits issus du traitement de l'eau nécessaire pour les appoints des circuits fermés de refroidissement ; la centrale utilise en effet environ 1,8 million de m³ d'eau déminéralisée par an.

Ces produits sont de deux types : des résidus de filtration, floculation et décarbonation de l'eau (environ 2 200 t/an) et des sels issus de la neutralisation de l'acide et de la base pour la régénération des résines échangeuses d'ions (environ 2 600 t/an).

A noter enfin que l'autorisation préfectorale de rejet comporte une surveillance de ces rejets et de leur impact sur les différents compartiments du milieu marin, gérée par IFREMER aux frais d'EDF, portant sur la biologie générale (zooplancton, phytoplancton, benthos), la microbiologie, l'halieutique et les dérivés du chlore.

**9) Société d'exploitation des Stéroïdes** (5 S 4)

Créée en 1976, cette usine fabrique des produits pharmaceutiques et de chimie fine. Elle emploie 61 personnes.

Les effluents, non épurés, sont collectés par le réseau d'assainissement urbain et transitent par la station d'épuration de Calais.

— Débit : 100 m³/j
— Présence de solvants organiques.

L'établissement est considéré comme super-prioritaire dans le cadre du Vᵉ programme d'intervention de l'Agence de l'Eau : une station d'épuration est programmée.

**10) Interor et L.C. Chimie** (5 S 5 et 5 S 6)

Ces deux usines, installées à Calais vers 1975, sont spécialisées dans la fabrication de produits chimiques de synthèse, essentiellement à destination de l'industrie pharmaceutique. Situées l'une à côté de l'autre, leurs activités sont complémentaires. Elles sont implantées dans une Zone Industrielle gérée par un syndicat mixte, le SEMAUCAL, qui est l'interlocuteur de l'administration en ce qui concerne les rejets dans la dérivation du canal de Marck. La qualité des effluents est de ce fait mal connue. Il apparaitrait, néanmoins, que la pollution toxique amenée par les effluents de cette Z.I. proviendrait essentiellement des installations de Interor et de L.C. Chimie.

Le rejet final de ces deux usines est commun :

| | |
|---|---|
| — Débit : | 250 m³/j |
| — MES : | 240 mg/l |
| — Phénols* : | 0,5 mg/l |
| — Présence de solvants chlorés. | |

Interor est classé comme "super-prioritaire" au Vème programme d'intervention de l'Agence de l'Eau : une station d'épuration est en cours de construction.

**11) Tioxide** (6 R 3)

Mise en service en février 1967, cette usine est installée au nord-est du port de Calais, en bord de mer. Elle emploie 670 personnes et produit du dioxyde de titane $TiO_2$. Les principaux débouchés des pigments de $TiO_2$ se trouvent dans l'industrie du papier, des peintures, plastiques, textiles, ...

Depuis 1972, Tioxide produit l'acide sulfurique (capacité maximale : 625 tonnes/jour) nécessaire à la fabrication du pigment. La matière première est le soufre liquide en provenance de Lacq. L'excédent d'acide est commercialisé.

En 1980, l'Agence de l'Eau indiquait (1) que, pour l'ensemble du bassin Artois-Picardie, 70 % de la pollution toxique rejetée, issue de l'industrie chimique, provenait de cette usine.

Il y a quelque temps, l'usine a fait passer sa production de 70 000 à 77 000 tonnes/an, sans augmentation sensible des flux polluants grâce à l'utilisation d'un minerai enrichi.

Les effluents sont rejetés, sans épuration, directement en mer au moyen d'une canalisation d'une longueur de 1 300 m à partir de la ligne des dunes. L'orifice se situe à une profondeur de — 5,5 m hydrographique, soit 10 à 15 m sous la surface de l'eau.

Pour être rejeté, l'effluent est pompé durant une période maximale de 4 heures 30 qui inclut le moment de pleine mer : le pompage débute 2 heures 30 avant la pleine mer pour se terminer 2 heures après. Le respect de cette contrainte réglementaire assure le brassage nécessaire à la dilution de l'effluent.

| | |
|---|---|
| — Débit : | 5 800 m³/j |
| — Acide sulfurique : | 64,5 g/l |
| — Sulfates associés : | 26,7 g/l |
| — Fer : | 4,5 g/l |
| — Magnésium : | 1,5 g/l |
| — MES : | 1 g/l |
| — Titane : | 0,8 g/l |
| — Aluminium : | 600 mg/l |
| — Manganèse : | 80 mg/l |
| — Chrome total : | 70 mg/l |
| — Zinc : | 10 mg/l |
| — Cuivre : | 0,3 mg/l |
| — Plomb : | 0,3 mg/l |
| — Cadmium : | 0,01 mg/l |

Tioxide est classé comme "à suivre" dans le Vème programme d'intervention de l'Agence de l'Eau Artois-Picardie (A.E.A.P.), le terme de "super-prioritaire" ne pouvant être adopté dans ce cas en raison du contexte international de ce dossier. A noter que cet établissement prévoit actuellement d'augmenter sa capacité de production de 30 %.

**12) Vieille-Montagne** (6 S 2)

Depuis 1976, la Société Vieille-Montagne a installé à Calais une unité de grillage de minerai de zinc, complétée par un atelier de fabrication d'acide sulfurique à partir des gaz de grillage. Cette usine emploie 70 personnes.

L'installation est conçue pour traiter annuellement 180 000 tonnes de minerai concentré (blende) en provenance d'outre-mer. Les navires déchargent à Calais au bassin Carnot. Le minerai est stocké sous abri.

Les effluents sont neutralisés à la chaux et les métaux lourds sont précipités sous forme d'hydroxydes. La phase liquide, dont le pH se situe entre 11 et 12, ne contient plus que des impuretés résiduelles.

Le rejet se fait par épandage, à proximité du canal de Marck.

| | |
|---|---|
| — Débit : | 343 m³/j |
| — Fluorures : | 10,2 mg/l |
| — Zinc : | 0,4 mg/l |

**13) Calaire** (6 S 6)

Très anciennement installé à Calais (1903, Etablissement De Laire), les fabrications de Calaire couvrent, depuis 1977, le domaine des intermédiaires et produits actifs de la chimie fine, destinés principalement aux industries de la pharmacie, des parfums et cosmétiques, et de la protection des végétaux. L'usine emploie 200 personnes. Plus de la moitié de la production est exportée.

Les gammes principales de produits couvrent le cyanure de benzyle et ses dérivés, les dérivés des camphres naturel et synthétique, ainsi que de très nombreux produits obtenus par des synthèses organiques complexes.

Les effluents sont rejetés dans le réseau urbain vers la station d'épuration de Calais.

| | |
|---|---|
| — Débit : | 3 300 m³/j |
| — MES : | 23 mg/l |
| — Hydrocarbures : | 12,3 mg/l |
| — Cyanures : | 0,3 mg/l |

Calaire est classé "super-prioritaire" au Vème programme d'intervention de l'Agence de l'Eau.

**14) Courtaulds** (6 S 8)

Implanté à Calais en 1927 pour la fabrication de la viscose alors appelée soie artificielle, Courtaulds a ins-

tallé dès 1961 les premières lignes de production d'acrylique, tout en continuant la fabrication de viscose. L'usine de Calais, qui emploie 1 250 personnes, est devenue le premier producteur français d'acrylique (marque Courtelle).

Plus récemment, son expérience dans la teinture a permis l'installation d'un système, couplé à un ordinateur, possédant plus de 15 000 coloris en mémoire, intégré à la chaîne de production dès la naissance de la fibre d'acrylique. On distinguera, ci-après, les deux principaux ateliers à l'origine des effluents.

*Atelier acrylique.* La fabrication consiste en la polymérisation de monomères (méthylacrylate, acrilonitrile, itaconate) dans un solvant (sulfocyanate de sodium). Avant rejet (120 m³/h), les bains usés sont traités à la bentonite qui fixe une partie des pigments résiduels. La bentonite souillée est ensuite stockée sur une décharge privée. Les eaux sont par ailleurs décolorées par adjonction d'eau de javel.

Globalement, les eaux usées proviennent de la purification de la solution de sulfocyanate de sodium, de pertes de solvant, des eaux de teinture de la fibre.

— Débit : 9 300 m³/j

*Atelier viscose.* Communément appelée fibranne, cette fibre est produite à partir de pâte de bois (d'eucalyptus) qui est mélangée à un bain de soude à 18 % afin d'obtenir, par divers traitements, du xanthate de cellulose, puis de la viscose, avant filature en présence de sulfate de zinc. La production est d'environ 1 400 tonnes de viscose par mois.

— Débit : 6 900 m³/j

Deux effluents distincts en provenance de ces deux ateliers se rejettent dans le canal de la Rivière Neuve : le premier regroupe les eaux résiduaires des ateliers acrylique et les eaux usées provenant de l'essorage de l'alcali-cellulose de l'atelier viscose. Le second concerne les autres effluents de l'atelier viscose, à savoir le lavage des filtres-presses, les effluents acides et alcalins.

Actuellement, les rejets de la chaîne viscose ne sont pas épurés et aboutissent tels quels dans le milieu récepteur.

Des études industrielles (40) comportent des estimations qui font état, pour l'activité viscose, d'une quantité de zinc rejeté allant de 25 à 40 kg par tonne de produit. Dans le cas de l'usine Courtaulds, ce serait donc, en ordre de grandeur, entre 160 tonnes et 240 tonnes/an de zinc qui seraient évacuées. Ces valeurs, à confirmer, expliqueraient en partie les 320 tonnes/an de zinc apportées à la mer par le canal d'Asfeld, et les très fortes concentrations mesurées dans les sédiments.

Courtaulds est considéré comme "super-prioritaire" au titre du Vème programme d'intervention de l'Agence de l'Eau.

### 15) Universal Matthey Product (6 S 11)

Installée à Calais en juillet 1968, cette entreprise, qui employait environ 80 personnes, a vu ses effectifs diminuer dans le cadre d'une réorientation de la production. La fabrication orientée sur les additifs pour produits pétroliers employait 20 personnes, jusqu'à la fermeture en avril 1988.

Le rejet de l'effluent se faisait dans le réseau d'assainissement urbain de la ville de Calais.

### 16) SFPO (Société de Ferro-Manganèse de Paris-Outreau) (9 R 15, 9 R 16 et 9 R 18).

Installée en zone portuaire de Boulogne-sur-Mer, la SFPO poursuit une activité implantée dans la vallée de la Liane depuis 1856. Les hauts-fourneaux ont été par la suite transplantés en bord de mer. En 1979, l'activité a été scindée en deux, donnant lieu à la création de :

— **SFPO** : activité sidérurgique, hauts-fourneaux en zone portuaire,
— **FAO** (Fonderies et Acieries d'Outreau, nouvellement Manoir-Industries) : acieries.

Le minerai venant du Gabon et d'Afrique du Sud arrive directement à l'usine : quai minéralier de 160 000 tonnes de capacité. Il existe aussi un stockage à terre de 16 000 tonnes de capacité de coke. L'alliage produit entre pour 6 % dans la composition de tous les aciers. Les trois quarts de la production sont exportés vers les Etats-Unis.

Les problèmes liés à l'environnement résultent de l'abondance des cyanures contenus dans les poussières des hauts-fourneaux et des métaux qui y sont liés. Le refroidissement des hauts-fourneaux et le lavage des gaz se font à l'eau de mer prélevée dans la rade de Boulogne-sur-Mer.

Avant la mise en service de la station d'épuration des effluents, fin 1984, les rejets étaient élevés : cyanures (70 mg/l) et métaux (quelques mg/l). Désormais, un rendement minimal d'épuration est fixé par arrêté préfectoral, 75 % pour un haut-fourneau, et 60 % pour les deux autres. Les particules issues de l'épuration, à l'état sec (électrofiltre), sont mises en dépôt sur un terril près de la ville d'Outreau.

Les effluents sont en amélioration constante entre 1985 et 1987 (particulièrement pour le plomb) en raison de la mise en place d'un système d'épuration.

Le rejet des effluents s'effectue directement dans le port de Boulogne-sur-Mer.

| | |
|---|---|
| — Débit : | 22 100 m³/j |
| — Cyanure : | 12 mg/l |
| — Manganèse : | 2,3 mg/l |
| — MES : | 111 mg/l |
| — Plomb : | 0,05 mg/l |
| — Fer : | 0,6 mg/l |
| — Cadmium : | 0,007 mg/l |

SFPO est considéré comme établissement "à suivre" au cours du Vème programme d'intervention de l'Agence de l'Eau.

## 17) Zone Industrielle de Capécure (9 R 13, 9 R 14 et 9 R 17)

Les industries de la Zone Industrielle de Capécure, à Boulogne-sur-Mer, sont surtout des industries agro-alimentaires : marayeurs, conserveries, produits surgelés, fabrique de sous-produits de la pêche, plus quelques activités annexes telles que des ateliers de mécanique et de traitement de surface. L'assainissement de cette zone industrielle est assuré par un système complexe comprenant deux réseaux parallèles. Le premier permet l'évacuation des eaux usées vers la station d'épuration de Boulogne-sur-Mer ; le second permet le rejet des eaux de lavage et des eaux pluviales dans l'avant-port de Boulogne-sur-Mer.

Le fonctionnement de ce double système est complexe en raison du grand nombre et de la diversité de taille des entreprises. On retiendra globalement qu'une partie des flux polluants se dirige vers la station d'épuration de Boulogne, provoquant, en certaines occasions, des disfonctionnements. L'autre partie des flux polluants aboutit directement dans le port de Boulogne.

Dans une étude publiée en 1983 (62), on estime que les apports des deux émissaires alimentés en grande partie par la Zone Industrielle de Capécure constituent une part importante de l'ensemble de tous les apports débouchant dans l'aire boulonnaise (Liane et bassin versant compris).

Les rejets sont très chargés en matières organiques, tout particulièrement en graisses. Dans les conditions étudiées (62), le flux issu de la Zone Industrielle de Capécure et transitant par la station de Boulogne était de 32 500 équivalents-habitants pour un débit de 3 250 $m^3/j$. Le flux issu de Capécure et aboutissant directement dans le port de Boulogne était de 78 700 équivalents-habitants pour un débit de 11 700 $m^3/j$.

Grâce aux données de l'Agence de l'Eau, on a estimé le flux global journalier de l'ensemble des entreprises redevables situées dans la zone industrielle de Capécure.

| | |
|---|---|
| — MES : | 1 400 kg |
| — MO : | 2 800 kg |
| — Matières azotées : | 500 kg |

Cliché Port Autonome de Dunkerque

# 4. APPORTS PAR LES COURS D'EAU

LES hauteurs de l'Artois constituent une ligne naturelle de partage des eaux du réseau hydrographique régional.

## 4.1. Le réseau hydrographique régional

Celui-ci s'oriente selon deux directions :

— à l'ouest, des cours d'eau côtiers, situés dans le département du Pas-de-Calais : Authie, Canche, Liane, Wimereux, Slack, et leurs affluents, qui s'écoulent directement vers le littoral de la Manche orientale. Les bassins versants sont, dans l'ensemble, à dominante agricole,

— à l'est, des cours d'eau plus continentaux qui s'écoulent dans le département du Nord : premièrement, l'Aa qui coule vers le nord-est puis, en plaine de Flandres, s'infléchit vers le nord-ouest en direction du littoral de la mer du Nord. Cette rivière alimente, en grande partie, le réseau de canaux de Flandre maritime ; deuxièmement, les canaux et autres fossés de drainage, les "watergangs", caractéristiques de la plaine de Flandre maritime. Du fait des faibles pentes, les écoulements sont lents, voire stagnants, le plus souvent régis par l'homme, par pompages et éclusées occasionnelles, effectués par exemple à marée basse ou après de fortes pluies ; enfin, des cours d'eau qui se dirigent vers la Belgique (Sambre, Scarpe, Escaut, ...), ils ne seront pas retenus, dans la présente étude, comme apports à la mer.

Le réseau hydrographique, schématisé sur la **figure 7,** montre les deux ensembles d'écoulements naturels distincts : les rivières de la façade ouest, et le réseau de canaux interconnectés sur la façade nord.

Concernant les caractéristiques propres des bassins versants, on rappelle, ci-après, certaines particularités.

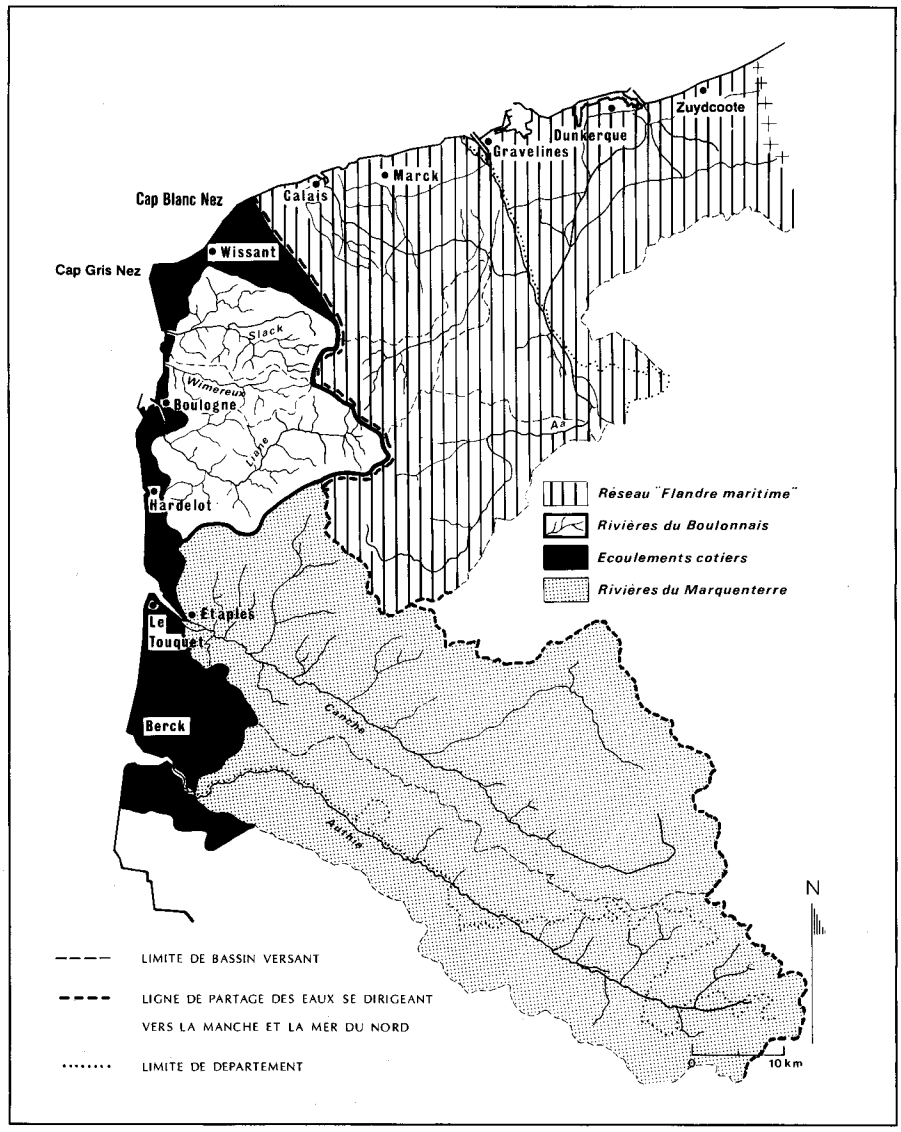



**Figure 7 - Le réseau hydrographique régional et les bassins versants**

## Superficies

Les superficies des bassins versants sont données dans le **tableau 5**. Les plus étendus en surface sont ceux des deux rivières du Marquenterre. Le bassin de l'Aa, plus difficile à évaluer, est le troisième en surface.

Ceux des rivières du Boulonnais, des canaux de Calais, et du canal exutoire sont d'étendues comparables et correspondent à environ la moitié des trois grandes rivières de la région.

Aux canaux débouchant à Dunkerque-Est, on doit ajouter le bassin versant du canal à grand gabarit qui passe à travers tout l'arrière pays et le bassin minier.

| LES ÉCOULEMENTS NATURELS (numéro de code du rejet*) | LES DÉBOUCHÉS EN MER | BASSIN VERSANT ($km^2$) |
|---|---|---|
| **Sur la façade nord** (Mer du Nord) : | | |
| — la rivière Aa (4 R 5) ..... | estuaire | 739 |
| — les canaux de Flandre maritime ..... | | 842 |
| canal d'Asfeld (6 R 10) | Calais | 210 |
| canal de Calais - St-Omer (6 R 9) | Calais | 110 |
| canal de Marck (6 R 5) | Calais | 42 |
| canal exutoire (2 R 1) | Dunkerque-Est | 480 |
| **Sur la façade ouest** (Manche) : | | |
| — les rivières du Marquenterre ..... | | 2 224 |
| Canche (11 R 7) | estuaire | 1 235 |
| Authie (12 R 4) | estuaire | 989 |
| — les rivières du Boulonnais ..... | | 479 |
| Liane (9 R 11) | Boulogne s/Mer | 248 |
| Wimereux (9 R 4) | estuaire | 78 |
| Slack (9 R 2) | estuaire | 153 |

* Le codage comprend trois éléments : un chiffre (numéro de la planche de la cartographie du chapitre 5) suivie d'une lettre (R = Rejet, S = Source), suivi d'un chiffre (numéro d'ordre de l'apport sur la planche)

**Tableau 5 - Les principaux écoulements naturels débouchant en mer**

| DÉPARTEMENTS | ENGRAIS EN KG/HA ET EN TONNES/AN | | |
|---|---|---|---|
| | N | P | K |
| NORD | 118 kg/ha<br>45 877 t/an | 81 kg/ha<br>31 714 t/an | 87 kg/ha<br>33 727 t/an |
| PAS-DE-CALAIS | 123 kg/ha<br>65 370 t/an | 69 kg/ha<br>36 611 t/an | 98 kg/ha<br>52 243 t/an |
| PICARDIE | 126 kg/ha<br>61 992 t/an | 60 kg/ha<br>29 351 t/an | 97 kg/ha<br>47 645 t/an |
| FRANCE entière (moyenne 84-85 pour les 21 régions) | 81 kg/ha | 55 kg/ha | 65 kg/ha |

*(source : Service Régional de Statistiques Agricoles, Amiens)*

**Tableau 6 - Consommation d'engrais en 1985**

## Nature géologique des régions traversées

Au plan géologique, les sols des régions drainées sont constitués :

— de couches calcaires plus ou moins perméables, avec des sables superficiels dans le Marquenterre, et autour du cap Blanc-Nez (de Escalles à Sangatte). Sur ces secteurs, des nappes aquifères assurent une certaine régulation des débits,

— de roches plus imperméables dans le Boulonnais,

— de sables perméables en Flandre maritime permettant la remontée d'eaux plus ou moins salées dans les zones les plus basses. Les sables dunaires occupent la majeure partie de la bordure littorale. Sur 8 300 hectares, 5 000 sont protégés par le Conservatoire du Littoral.

## Populations

La répartition des populations est inégale selon les bassins versants. La densité est élevée en Flandre maritime et particulièrement sur toute la façade nord, et plus faible en moyenne sur la façade ouest.

Une description plus détaillée est fournie au chapitre 2 de cette première partie.

## Activités agricoles

Elles sont très développées dans la région, puisque 72 % de la surface est cultivée (contre 55 % au plan national). Les espaces naturels ne représentent que 8 %.

La consommation régionale d'engrais est importante. Elle se situe au 3e rang national, comme l'atteste **le tableau 6**. Elle correspond aux besoins de la culture des céréales, des plantes sarclées et industrielles qui caractéri-

sent la Flandre. Elle est en augmentation pour les engrais azotés. Ces engrais sont surtout utilisés au printemps et en automne.

Les élevages (bovins, porçins, ovins) sont pratiqués dans toute la région. Les effectifs des cheptels sont présentés dans **le tableau 7**. Ils sont importants en densité, particulièrement dans le département du Nord, et pour les porçins :

— **les élevages de bovins** sont présents surtout sur les bassins de l'Ouest : de Wimereux à Berck (densité dépassant 10 têtes/ha), sur le cap Gris-Nez et la baie de Wissant, ainsi que dans le Calaisis (5 à 10 têtes/ha), et dans une moindre mesure, à Oye-Plage et Marck.

— **Les élevages de porcins** sont surtout présents sur la façade nord : de Dunkerque jusqu'au site des Caps (densité supérieure à 50 têtes/ha). On trouve surtout des grosses exploitations de plus de 50 porcs, secondairement dans le Boulonnais (10 à 50 têtes/ha et un peu dans le Marquenterre (moins de 10 têtes/ha).

— **Les élevages d'ovins** sont assez peu développés et présents surtout dans le Marquenterre, et un peu dans le Boulonnais.

On voit que les bassins versants des canaux de Flandre maritime se caractérisent par une agriculture intensive, forte consommatrice d'engrais, et des élevages porçins. En revanche, les bassins versants des cours d'eau de l'Ouest correspondent à une agriculture extensive et des paturages de bovins dans le Marquenterre.

La recherche de statistiques agricoles correspondant à chaque sous-bassin hydrologique s'avère très délicate et, en conséquence, il n'est pas possible d'évaluer les charges organiques et nutritives d'origine agricole pouvant être produites et encore moins celles qui sont collectées par les écoulements naturels puisqu'elles transitent par les sols qui ont un rôle de rétention.

**Activités industrielles**

Les caractéristiques de ces activités sont détaillées au chapitre 3 de cette première partie.

Elles sont surtout concentrées à l'aval des cours d'eau, au niveau des grosses agglomérations, et le long des voies de communications (canal Dunkerque-Valenciennes et réseau navigable de Flandre). Elles apparaissent plus nombreuses en Flandre maritime et sur la façade nord que sur les bassins versants de l'ouest, excepté le cas de Boulogne-sur-Mer.

| DÉPARTEMENTS | EFFECTIFS DES CHEPTELS | | |
|---|---|---|---|
| | Bovins | Porcins | Ovins |
| NORD | 393 950 (1,01) | 391 300 (1,00) | 38 000 (0,10) |
| PAS-DE-CALAIS | 465 000 (0,87) | 368 500 (0,69) | 42 000 (0,08) |
| PICARDIE | 757 000 (0,54) | 204 000 (0,15) | 142 000 (0,10) |
| FRANCE entière | 23 290 000 (0,74) | 11 842 000 (0,37) | 12 432 400 (0,39) |

*(source : Service Régional de Statistiques Agricoles, Amiens)*

( ) : nombre de têtes par hectare.

**Tableau 7 - Elevage en nombre de têtes en 1985**

## 4.2. Les volumes d'eau apportés à la mer

L'arrondissement Etudes Hydrologie (AEH), ex-Service Hydrologique Centralisateur (SHC) est l'organisme officiel chargé des mesures de débits sur les cours d'eaux régionaux (56).

La mesure des débits directement aux exutoires se heurte au fait que les écoulements sont influencés par la marée et les activités humaines particulièrement sur la façade nord. Les estimations des débits doivent donc s'appuyer sur des mesures effectuées plus en amont. A ces stations, un limnigraphe *in situ* produit un enregistrement permanent du niveau de l'eau ; des abaques préétablies permettent d'en déduire le débit. Cette méthode courante est utilisée en routine sur les cours d'eau naturels telles que les rivières du Marquenterre et du Boulonnais.

Les cours d'eau de la façade ouest sont dans l'ensemble mieux équipés pour la mesure des débits que ceux de la façade nord. Les mesures disponibles sont nombreuses pour les principales rivières naturelles, mais plus rares, voire absentes, pour la Slack et la plupart des canaux. Pour chaque cours d'eau suivi, AEH fournit les débits moyens journalier, mensuel, annuel, et le débit spécifique. Ces données sont rassemblées dans **le tableau 8**.

On tiendra compte des échanges hydrauliques existant entre l'Aa et les canaux de Calais qui écrêtent son débit lorsqu'il est supérieur à 20 $m^3/s$, et tendent à l'augmenter lorsqu'il est en étiage.

Les stations débimétriques sélectionnées sont localisées sur la **figure 8**. Ce sont celles qui sont situées le plus en aval possible sur les cours d'eau. Cependant, la plupart ne prennent pas en compte la totalité du bassin versant. Aussi, pour chaque cours

| COURS D'EAU | LOCALISATION DU POINT DE MESURE | PART DU BASSIN VERSANT PRISE EN COMPTE | | FRÉQUENCE DES MESURES |
|---|---|---|---|---|
| | | km² | % | |
| Canal exutoire | pas de station hydrométrique | — | — | pas de mesure |
| Aa | Wizernes | 392 | 53 | permanente |
| | Gravelines | 739 | 100 | occasionnelle |
| Canal de Marck | Calais | 42 | 100 | permanente |
| Canal de Calais | Calais | 110 | 100 | occasionnelle |
| Canal des Pierrettes | pas de station hydrométrique | — | — | pas de mesure |
| Slack | pas de station hydrométrique | — | — | pas de mesure |
| Wimereux | Wimille | 78 | 100 | permanente |
| Liane | Hesdigneul | 196 | 79 | permanente |
| | Wirwignes | 100 | 40 | occasionnelle |
| Canche | Brimeux | 894 | 72 | permanente |
| Authie | Dompierre | 726 | 73 | permanente |

*Source (56)*

**Tableau 8 - Mesures des débits des principaux cours d'eau débouchant à la mer**

d'eau, le débit total apporté à la mer (Qt) est déduit du débit mesuré, Q(AEH), aux stations de jaugeage, corrigé par un facteur correspondant au rapport de la surface du bassin versant total BVt à la surface du bassin versant au point de jaugeage BV(AEH) :

$$Qt = Q(AEH) \times \frac{BVt}{BV(AEH)}$$

on suppose implicitement que le débit est proportionnel à la surface du bassin versant, considéré comme homogène, ce qui est globalement le cas dans la région.

Les débits apportés à la mer par les écoulements naturels ont donc été recalculés pour les années 1983 à 1985 qui constituent la période de référence du présent bilan. Ils sont visualisés sur **la figure 8** et récapitulés dans **le tableau 9**. On distingue principalement :

— au sud, les rivières du Marquenterre qui apportent les volumes les plus importants de la région (30 à 35 m³/s),

— au nord, l'Aa à Gravelines (9 m³/s).

Les autres débits sont nettement plus faibles. Ce sont :

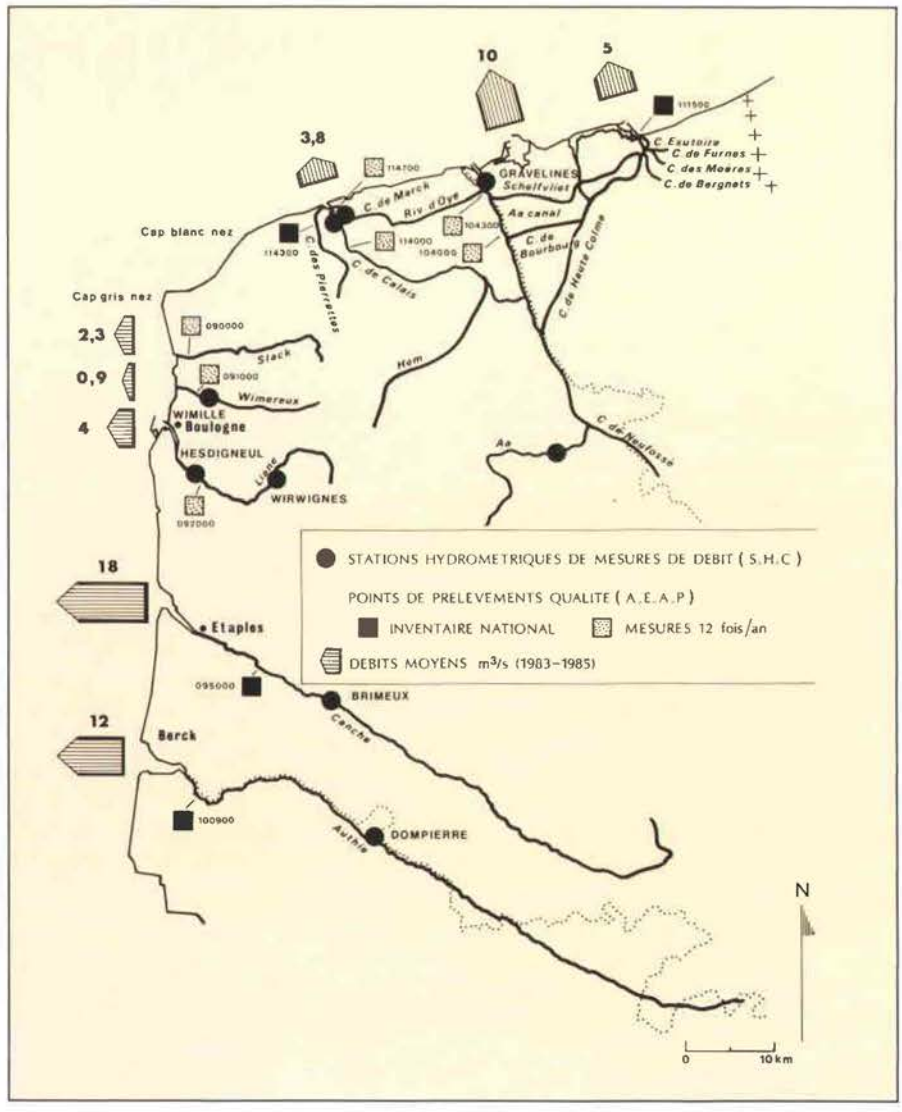


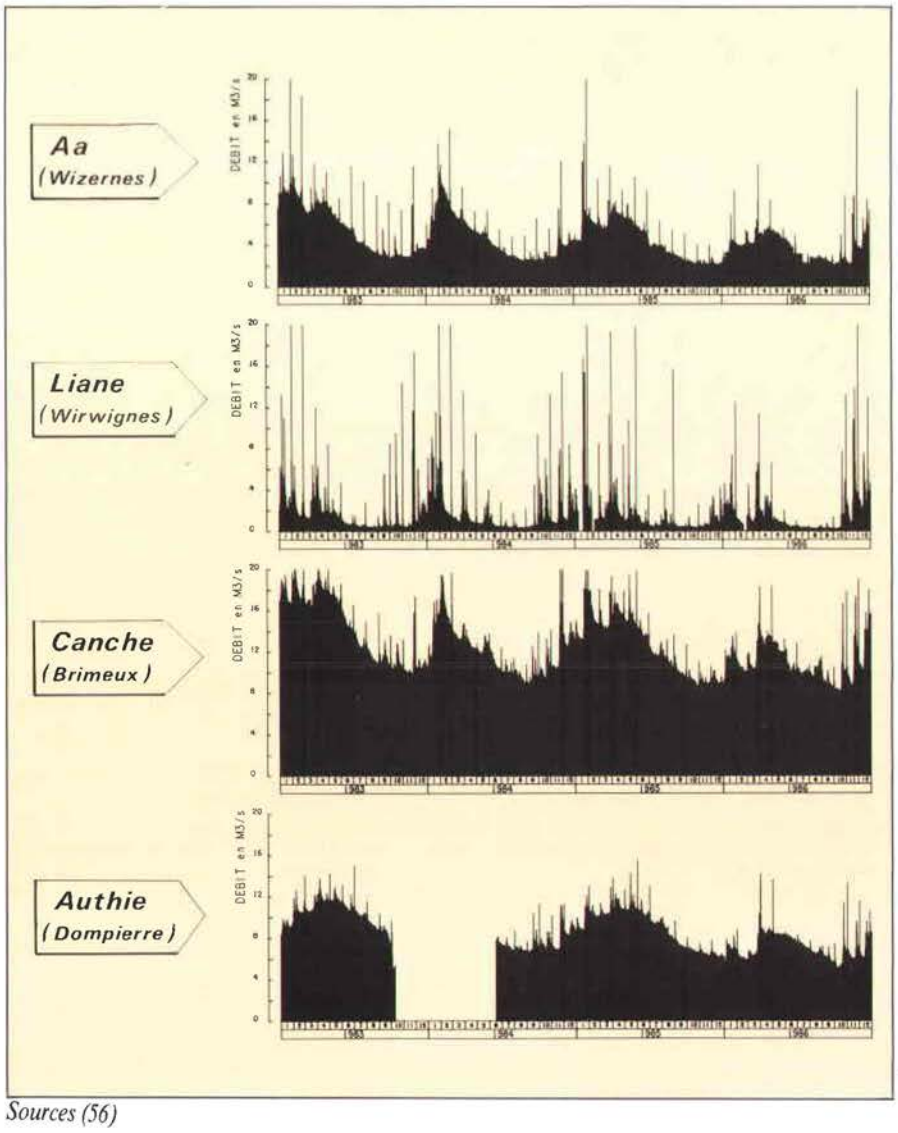

**Figure 8 - Apports naturels et stations de mesures**

| COURS D'EAU | 1983 | 1984 | 1985 |
|---|---|---|---|
| Canal exutoire | 4,9(*) | | |
| Aa | 10,9 (5,9-18,1) | 8,9 (5,0-17,6) | 9,1 (5,8-12,7) |
| Canal de Marck | 0,4 (0,3-0,8) | 0,5 (0,2-0,9) | 0,4 (0,2-0,8) |
| Canal de Calais | 1,1 (*) | | |
| Canal des Pierrettes | 2,1 (*) | | |
| Slack | 2,4 (0,4-5,2) | 2,2 (0,4-5,8) | 2,2 (0,5-6,0) |
| Wimereux | 0,7 (0,1-1,7) | 1,1 (0,2-3,2) | 0,9 (*) |
| Liane | 4,5 (1,0-10,1) | 4,3 (0,9-12,2) | 3,8 (1,1-11,7) |
| Canche | 19,8 (14,6-25,7) | 16,7 (13,3-22,8) | 17,5 (12,5-22,2) |
| Authie | 14,1 (*) | 10,4 (*) | 12,4 (8,7-15,3) |
| Somme (pour mémoire) | 45,3 (35,0-55,8) | 38,6 (31,3-46,1) | 39,1 (32,4-44,9) |

*Source (56)*

( ) : débits moyens mensuels minimum et maximum. (*) : valeurs estimées, mesures manquantes.

**Tableau 9 - Débits moyens annuels ($m^3/s$) des principaux cours d'eau débouchant en mer**




*Sources (56)*

**Figure 9 - Débits moyens journaliers ($m^3/s$) des principaux cours d'eau**

— les rivières du Boulonnais qui présentent des caractéristiques hydrologiques très voisines (débit global de l'ordre de 7 $m^3/s$),

— les canaux de Flandre maritime qui sont les plus faibles débits de la région : ceux débouchant à Dunkerque-Est par le canal exutoire (environ 5 $m^3/s$), et, ceux débouchant à Calais (débit total de l'ordre de 3,6 $m^3/s$), qui comprennent : le canal des Pierrettes, le canal de Marck, le canal de Calais-Saint-Omer qui est le plus dépendant du bassin versant et donc le plus sujet à des variations de débit).

On n'oubliera pas de citer, par ailleurs, la Somme (40 $m^3/s$) qui représente un apport majeur en Manche orientale, équivalent à tous les apports à la mer de la région Nord-Pas de Calais.

Par ailleurs, les débits d'eau apportés au milieu marin présentent des fluctuations temporelles liées aux précipitations et aux saisons. La **figure 9** illustre cette variabilité. On observe globalement sur les variations interannuelles (1983-84-85-86) :

— des débits maximaux en période hivernale (janvier-février),

— des débits très faibles en période d'étiage, en fin d'été (août-novembre).

Les pointes de débit (crues) consécutives aux précipitations sont très marquées pour les rivières du Boulonnais (Liane) ; elles peuvent être multipliées par un facteur dix ; elles sont relativement plus faibles pour la Canche et l'Authie qui présentent des débits plus régulés par l'effet tampon des nappes aquifères.

Les apports en volumes d'eau rejetés à la mer par les écoulements naturels sont donc très variables selon la période considérée. Ceci constitue un handicap majeur pour le calcul des flux, d'autant que les fréquences d'échantillonnage pour l'analyse de la qualité des cours d'eaux ne tiennent pas compte des variations de débit.

## 4.3. La qualité des eaux des écoulements naturels

### 4.3.1. Données disponibles

Des campagnes de mesures systématiques sont réalisées sous l'égide de l'Agence de l'Eau (3), dans le cadre de l'inventaire de la qualité des cours d'eaux. L'organisation générale prévoit :

— 3 ou 4 campagnes (trimestrielles) de prélèvements sur 175 points couvrant l'ensemble du bassin Nord-Artois-Picardie,
— 12 à 15 campagnes (mensuelles) sur une trentaine d'autres points.

Les points de mesure sélectionnés sont présentés dans le **tableau 10**. Ils sont situés le plus en aval pour caractériser la qualité des apports à la mer par les écoulements naturels. On remarque que, comme indiqué dans **la figure 8**, ces points sont géographiquement différents des stations débitmétriques.

Les analyses suivantes sont réalisées à des fréquences variées (**tableau 10**) :

— paramètres physico-chimiques : la DCO et la $DBO_5$, azote organique, ammoniacal, nitrique, orthophosphates,
— micropolluants métalliques et organiques.

Remarquons que les services chargés de la police des eaux dans les cours d'eau domaniaux, à savoir les ministères des Transports (voies navigables), et de l'Agriculture (autres cours d'eau), n'imposent pas de normes bactériologiques aux rejets qu'ils autorisent en rivières, même en zone littorale ; la Carte Départementale des Objectifs de Qualité des Cours d'Eaux n'en comporte pas elle-même. En revanche, les services chargés de la police des eaux en mer, à savoir le SMBC et le PAD, incluent des contrôles microbiologiques dans leurs autorisations de rejet en mer ou en estuaire. Ces services effectuent également, avec le concours financier de l'Agence de l'Eau, depuis plus de 10 ans, une surveillance comprenant des contrôles bactériologiques des eaux des estuaires.

Les moyennes arithmétiques des concentrations mesurées en 1983-84-85 seront utilisées pour tenter d'apprécier les flux parvenant au milieu marin.

| COURS D'EAU | N° POINT DE MESURE (AEAP) | LOCALISATION | NOMBRE DE MESURES PAR AN | |
|---|---|---|---|---|
| | | | Physico-chimiques | Bactériologiques |
| Canal exutoire | 111500 | Malo-les-Bains | 12 | 12 |
| Aa | 104000 | St Folquin | 12 | |
| Canal de Marck | 114700 | Calais | 3 (en 83, 84)<br>6 (en 85) | |
| Canal de Calais | 114000 | Coulogne (amont de Calais) | 3 (en 83, 84)<br>6 (en 85) | |
| Canal des Pierrettes | 114300 | Calais | 12 | 12 |
| Slack | 090000 | Ambleteuse | 3 (en 83, 84)<br>6 (en 85) | 12 |
| Wimereux | 091000 | Wimille | 3 (en 83, 84)<br>6 (en 85) | 12 |
| Liane | 092000 | Carly (amont de Boulogne) | 12 | 2 stations<br>24 |
| Canche | 095000 | Bentin | 12 | 2 stations<br>24 |
| Authie | 100900 | Quend (dernier pont) | 12 | 2 stations<br>24 |

*Source (3)*

**Tableau 10 - Mesures de qualité des principaux cours d'eau**

### 4.3.2. Problèmes identifiés dans les bassins versants

Des bilans périodiques, réalisés par l'Agence de l'Eau, présentent l'état des cours d'eaux et l'évolution de la qualité (3). La situation la plus récente (période 1981-1984) peut être résumée de la façon suivante :

- **le bassin Canche-Authie**

Ces deux cours d'eau du Marquenterre présentent des conditions hydrologiques assez favorables à cause d'un environnement humain et industriel relativement peu dense. Des efforts considérables pour réduire la pollution ont été réalisés par les collectivités et par les industriels riverains en ce qui concerne les industries saisonnières (sucreries, distilleries et dans une moindre mesure, laiteries ...). A l'exception d'Hesdin, Saint-Pol et Doullens, les villes les plus importantes sont situées à l'aval en bordure littorale. Des efforts d'épuration et d'assainissement ont été réalisés à Berck, Etaples et Le Touquet, dont les effets prévisibles seront sans doute plus bénéfiques pour les plages que pour les cours d'eau.

**La Canche** - Sur la partie amont, de Frévent à Etaples, la situation s'est détériorée depuis 1980 pour ce qui concerne les matières organiques et l'azote. Des problèmes locaux sont posés localement par certains établissements industriels tels que la sucrerie du Marquenterre à Marconnelle, aval immédiat d'Hesdin, et la sucrerie-distillerie d'Attin, sur la Course.

**L'Authie** - Sa situation apparaît moins préoccupante dans l'ensemble que sur la Canche. La qualité s'améliore sur la partie aval, à partir de Doullens, et sur 50 km environ. L'équipement de quelques petites villes situées le long du cours d'eau principal, l'amélioration du fonctionnement de la station d'épuration de Doullens, la cessation d'activité de la Cartonnerie de la Rochette Cenpa à l'amont de Doullens, peuvent expliquer cette amélioration.

La Canche et l'Authie sont globalement de meilleure qualité que les autres cours d'eau du bassin Artois-Picardie. Cependant, l'évolution générale de la qualité des eaux va dans le sens d'une dégradation, surtout sur la Canche et ses affluents (la Ternoise et la Course) ainsi que dans les parties amont et aval de l'Authie, ceci concerne l'azote et le phosphore.

- **le bassin du Boulonnais**

La Liane est la plus exposée des trois rivières du Boulonnais, particulièrement dans sa partie terminale où elle reçoit une grande partie des rejets industriels et urbains de Boulogne-sur-Mer. On note d'autre part un enrichissement du Wimereux en substances azotées.

- **l'Aa et le réseau de canaux de la Flandre maritime**

La qualité des eaux des écoulements naturels débouchant sur la façade nord apparaît très variable selon les secteurs géographiques. Schématiquement, elle apparaît :

Cliché Yves DESPEYROUX

— bonne sur l'Aa rivière dans sa partie amont, mais médiocre sur l'Aa rivière dans sa partie aval, et la grande majorité des cours d'eaux du delta de l'Aa,

— mauvaise ou très mauvaise sur les canaux situés sur le domaine littoral tels que le canal de la rivière Neuve et canal de Marck à Calais, la rivière d'Oye, le canal de Mardick et le canal exutoire à Dunkerque.

Les principaux problèmes qui se posent sont les suivants :

— la présence d'une contamination par les hydrocarbures et les détergents, détectée sur tous les canaux, en particulier au niveau de Calais et surtout du canal exutoire de Dunkerque,

— des teneurs élevées en cadmium et en mercure (canal de Marck et Aa) ont été trouvées sans pouvoir être reliées à des rejets particuliers,

— une pollution azotée, identifiée depuis 1976, qui n'a cessé de croître de 1977 à 1980 et qui semble s'être stabilisée depuis 1981.

## 4.4. Conclusion

Les cours d'eau qui apparaissent comme les vecteurs principaux de pollution au milieu marin sont :
— le canal à grand gabarit, qui, avant d'être alimenté par l'Aa, s'est "enrichi" à l'intérieur du pays : nombreuses industries, traversée du bassin minier. Ce canal se prolonge par le canal exutoire à Dunkerque-Est,
— le canal de la rivière Neuve (= canal d'Asfeld) à Calais qui reçoit les effluents Courtaulds à Coquelles, les effluents d'un abattoir et de la station d'épuration urbaine,
— enfin, l'Aa proprement dit, avec une cartonnerie, Rochette-Hermitage à Blendecques, des papeteries à Lumbres, à Wizernes, et à Blendecques, la conserverie Bonduelle, à Renescure, ...

Dans l'ensemble, la qualité des eaux fluviales s'est plutôt améliorée, en 81-84, en Flandre maritime par rapport à la situation de 76-81. Cette amélioration concerne surtout les cours d'eau de plus mauvaise qualité. Cependant, une certaine dégradation des eaux qui étaient de bonne qualité a été également observée.

Au plan hydraulique, l'eau apportée à la mer, sur la façade Calais-Dunkerque, provient pour l'essentiel du canal à grand gabarit qui s'écoule vers Dunkerque, et de l'Aa rivière qui alimente le réseau de canaux de Calais et qui représente environ une fois et demi le débit du canal à grand gabarit au niveau de Saint-Omer.

**Le tableau 11** récapitule la qualité des cours d'eaux débouchant à la mer. Celle-ci est plutôt mauvaise pour ceux de la façade nord, et plutôt acceptable pour ceux débouchant sur la façade ouest.

| COURS D'EAU | NIVEAU DE QUALITÉ (*) | ÉLÉMENTS LIMITANT LA QUALITÉ N = azote ; MO = matières organiques T = toxiques |
|---|---|---|
| Canal exutoire | 4 | N |
| Aa | 3 | MO, N, T |
| Canal de Marck | 3 | MO |
| Canal de Calais | 3 | |
| C. des Pierrettes | 4 | MO, N, T |
| Slack | 1 et 2 | N |
| Wimereux | 1 et 2 | N |
| Liane | 3 | |
| Canche | 1 et 2 | T |
| Authie | 1 et 2 | T |

*Source (3)*

(*) Grille générale de qualité des cours d'eau :
1 = bonne ; 2 = moyenne ; 3 = mauvaise ; 4 = très mauvaise.

**Tableau 11 - Qualité des cours d'eau débouchant en mer - Situation 1984**

Cliché Yves DESPEYROUX

# 5. CARTOGRAPHIE DES APPORTS DIRECTS A LA MER

TOUTES les informations disponibles, présentées dans les chapitres 1 à 4 précédents, ont été regroupées dans des planches cartographiques. Toutes ces planches servent d'état des lieux en matière d'apports directs à la mer. Elles constituent un ensemble cohérent, véritable outil de gestion pour l'aménagement du littoral Nord-Pas de Calais.

Le littoral régional est divisé en 12 secteurs correspondant chacun à une planche numérotée 1 à 12. **La figure 10** présente le découpage cartographique. Sur chaque planche on a localisé :

— les rejets directs à la mer, identifiés sur le Domaine Public Maritime : rejets urbains et industriels, écoulements naturels,

— les sources potentielles de pollution, susceptibles d'être à l'origine de contaminations diverses, industries, stations d'épuration et diverses autres sources, campings, décharges.

En vis-à-vis de chaque planche cartographique, on trouvera un tableau synoptique fournissant la liste des apports directs à la mer et des sources potentielles de pollution :

— Les rejets directs sont identifiés par la lettre R, suivie d'un numéro d'ordre par planche,

— les sources potentielles sont affectées de la lettre S, suivie d'un numéro d'ordre par planche.

Ainsi, **tout apport direct ou source potentielle de pollution vers la mer a un numéro d'identification unique : le numéro de la planche suivi de la lettre R ou S, suivi du numéro d'ordre sur la planche.**

Ces tableaux synoptiques précisent d'abord le Service Administratif ayant pour attribution le suivi des rejets ou des sources de pollution ; concrètement il s'agit de l'organisme détenteur des informations. On se reportera utilement en annexe pour disposer du libellé des sigles et des adresses correspondantes. Lorsque le rejet (ou la source) a déjà été

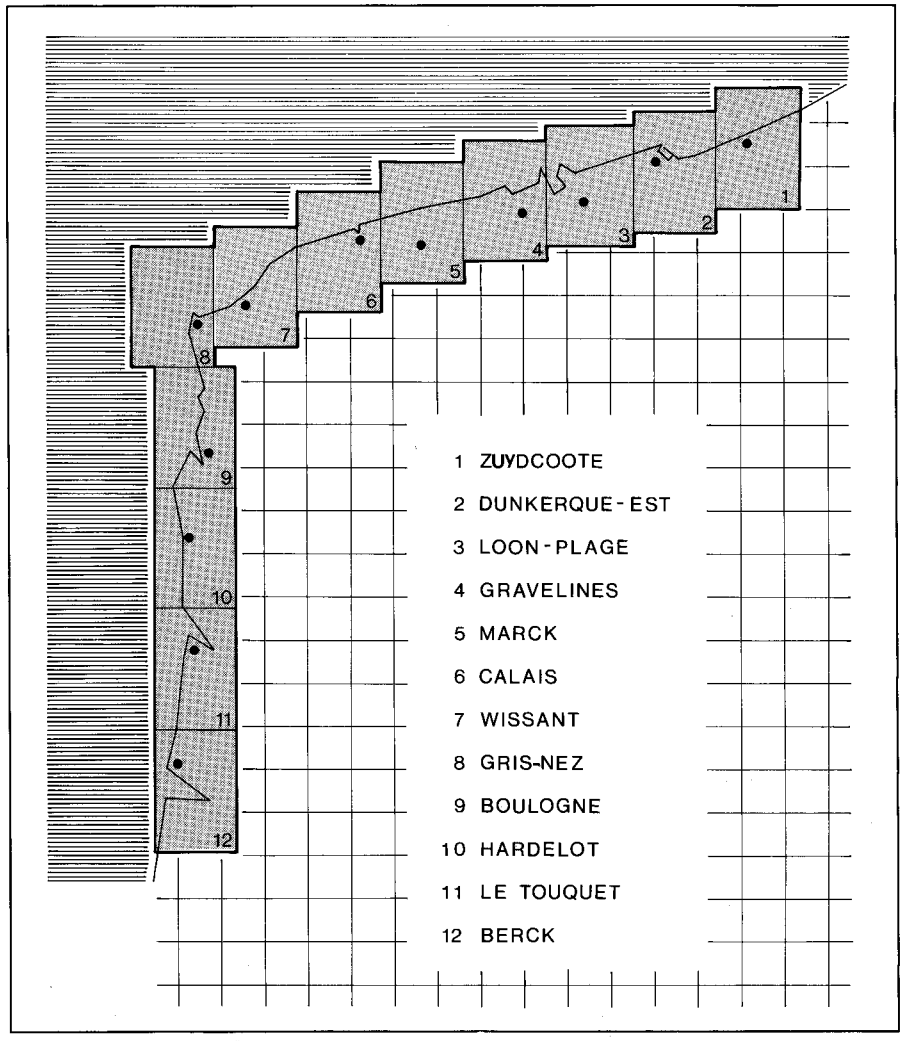



**Figure 10 - Rejets à la mer et sources de pollutions sur le littoral Nord-Pas de Calais**
**Découpage cartographique**

identifié dans le cadre d'un autre travail d'inventaire, on a reporté l'ancien numéro de référence ; sur la même ligne, lui correspond un numéro de bibliographie renvoyant à l'annexe.

Ces tableaux synoptiques donnent, par ailleurs, la dénomination usuelle du rejet ou de la source de pollution : égout, rejet industriel, rivière, écluse, ruisseau, station d'épuration, camping, décharge ..., une information générale sur la nature de l'apport :

— la lettre B pour les apports à dominante bactérienne ; ils sont représentés par un signe de couleur jaune sur les cartes correspondantes,

— la lettre C pour les apports à dominante chimique ; ils sont représentés par un signe de couleur rouge sur les cartes correspondantes,

— la double lettre B, C ou C, B pour les apports mixtes, les écoulements naturels ; ils sont représentés par des flèches bicolores jaune et rouge.

Enfin, le nom de la commune où se trouve le rejet et/ou la source de pollution est précisé avec le milieu récepteur dans lequel se jettent les eaux résiduaires correspondantes : mer, cours d'eau, bassin portuaire, réseau d'assainissement, infiltration...

Cette cartographie constitue l'outil de base de visualisation des apports directs à la mer. On tentera de les quantifier dans la troisième partie du rapport après avoir présenté les apports diffus en mer qui sont l'objet de la deuxième partie de ce rapport.

# Légende de la cartographie

## *Principaux rejets à la mer*

DOMINANTE BACTÉRIENNE

DOMINANTE CHIMIQUE

ECOULEMENTS NATURELS (Cours d'eau)

## *Sources potentielles*

A DOMINANTE ORGANIQUE ET BACTÉRIENNE

STATION D'ÉPURATION

INDUSTRIE AGRO-ALIMENTAIRE

CAMPING

A DOMINANTE PHYSIQUE ET CHIMIQUE

INDUSTRIE IMPORTANTE

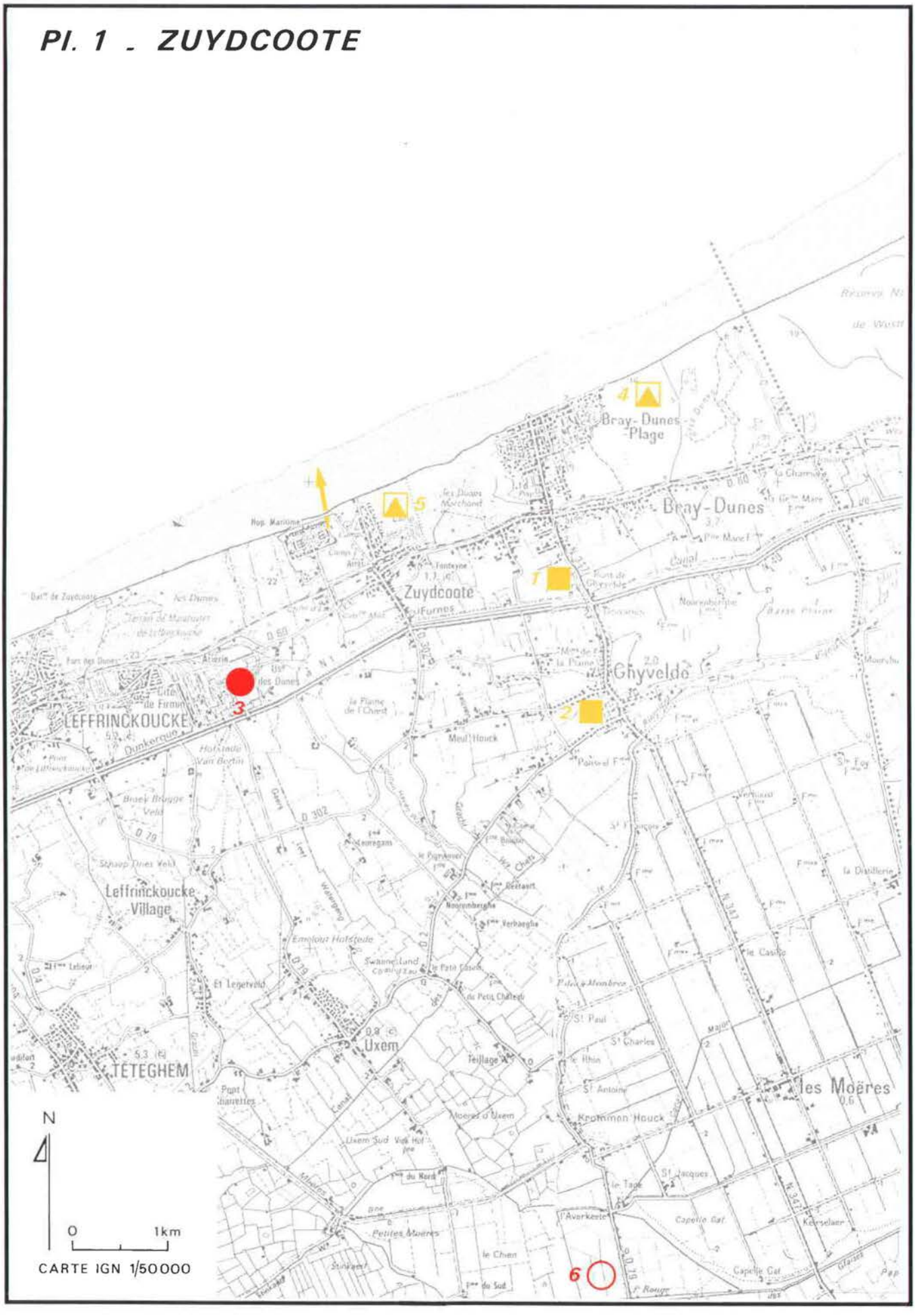
DÉCHARGE

## *Sources diffuses*

APPORTS ATMOSPHÉRIQUES, APPORTS AGRICOLES ET IMMERSION DES DÉBLAIS DE DRAGAGE SONT PRÉSENTES SPÉCIFIQUEMENT DANS LES CHAPITRES CORRESPONDANTS

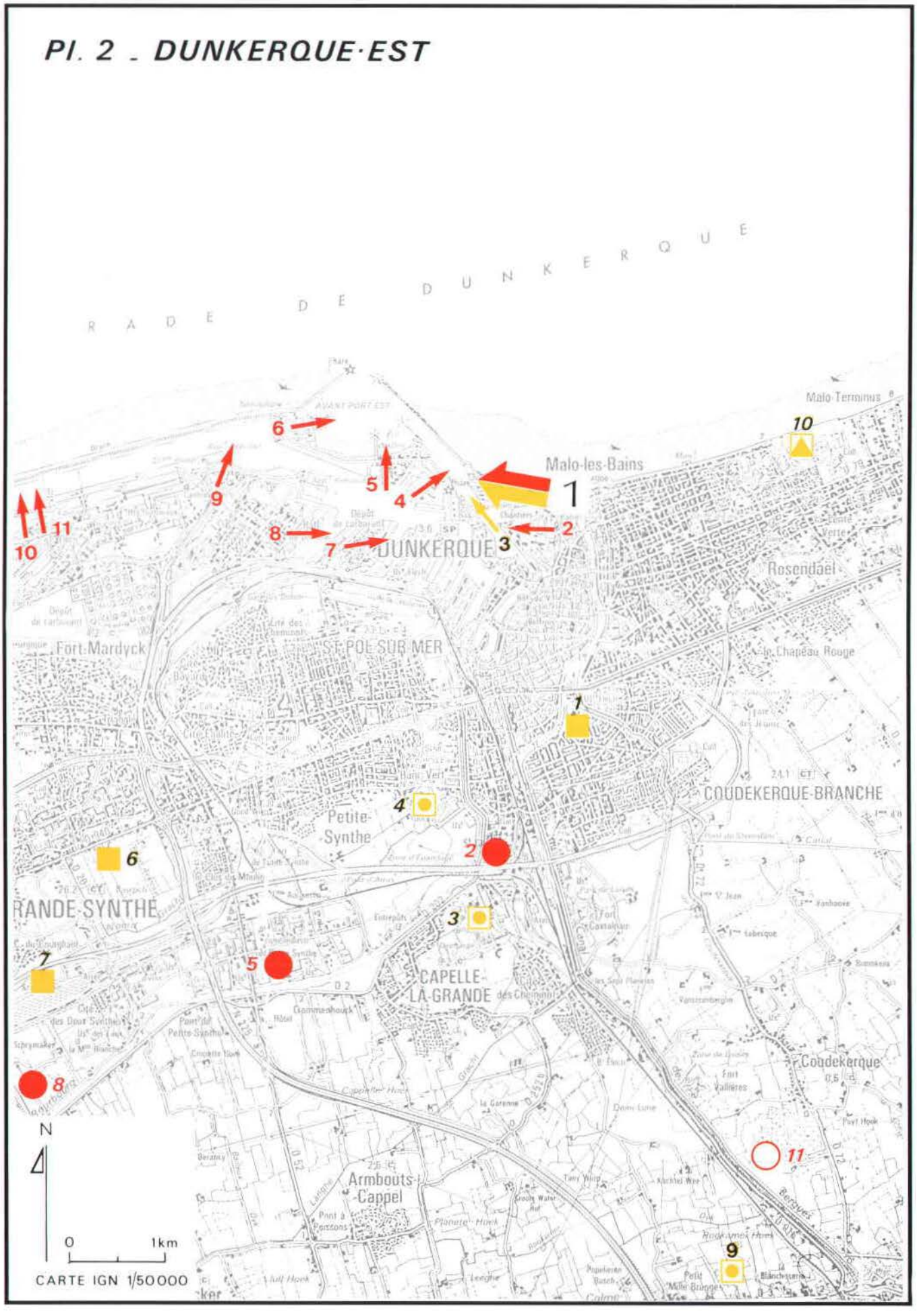
| PLANCHE N° 1 | | | ZUYDCOOTE | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| N° | Service administratif (= source des données) | N° Réf. | Dénomination | Nature (B C) | Commune | Milieu récepteur | Réf. biblio. |
| **REJETS A LA MER** | | | | | | | |
| R 1 | PAD | | Egout Hôpital Maritime | B | Zuydcoote | Mer | 60 |
| **SOURCES POTENTIELLES** | | | | | | | |
| S 1 | SATESE | | Epuration Bray-Dunes | B | Bray-Dunes | Canal de Furnes | 53 |
| S 2 | SATESE | | Epuration Ghyvelde | B | Ghyvelde | Canal de Furnes | 53 |
| S 3 | DRIR, AEAP | | Compagnie Française des Aciers spéciaux | C | Leffrinckoucke | Canal de Furnes | |
| **AUTRES SOURCES** | | | | | | | |
| S 4 | DDASS | | Camping (4 terrains) | B | Bray-Dunes | Infiltration | |
| S 5 | DDASS | | Camping (2 terrains) | B | Zuydcoote | Réseau | |
| S 6 | DRIR | | Décharge (SIVOM des Flandres) | C, B | Warhem | | |

# PI. 1 _ ZUYDCOOTE



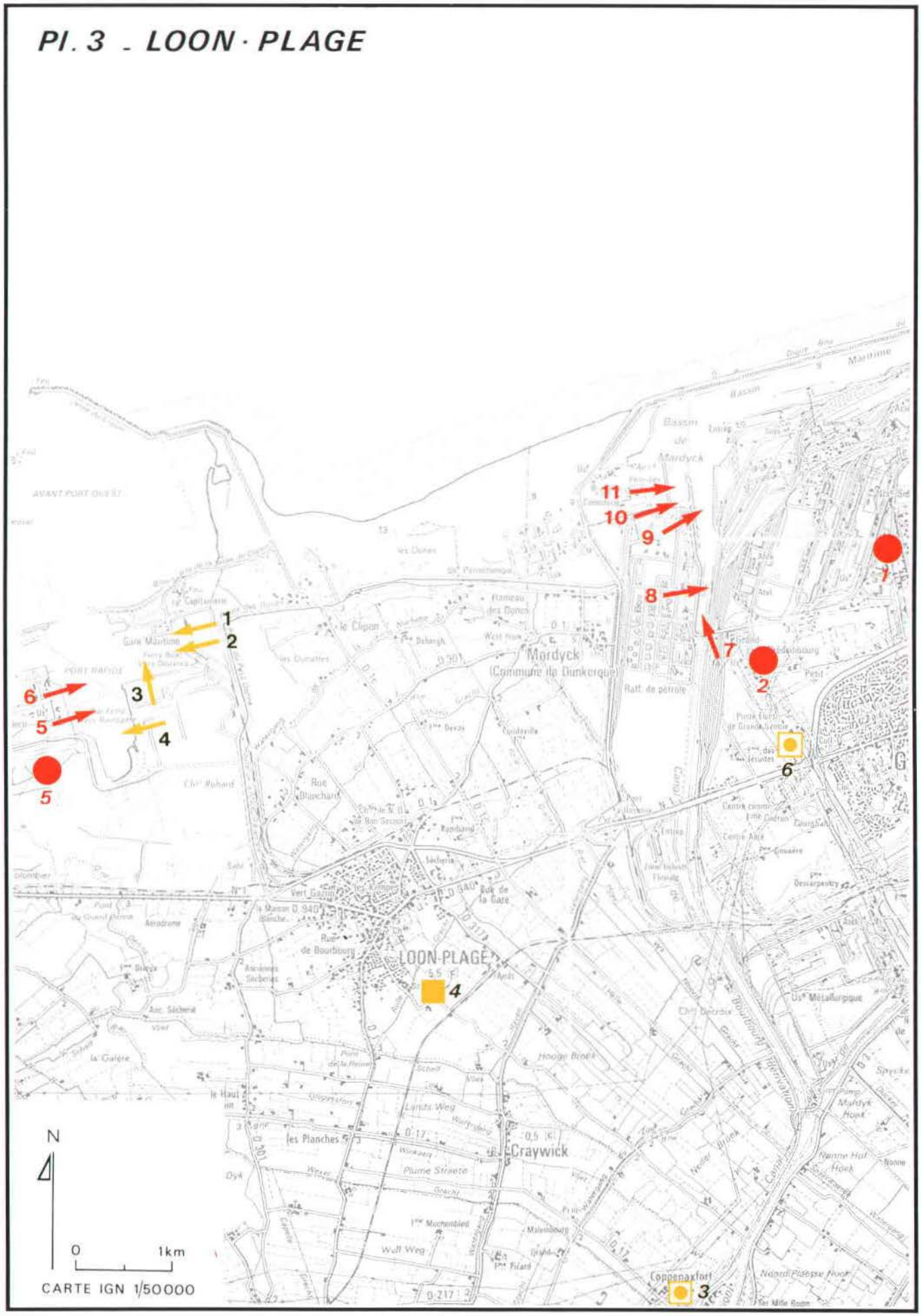
| PLANCHE N° 2 | | | DUNKERQUE | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| N° | Service administratif (= source des données) | N° Réf. | Dénomination | Nature (B C) | Commune | Milieu récepteur | Réf. biblio. |
| | | | **REJETS A LA MER** | | | | |
| R 1 | AEAP | 111,500 | **Canal exutoire des Wateringues** | B, C | Dunkerque | Mer | 3,45 |
| R 2 | PAD, DRIR, AEAP | | Rejet Normed | C | Dunkerque | Mer | 60 |
| R 3 | PAD | | Egouts du port à marée | B | Dunkerque | Mer | 60 |
| R 4 | DRIR, AEAP | | Rejet ARNO | C | Dunkerque | Mer | 60 |
| R 5 | PAD | | Ecluse Wattier du bassin à flot | C, B | Dunkerque | Mer | |
| R 6 | PAD | | Ecluse Charles de Gaulle du bassin à flot | C, B | Dunkerque | Mer | |
| R 7 | PAD, DRIR, AEAP | | Rejet Compagnie Parisienne des Asphaltes | C | Dunkerque | Bassin à flot | 60 |
| R 8 | PAD, DRIR, AEAP | | Rejet raffinerie BP-France | C | Dunkerque | Bassin à flot | 60 |
| R 9 | PAD, DRIR, AEAP | | Rejet Centrale thermique EDF | C | Dunkerque | Bassin à flot | 60 |
| R 10 | PAD, DRIR, AEAP | | Rejet Sollac (ex-Usinor) | C | Dunkerque | Bassin à flot | 60 |
| R 11 | AEAP | | Rejet GTS | C | Dunkerque | Bassin à flot | 60 |
| | | | **SOURCES POTENTIELLES** | | | | |
| S 1 | SATESE | | Epuration Dunkerque | B | Coudekerque | Canal exutoire | 53 |
| S 2 | AEAP | | Borax | C | Coudekerque | Canal de Bourbourg | |
| S 3 | DRIR, AEAP | | Lesieur | B, C | Coudekerque | Canal de Bourbourg | |
| S 4 | AEAP | | Abattoirs Municipaux | B | Petite Synthe | Réseau | |
| S 5 | AEAP | | Daudruy, Vancauvenberg | C | Petite Synthe | Réseau | |
| S 6 | DDASS | | Epuration (300 Eq. Hab.) | B | Grande-Synthe | Watergang Nord Gracht | |
| S 7 | SATESE | | Epuration Grande-Synthe | B | Grande-Synthe | Watergang Nord Gracht | 53 |
| S 8 | DRIR, AEAP | | Nord Chrome | C | Grande-Synthe | Watergang Nord Gracht | |
| S 9 | DRIR, AEAP | | SICA "La Semeuse" | B | Biernes | Canal de Bergues | |
| | | | **AUTRES SOURCES** | | | | |
| S 10 | DDASS | | Camping de Malo (1 terrain) | B | Dunkerque | Réseau | |
| S 11 | DRIR | | Décharge du Bois des Forts, Communauté Urbaine de Dunkerque | C | Coudekerque | | |

# PI. 2 _ DUNKERQUE·EST



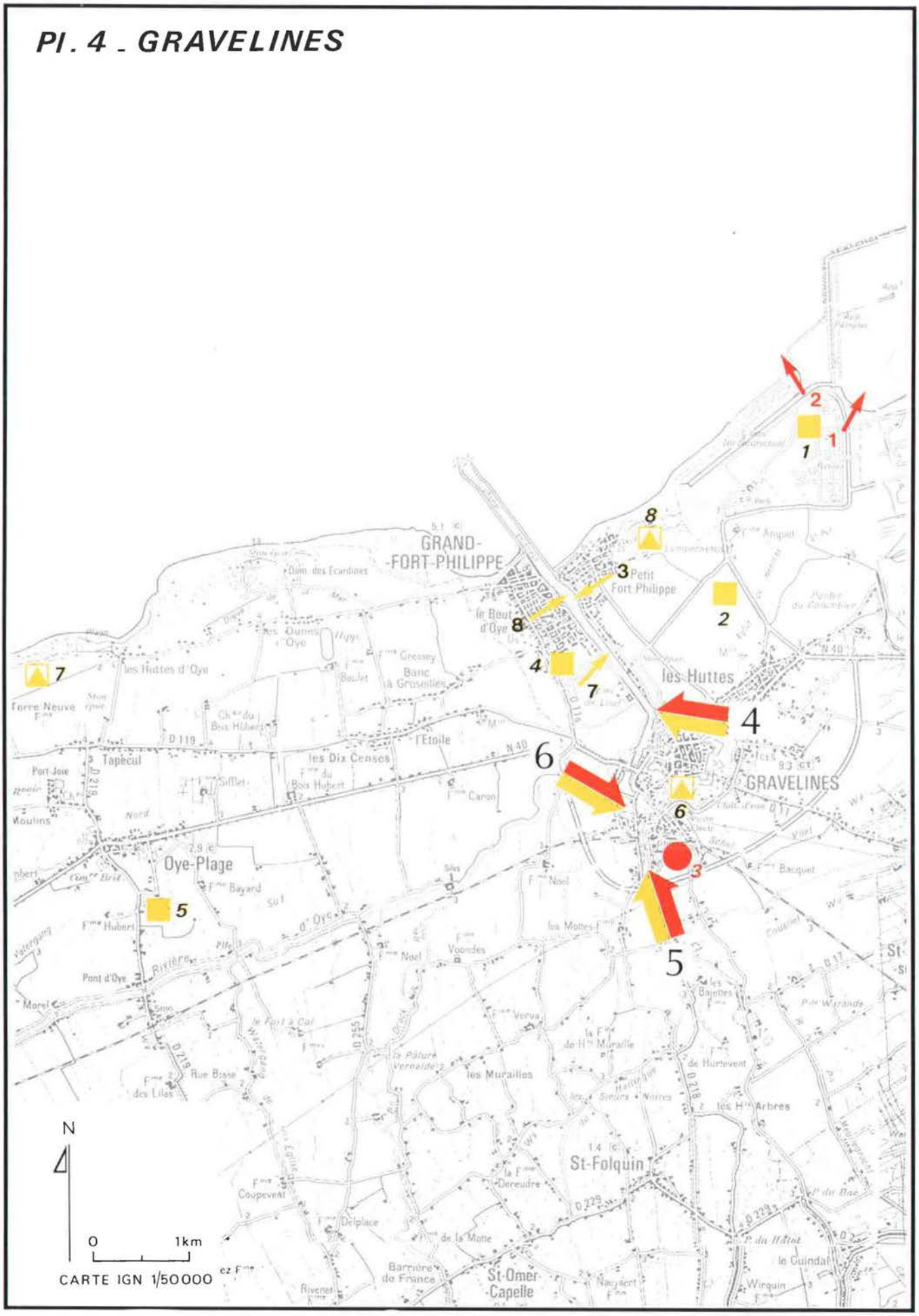
| PLANCHE N° 3 | | | LOON PLAGE | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| N° | Service administratif (= source des données) | N° Réf. | Dénomination | Nature (B C) | Commune | Milieu récepteur | Réf. biblio. |
| **REJETS A LA MER** | | | | | | | |
| R 1 | PAD | 17 | Egout gare maritime | B | Loon Plage | Mer | 60 |
| R 2 | PAD | 16 | Egout gare maritime | B | Loon Plage | Mer | 60 |
| R 3 | PAD | 14 | Egout Quai de Lorraine | B | Loon Plage | Mer | 60 |
| R 4 | PAD | 12 | Egout Quai de Flandres | B | Loon Plage | Mer | 60 |
| R 5 | PAD | 10 | Rejet PUK | C, B | Loon Plage | Mer | 60 |
| R 6 | PAD | 2 | Rejet CFEM | C, B | Gravelines | Mer | 60 |
| R 7 | PAD, DRIR, AEAP | | Rejet Sollac (ex-Usinor) + Nord Chrome | C | Mardyck | Bassin à flot | |
| R 8 | DRIR, AEAP | | Rejet CRD Total | C | Mardyck | Bassin à flot | |
| R 9 | DRIR, AEAP | | Rejet Stocknord | C | Mardyck | Bassin à flot | |
| R 10 | DRIR, AEAP | | Rejet Norsolor (ex-Copénor) CDF Chimie | C | Mardyck | Bassin à flot | |
| R 11 | DRIR | | Rejet Ciments Lafarge (LFI) | C | Mardyck | Bassin à flot | |
| **SOURCES POTENTIELLES** | | | | | | | |
| S 1 | DRIR | | Vallourec Mardyck | C | Mardyck | réseau | |
| S 2 | DRIR | | Air Liquide | C | dyck | | |
| S 3 | DRIR, AEAP | | Duriez | B | Craywick | Canal de Bourbourg | |
| S 4 | SATESE | | Epuration Loon-Plage | B | Loon-Plage | Rollegracht | |
| S 5 | | | Quai à Pondereux | C | Gravelines | Mer | |
| S 6 | AEAP | | Ringot | B | Grande-Synthe | Recyclé | |

# PI. 3 - LOON · PLAGE



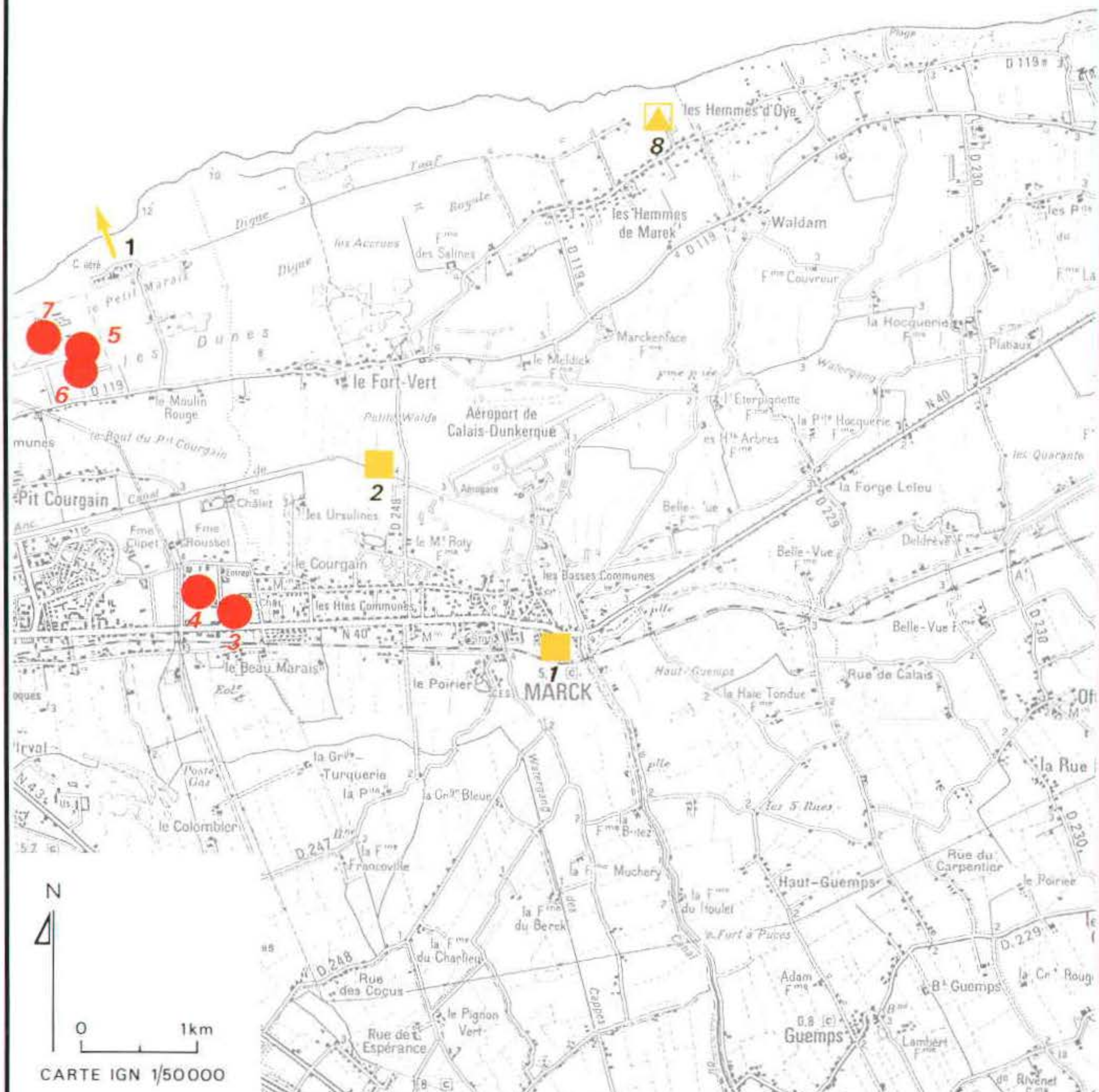
| PLANCHE N° 4 | | | GRAVELINES | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| N° | Service administratif (= source des données) | N° Réf. | Dénomination | Nature (B C) | Commune | Milieu récepteur | Réf. biblio. |
| **REJETS A LA MER** | | | | | | | |
| R 1 | PAD | 4 | Rejet CF Pétroles | C, B | Gravelines | Mer | 60 |
| R 2 | PAD | 5 | Rejet Centrale nucléaire EDF | C | Gravelines | Mer | 60 |
| R 3 | PAD | | Egout base de voile | B | Gravelines | Est Aa | 60 |
| R 4 | PAD | | **Watergang Schelfvliet** | B, C | Gravelines | Est Aa | |
| R 5 | PAD, AEAP | 6,104000 | **Rivière Aa** | B, C | Gravelines | Mer | 3,44 |
| R 6 | PAD | | **Rivière d'Oye** | B, C | Grand-Fort-Philippe | Est Aa | |
| R 7 | PAD, SATESE | | Epuration (Voir S 4) | B | Grand-Fort-Philippe | Est Aa | 53 |
| R 8 | PAD | | Egout urbain | B | Grand-Fort-Philippe | Est Aa | 60 |
| **SOURCES POTENTIELLES** | | | | | | | |
| S 1 | DDASS | | Epuration centrale EDF (1 600 Eq. Hab.) (voir R 2) | B | Gravelines | Mer | |
| S 2 | SATESE | | Epuration Gravelines (voir R 4) | B | Gravelines | Schelfvliet | 53 |
| S 3 | AEAP | | Cartonneries mécaniques | C | Gravelines | Aa | |
| S 4 | SATESE | | Epuration Grand-Fort-Philippe (voir R 7) | B | Grand-Fort-Philippe | Aa | 53 |
| S 5 | SATESE | | Epuration Oye-Plage | B | Oye-Plage | Rivière d'Oye | 53 |
| **AUTRES SOURCES** | | | | | | | |
| S 6 | DDASS | | Camping (2 terrains) | B | Gravelines | Réseau | |
| S 7 | DDASS | | Camping (5 terrains) | B | Oye-Plage | Infiltration | |
| S 8 | DDASS | | Camping des dunes | B | Petit-Fort-Philippe | Réseau | |

# PI. 4 _ GRAVELINES



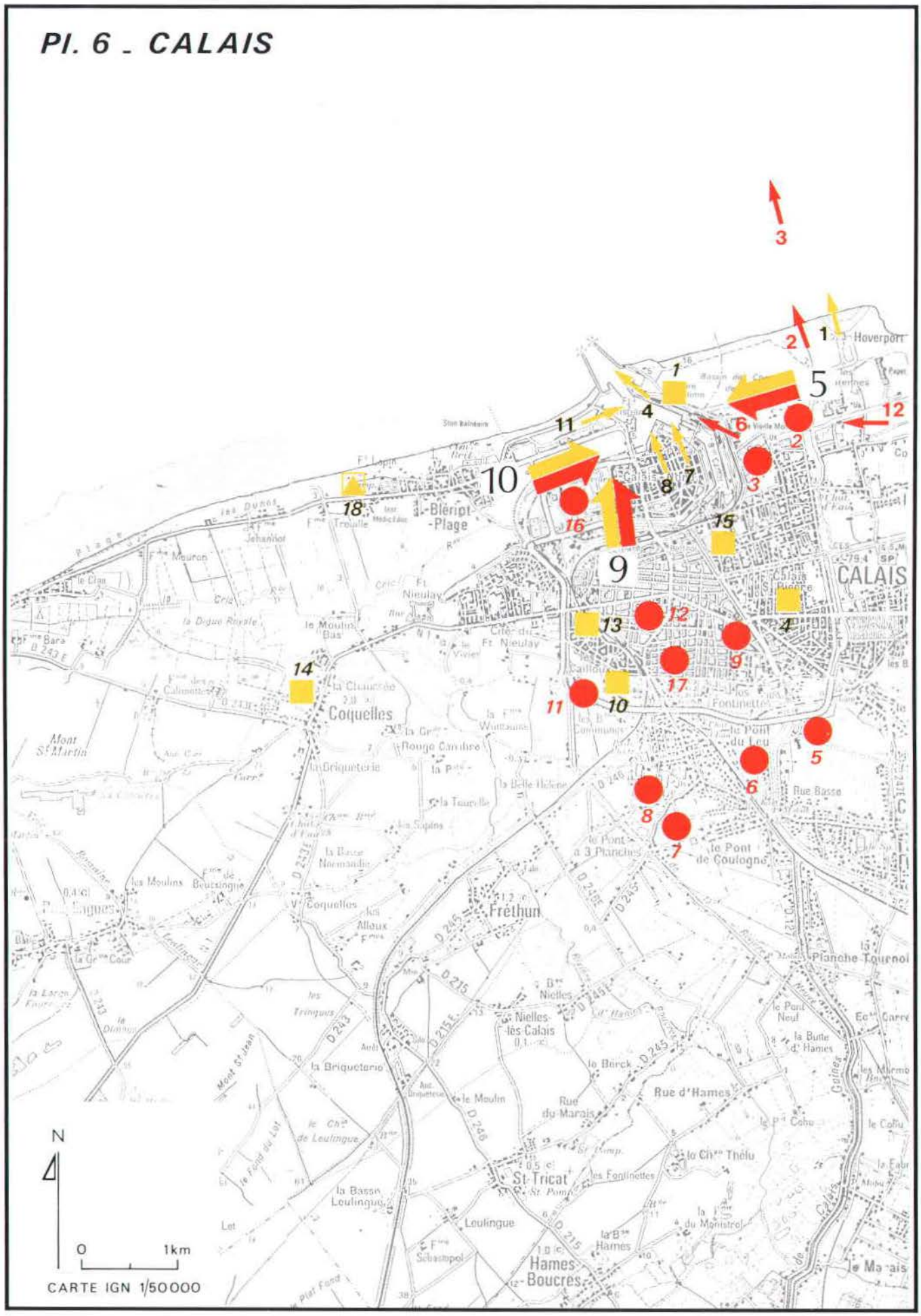
| PLANCHE N° 5 | | | MARCK | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| N° | Service administratif (= source des données) | N° Réf. | Dénomination | Nature (B C) | Commune | Milieu récepteur | Réf. biblio. |
| **REJETS A LA MER** | | | | | | | |
| R 1 | SMBC | 11 | Egout Centre aéré | B | Calais | Mer | 57 |
| **SOURCES POTENTIELLES** | | | | | | | |
| S 1 | DDASS | | Epuration Lotissement | B | Marck | Réseau | |
| S 2 | SATESE | | Epuration Marck | B | Marck | Réseau | 54 |
| S 3 | DRIR, AEAP | | Kohl | C | Calais | Réseau | |
| S 4 | DRIR, AEAP | | Exploitation des Stéroïdes | C | Calais | Réseau | |
| S 5 | DRIR, AEAP | | LC Chimie | C | Calais | Réseau | |
| S 6 | DRIR, AEAP | | Interor | C | Calais | Réseau | |
| S 7 | DRIR, AEAP | | Union Carbide | C | Calais | Canal de Marck | |
| **AUTRES SOURCES** | | | | | | | |
| S 8 | DDASS | | Camping des Hemmes (3 terrains) | B | Marck | Canal de Marck | |

# Pl. 5 _ MARCK



les Hemmes d'Oye
8
les Hemmes de Marck
Waldam
D 119
D 230
1
Digue
des Salines
Marckenface
le Fort-Vert
Aéroport de Calais-Dunkerque
le Moulin Rouge
2
Pit Courgain
les Ursulines
le Courgain
les Hautes Communes
les Basses Communes
N 40
la Forge Leleu
Belle-Vue
Deldrève
4
3
le Beau Marais
5
6
7
1
MARCK
le Poirier
Haut-Guemps
Rue de Calais
la Rue
Turquerie
le Colombier
les 5 Rues
Rue du Carpentier
D.229
Guemps
Rue des Cocus
Rue de l'Espérance
le Pignon Vert
Canal
N
0
1km
CARTE IGN 1/50000

| PLANCHE N° 6 | | | CALAIS | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| N° | Service administratif (= source des données) | N° Réf. | Dénomination | Nature (B C) | Commune | Milieu récepteur | Réf. biblio. |
| | | | **REJETS A LA MER** | | | | |
| R 1 | SMBC | 14 | Egout Hoverport | B | Calais | Mer | 57,7 |
| R 2 | SMBC, DRIR, AEAP | 12 | Rejet Papet. Boucher | C | Calais | Mer | 57 |
| R 3 | SMBC, DRIR, AEAP | 13 | Rejet Tioxide | C | Calais | Mer | 57 |
| R 4 | SMBC | 15 | Egout Capitainerie | B | Calais | Mer | 57,7 |
| R 5 | SMBC, AEAP | 16,114700 | **Canal de Marck** | B, C | Calais | Mer | 57 |
| R 6 | SMBC | 17 | Ecluse du Bassin Carnot | C | Calais | Mer | 57 |
| R 7 | SMBC | 18 | Egouts urbains | B | Calais | Mer | 57,7 |
| R 8 | SMBC | 19, 20 | Egouts Quai Delpierre | B | Calais | Mer | 57,7 |
| R 9 | SMBC, AEAP | 21,114000 | **Aqueduc Canal Calais Ouest** | B, C | Calais | Mer | 57 |
| R 10 | SMBC, AEAP | 22,114300 | **Canal d'Asfeld = canal de la Rivière Neuve** | B, C | Calais | Mer | 57 |
| R 11 | SMBC | 23, 24 | Egouts urbains | B | Calais | Mer | 57,7 |
| R 12 | SMBC, DRIR, AEAP | 62, 63 | Semaucal (voir 5 S 5, 5 S 6) | C | Calais | Canal de Marck | 57 |
| | | | **SOURCES POTENTIELLES** | | | | |
| S 1 | DDASS | | Epuration CCI Calais | B | Calais | Mer | |
| S 2 | SMBC, DRIR, AEAP | 40 | Vieille Montagne | C | Calais | Canal de Marck | |
| S 3 | DRIR, AEAP | | Cables de Lyon | C | Calais | Canal de Marck | |
| S 4 | DDASS | | Epuration Lotissement | B | Calais | Réseau | |
| S 5 | AEAP | | Blanch. Teinturerie Grand Duc | C | Calais | Canal de Calais | |
| S 6 | DRIR | | Calaire | C | Calais | Réseau | |
| S 7 | AEAP | | Teinturerie de Coquelle | C | Calais | Canal de la Rivière Neuve | |
| S 8 | DRIR, AEAP | | Courtaulds | C | Calais | Canal de la Rivière Neuve | |
| S 9 | DRIR, AEAP | | Brampton Reynolds | C | Calais | Réseau | |
| S 10 | SATESE | | Epuration Calais | B | Calais | Canal de la Rivière Neuve | 54 |
| S 11 | DRIR, AEAP | | Universal Matthey Product | C | Calais | Réseau | |
| S 12 | AEAP | | Bellier Teinturerie | C | Calais | Réseau Citadelle | |
| S 13 | AEAP | | Abattoir municipal | B | Calais | Réseau | |
| S 14 | SATESE | | Epuration Coquelles | B | Calais | Canal d'Asfeld | 54 |
| S 15 | AEAP | | Générale de Biscuits | B | Calais | Canal de Calais | |
| S 16 | SMBC | 79 | Sté Française des Pétroles | C | Calais | Canal de la Citadelle | |
| S 17 | AEAP | | La Calaisienne Sté Nouvelle | C | Calais | Réseau | |
| | | | **AUTRES SOURCES** | | | | |
| S 18 | DDASS | | Camping (2 terrains) | B | Calais | Réseau | |


Pl. 6 _ CALAIS
CALAIS
Coquelles
Fréthun
St-Tricat
Hames-Boucres
Blériot-Plage
Hoverport
Nielles-lès-Calais
Leulingue
Rue d'Hames
Rue du Marais
Planche Tournoi
le Pont de Coulogne
le Pont à 3 Planches
Rue Basse
Mont St Martin
N
0
1km
CARTE IGN 1/50000

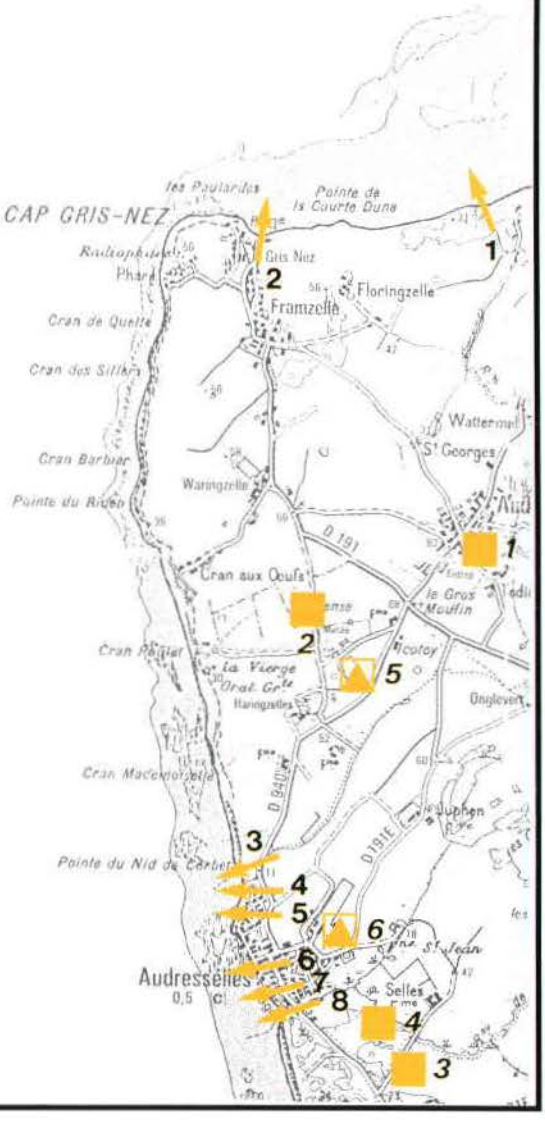
| PLANCHE N° 7 | | | WISSANT | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| N° | Service administratif (= source des données) | N° Réf. | Dénomination | Nature (B C) | Commune | Milieu récepteur | Réf. biblio. |
| **REJETS A LA MER** | | | | | | | |
| R 1 | SMBC | 111 | Egout Sangatte | B | Sangatte | Mer | 57,7 |
| R 2 | SMBC | 116 | Egout Escalles | B | Escalles | Mer | 57,7 |
| R 3 | SMBC | 121 a) 121 b) | Ruisseau St Po et égout | B | Wissant | Mer | 57,7 |
| R 4 | SMBC | 123 | Ruisseau des Nains | B | Wissant | Mer | 57,7 |
| R 5 | SMBC | 122 | Ruisseau d'Herlen | B | Wissant | Mer | 57,43, 7 |
| **SOURCES POTENTIELLES** | | | | | | | |
| S 1 | SATESE | | Epuration Sangatte | B | Sangatte | Canal d'Asfeld | 54 |
| S 2 | DDASS | | Epuration Lotissement (100 Eq. Hab.) | B | Escalles | Ruisseau | |
| S 3 | DDASS | | Epuration Hôtel (60 Eq. Hab.) | B | Wissant | Ruissean d'Herlen | |
| S 4 | DDASS | | Epuration Campany (150 Eq. Hab.) | B | Wissant | Ruisseau d'Herlen | |
| **AUTRES SOURCES** | | | | | | | |
| S 5 | DDASS | | Camping (5 terrains) | B | Sangatte | Réseau | |
| S 6 | DDASS | | Camping (1 terrain) | B | Escalles | Mer | |
| S 7 | DDASS | | Camping (2 terrains) | B | Wissant | Ruisseau d'Herlen | |

## Pl. 7 _ WISSANT

Sangatte
3,4 (c)
CAP BLANC-NEZ
le P^t Blanc-Nez
Escalles
Haute Escalles
Tappeuil
Mont de Sombre
Sombre
Strouanne
les Wimets
Wissant
1,1 (c)
Herlen
Hervelinghen
0,15 (c)
Inghen
Châtelet
la Violette
Tardinghen
0,15 (c)
Belledalle
Moscou
le Hambreuil
Audembert
0,3 (c)
la Noire Chéque
Leulinghen
Hautevilla
la Pyramide
la Vallée
la Cantragrie
la Wambringue
Noir Bois
Noirbernes
N
0
1km
CARTE IGN 1/50000
1
2
3
4
5
6
7

| PLANCHE N° 8 | | | GRIS-NEZ | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| N° | Service administratif (= source des données) | N° Réf. | Dénomination | Nature (B C) | Commune | Milieu récepteur | Réf. biblio. |
| **REJETS A LA MER** | | | | | | | |
| R 1 | SMBC | 126 | Ruisseau du Châtelet (des anguilles) | B | Tardinghen | Mer | 57, 43, 7 |
| R 2 | SMBC | 131 | Egout plage Gris-Nez | B | Audinghen | Mer | 57, 7 |
| R 3 | SMBC | 136 | Ruisseau "Le Noirda" | B | Audresselles | Mer | 57,7 |
| R 4 | SMBC | 137 | Epuration Lotissement "Le Noirda" | B | Audresselles | Mer | 57,7 |
| R 5 | SMBC | 138, 139 | Egout urbain | B | Audresselles | Mer | 57,7 |
| R 6 | SMBC | 140, 141 | Egout urbain | B | Audresselles | Mer | 57,7 |
| R 7 | SMBC | 143 | Egout urbain | B | Audresselles | Mer | 57,7 |
| R 8 | SMBC | 142 | Ruisseau "La Manchue" | B | Audresselles | Mer | 57,7 |
| **SOURCES POTENTIELLES** | | | | | | | |
| S 1 | DDASS | | Epuration (150 Eq. Hab.) | B | Audinghen | Epandage | |
| S 2 | DDASS | | Epuration (300 Eq. Hab.) | B | Audinghen | Fossé | |
| S 3 | SATESE | | Epuration Ambleteuse | B | Ambleteuse | Ruisseau "La Manchue" | 54 |
| S 4 | DDASS | | Lagunage (1500 Eq. Hab) | B | Ambleteuse | Ruisseau "La Manchue" | |
| **AUTRES SOURCES** | | | | | | | |
| S 5 | DDASS | | Camping (2 terrains) | B | Audinghen | Mer | |
| S 6 | DDASS | | Camping (3 terrains) | B | Audresselles | Mer | |

# PI. 8 - GRIS NEZ

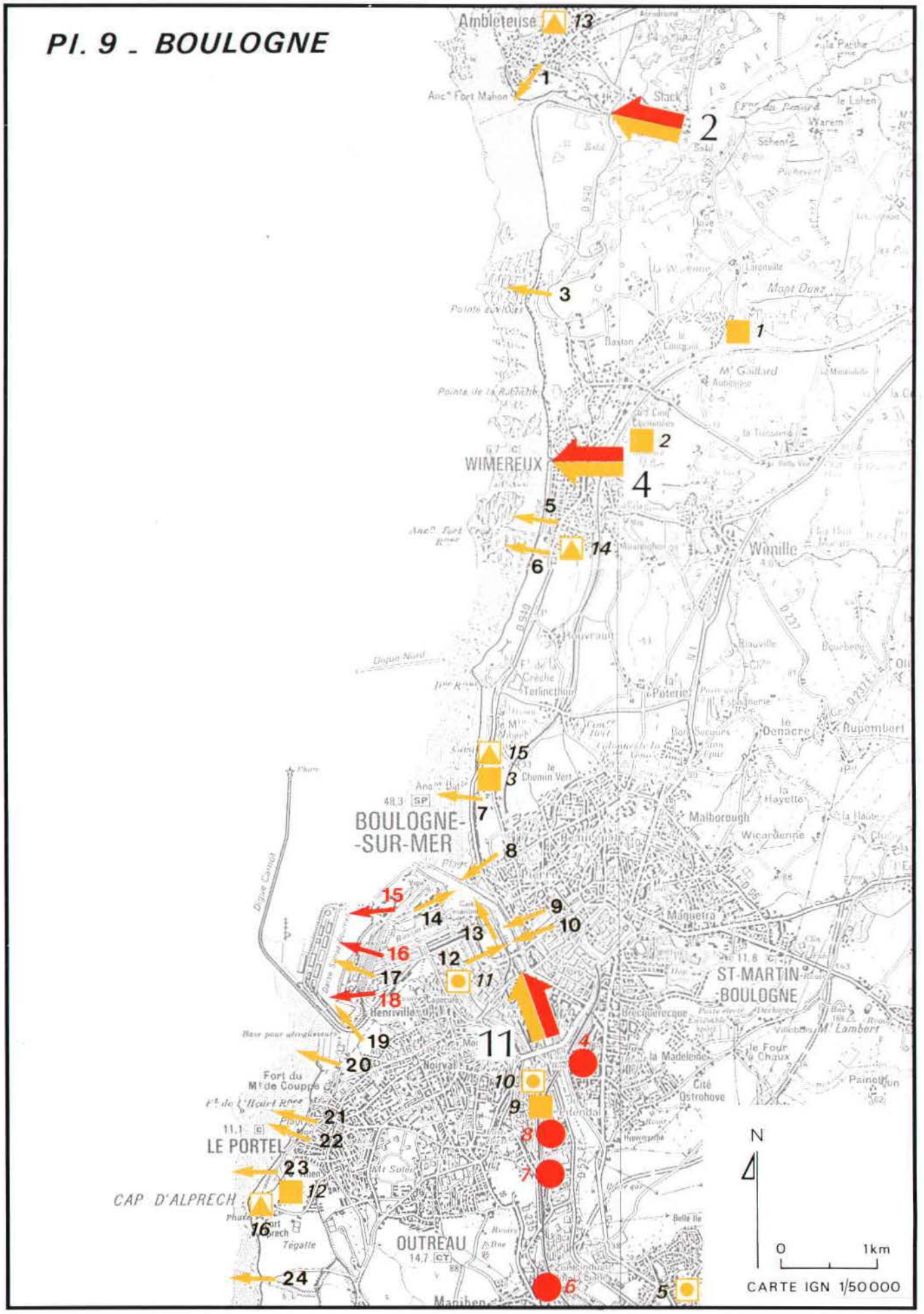



N

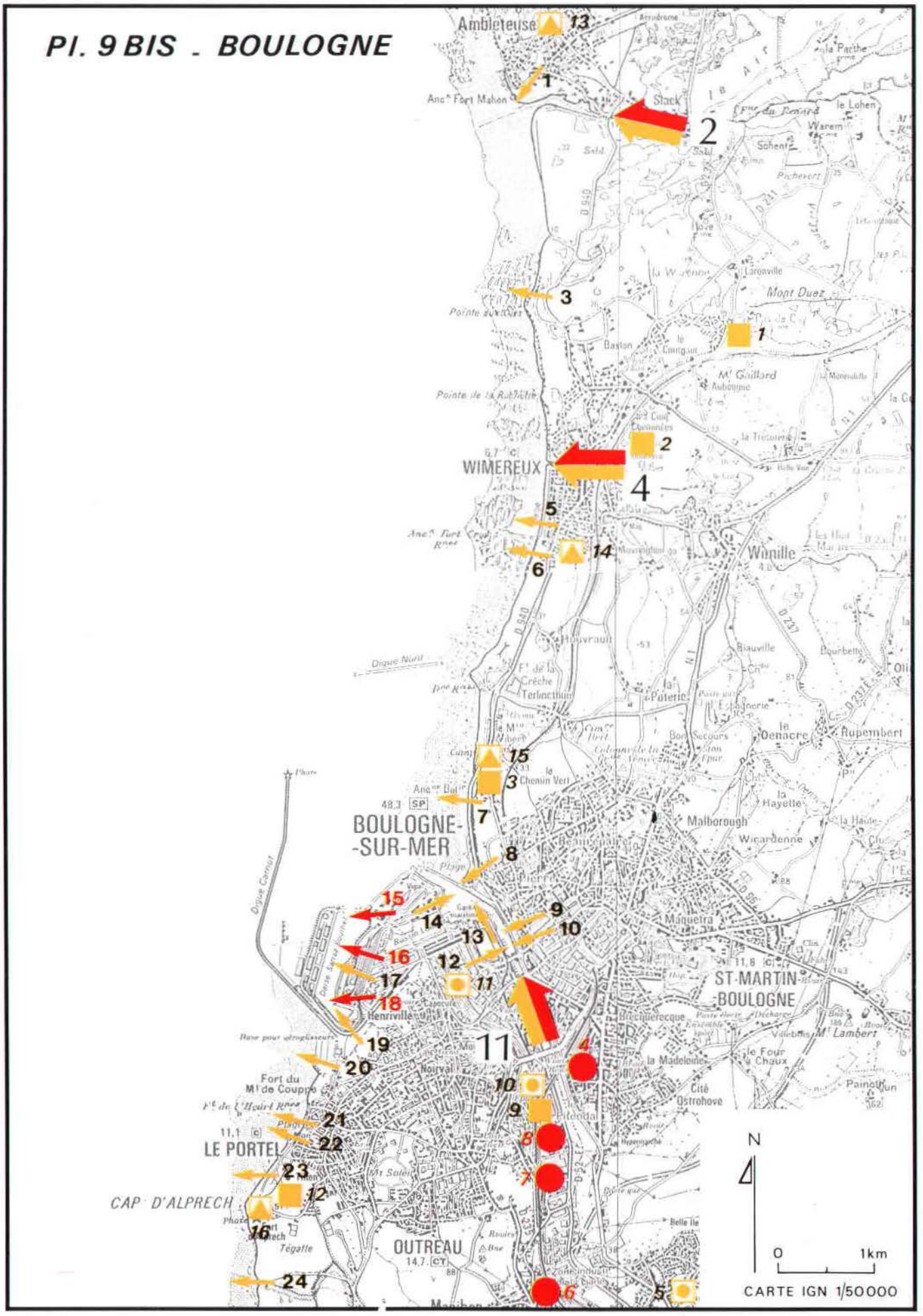
0 1km

CARTE IGN 1/50000

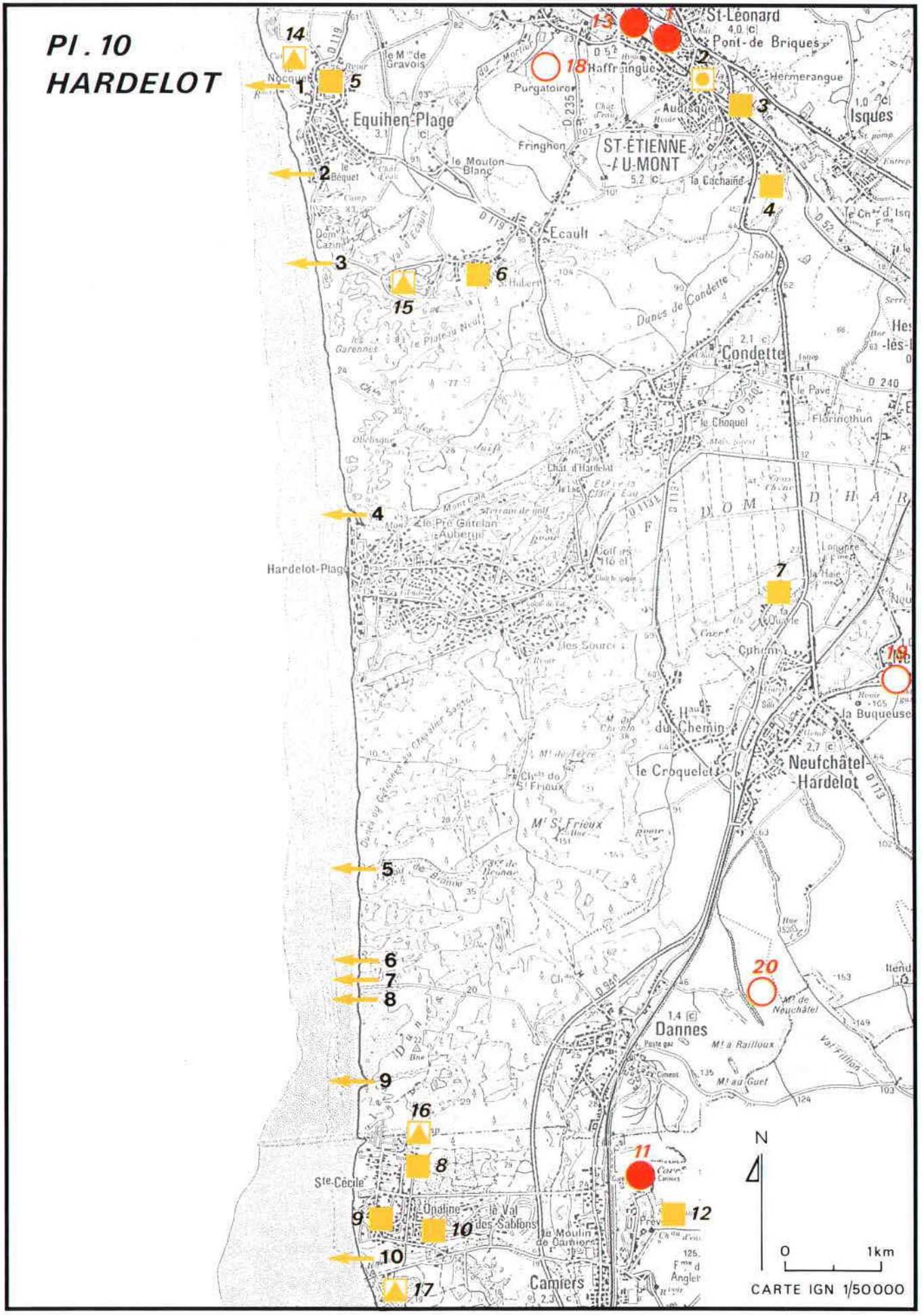
| PLANCHE N° 9 | | | BOULOGNE-SUR-MER | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| N° | Service administratif (= source des données) | N° Réf. | Dénomination | Nature (B C) | Commune | Milieu récepteur | Réf. biblio. |
| | | | **REJETS A LA MER** | | | | |
| R 1 | SMBC | 147, 148 | Egouts urbains | B | Ambleteuse | Estuaire Slack | 57,7 |
| R 2 | SMBC, AEAP | 146 090000 | Rivière La Slack | B, C | Ambleteuse | Mer | 57 |
| R 3 | SMBC | 151 | Egout "urbain" | B | Wimereux | Mer | |
| R 4 | SMBC, AEAP | 152 0910000 | **Rivière Le Wimereux** | B, C | Wimereux | Mer | 57 |
| R 5 | SMBC | 153 | Ruisseau d'Honvault | B | Wimereux | Mer | 57,7 |
| R 6 | SMBC | 154 à 156 | Egouts urbains | B | Wimereux | Mer | 57,7 |
| R 7 | SMBC | 161 à 169 | Egouts urbains | B, C | Boulogne | Plage | 57,7 |
| R 8 | SMBC | 170 | Egout du Casino | B, C | Boulogne | Port | 57,7 |
| R 9 | SMBC | 171 | Egout de l'ancien Vivier | B, C | Boulogne | Port | 57,7 |
| R 10 | SMBC | 172 | Egout Pont Marguet | B, C | Boulogne | Port | 57,7 |
| R 11 | SMBC, AEAP | 173 0920000 | **Rivière la Liane** | B, C | Boulogne | Port | 57 |
| R 12 | SMBC | 198 | Egout Quai Chanzy | B, C | Boulogne | Port | 57,7 |
| R 13 | SMBC | 199 | Egout Capitainerie | B, C | Boulogne | Port | 57,7 |
| R 14 | SMBC | 200 | Egout Ecluse Loubet | B, C | Boulogne | Port | 57,7 |
| R 15 | SMBC, AEAP | 271, 272 | Rejets SFPO n° 3 | C, B | Le Portel | Port | 57 |
| R 16 | SMBC, AEAP | 273 | Rejet SFPO | C, B | Le Portel | Port | 57 |
| R 17 | SMBC, AEAP | 274 | Egout CTPP | B | Le Portel | Port | 57,7 |
| R 18 | SMBC, AEAP | 275 | Rejet SFPO n° 2 | C, B | Le Portel | Port | 57 |
| R 19 | SMBC | 276 | Egout urbain | B | Le Portel | Port | 57,7 |
| R 20 | SMBC | 277 | Egout Hoverport | B | Le Portel | Mer | 57,7 |
| R 21 | SMBC | 278 | Egout urbain, résurgence | B | Le Portel | Mer | 57,7 |
| R 22 | SMBC | 279, 280 | Egouts urbains (épi) | B | Le Portel | Mer | 57,7 |
| R 23 | SMBC, SATESE | 281 | Epuration (voir 9 S 12) | B | Le Portel | Mer | 57,54 7 |
| R 24 | SMBC | 282 | Ruisseau de Ningles | B | Le Portel | Mer | 57,7 |


Pl. 9 - BOULOGNE
Ambleteuse
Slack
WIMEREUX
Wimille
BOULOGNE-
-SUR-MER
ST-MARTIN-
-BOULOGNE
LE PORTEL
CAP D'ALPRECH
OUTREAU
Henriville
Malborough
Rupembert
Cité Ostrohove
Fort du Mt de Couppe
N
0
1km
CARTE IGN 1/50000

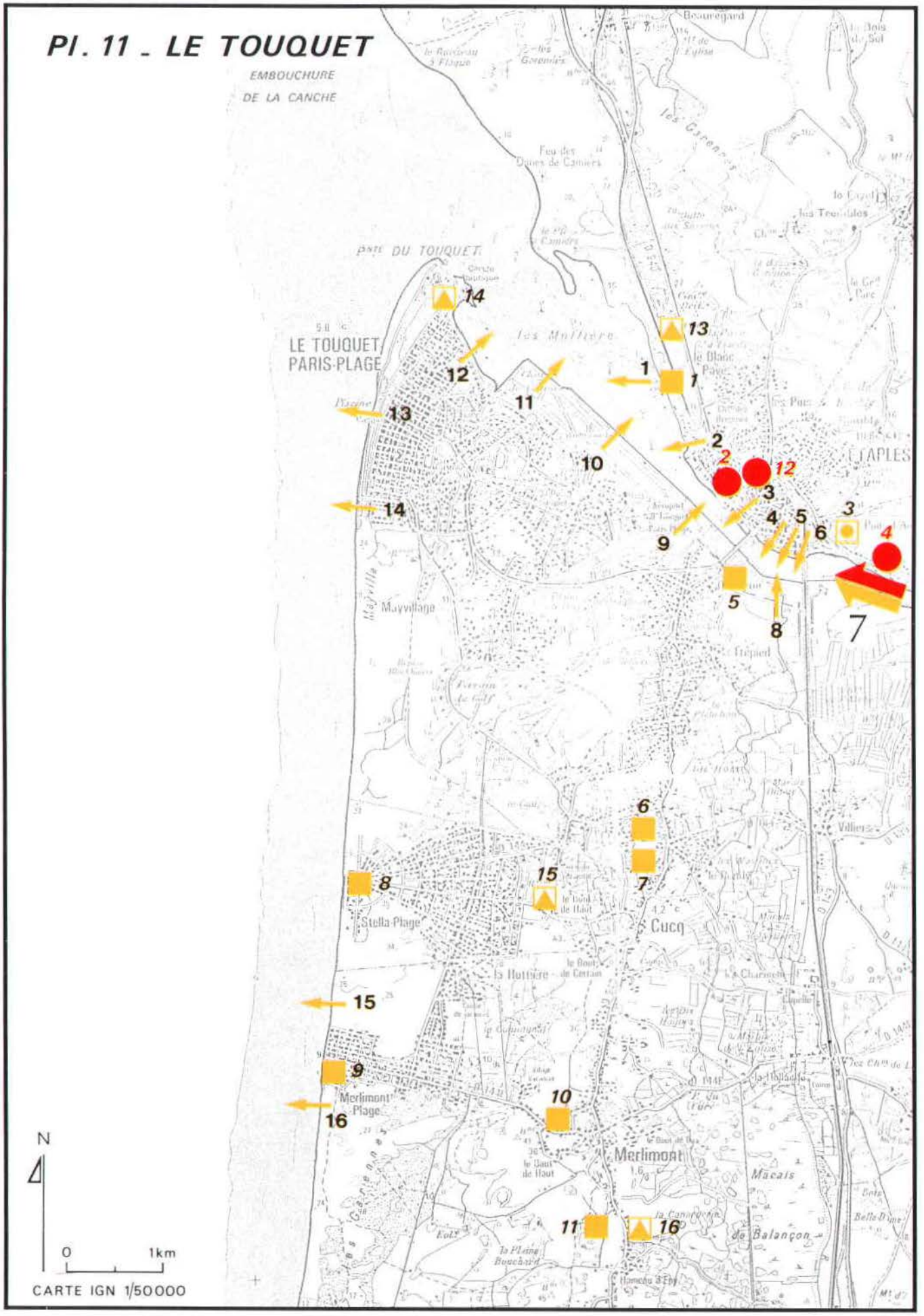
| PLANCHE N° 9 bis | | | BOULOGNE-SUR-MER | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| N° | Service administratif (= source des données) | N° Réf. | Dénomination | Nature (B C) | Commune | Milieu récepteur | Réf. biblio. |
| **SOURCES POTENTIELLES** | | | | | | | |
| S 1 | SATESE | | Epuration Wimereux | B | Wimereux | Slack | 54 |
| S 2 | SATESE | | Epuration Wimille-Wimereux | B | Wimereux | Wimereux | 54 |
| S 3 | SATESE | | Epuration Sirènes | B | Boulogne | Mer | 54 |
| S 4 | SMBC, DRIR, AEAP | | Conté | C | St-Martin | Réseau | |
| S 5 | SMBC, DRIR, AEAP | | Facon | B | Le Portel | Liane | |
| S 6 | AEAP | | Manoir Industries | C | St-Léonard | Liane | |
| S 7 | SMBC | | Sté Gle Fonderie | C | Outreau | Liane | |
| S 8 | SMBC, DRIR, AEAP | | Carnaud BMI | C | Boulogne | Réseau | |
| S 9 | SATESE | | Epuration Boulogne | B | Boulogne | Liane | 54 |
| S 10 | SMBC, AEAP | | Abattoirs | B | Boulogne | Réseau | |
| S 11 | AEAP | | ZI Capecure (voir 9R13, 9R14, 9R17) | B | Boulogne | Réseau et Mer | |
| S 12 | SATESE | | Epuration Le Portel (voir 9R23) | B | Le Portel | Mer | 54 |
| **AUTRES SOURCES** | | | | | | | |
| S 13 | DDASS | | Camping (2 terrains) | B | Ambleteuse | Réseau | |
| S 14 | DDASS | | Camping (2 terrains) | B | Wimereux | Réseau et Mer | |
| S 15 | DDASS | | Camping (1 terrain) | B | Boulogne | Réseau | |
| S 16 | DDASS | | Camping (1 terrain) | B | Le Portel | Réseau | |


Pl. 9 BIS - BOULOGNE
Ambleteuse
Slack
WIMEREUX
Wimille
BOULOGNE-SUR-MER
ST-MARTIN-BOULOGNE
LE PORTEL
CAP D'ALPRECH
OUTREAU
Mont Duez
Malborough
Henriville
Fort du Mt de Couppe
Digue Nord
Digue Carnot
N
0
1km
CARTE IGN 1/50000

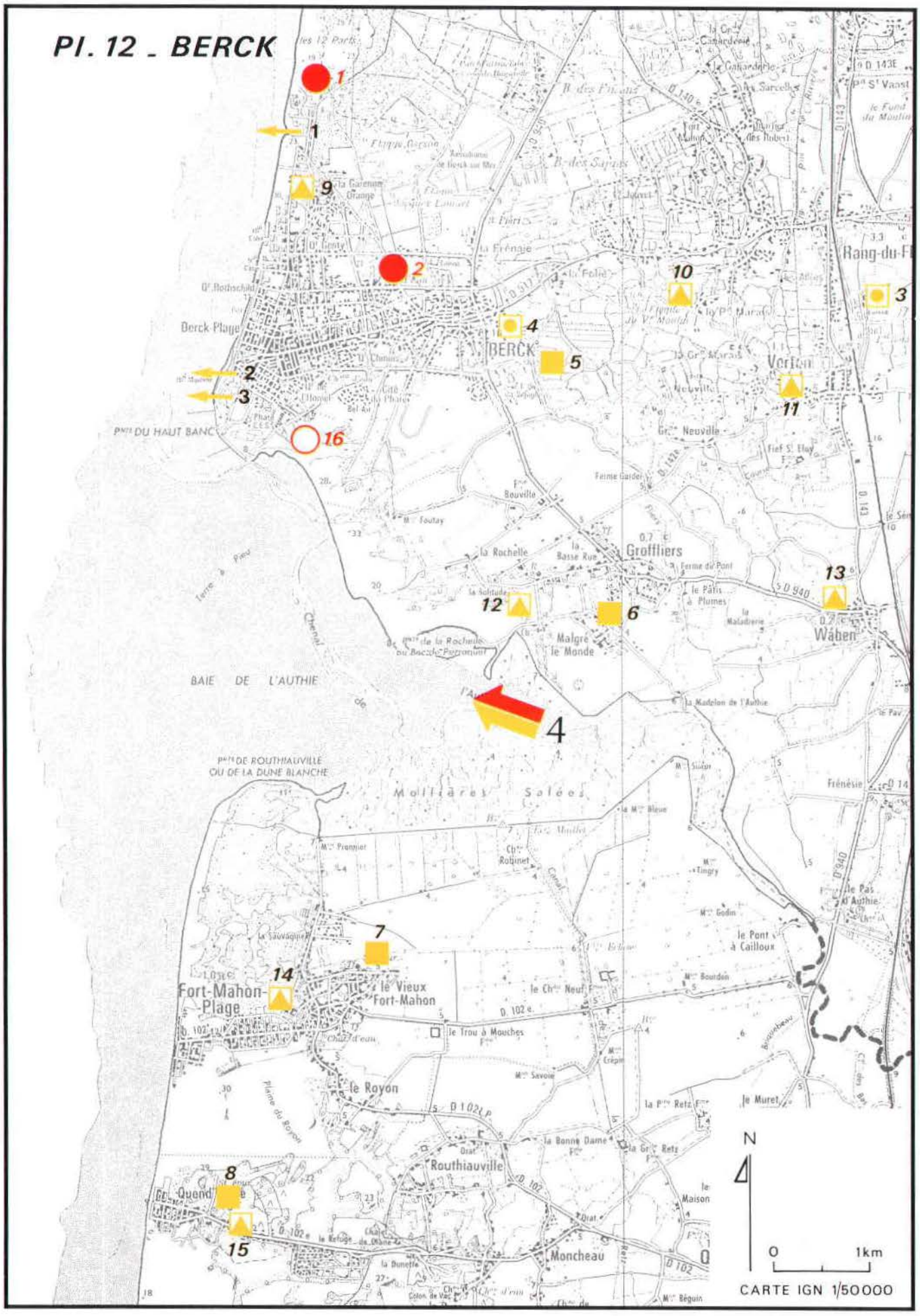
| PLANCHE N° 10 | | | HARDELOT | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| N° | Service administratif (= source des données) | N° Réf. | Dénomination | Nature (B C) | Commune | Milieu récepteur | Réf. biblio. |
| **REJETS A LA MER** | | | | | | | |
| R 1 | SMBC, SATESE | 286, 287 | Epuration et ruisseau (voir 10 S 5) | B | Equihen | Mer | 57,54 7 |
| R 2 | SMBC | 288, 289 | Egouts urbains | B | Equihen | Mer | 57,7 |
| R 3 | SMBC | 290 | Ruisseau de la Warenne | B | Equihen | Mer | 57,7 |
| R 4 | SMBC | 291 | Ruisseau de la Becque | B | Hardelot | Mer | 57,7 |
| R 5 | SMBC | 292 | Ruisseau de la Bronne | B | Hardelot | Mer | 57,7 |
| R 6 | SMBC | 296 | Ruisseau plage (nord) | B | Dannes | Mer | 57,7 |
| R 7 | SMBC | 297 | Ruisseau plage | B | Dannes | Mer | 57,7 |
| R 8 | SMBC | 298 | Ruisseau Crève, plage (sud) | B | Dannes | Mer | 57,7 |
| R 9 | SMBC | 301 | Ruisseau de Dannes | B | Camiers | Mer | 57,7 |
| R 10 | SMBC | 302 a 302 b | Ruisseau du Beau Rocher | B | Camiers | Mer | 57,7 |
| **SOURCES POTENTIELLES** | | | | | | | |
| S 1 | SMBC, DRIR, AEAP | | Matra Télécommunications | C | Boulogne | Liane | |
| S 2 | SMBC, AEAP | | Mayolande | B | St-Léonard | Liane | |
| S 3 | SATESE | | Epuration Isques | B | Isques | Liane | 54 |
| S 4 | SATESE | | Epuration St-Et.-au-Mont | B | St-Et.-au-Mont | Liane | 54 |
| S 5 | SATESE | | Epuration Equihen (voir 10R 1) | B | Equihen | Mer | 54 |
| S 6 | DDASS | | Epuration Lotissement | B | St-Et.-au-Mont | Ruisseau | |
| S 7 | SATESE | | Epuration Neufchatel-Hardelot | B | Neufchatel-Hardelot | Ruisseau et Liane | 54 |
| S 8 | DDASS | | Epuration Lotis. des Garennes | B | Camiers | | |
| S 9 | DDASS | | Epuration Lotis. des Gallions | B | Camiers | | |
| S 10 | DDASS | | Epuration Lotis. des Sablons | B | Camiers | Fossé | |
| S 11 | AEAP, DRIR | | Cimenterie Portland (CEDEST) | C | Dannes | Réseau | |
| S 12 | DDASS | | Epuration Lotissement | B | Camiers | Fossé | |
| S 13 | AEAP | | Blanchisserie Les Lavandières | C | St-Léonard | Réseau | |
| **AUTRES SOURCES** | | | | | | | |
| S 14 | DDASS | | Camping (1 terrain) | B | Equihen | Réseau | |
| S 15 | DDASS | | Camping d'Ecault (voir 10 R 3) | B | St-Etienne | Ruisseau | |
| S 16 | DDASS | | Camping (1 terrain) | B | Dannes | infiltration | |
| S 17 | DRIR | | Camping (4 terrains) | B | Camiers | infiltration | |
| S 18 | DRIR | | Crassier (FAO-SFPO) | C | Outreau | | |
| S 19 | DRIR | | STRAP | C | Neufchatel-Hardelot | | |
| S 20 | DRIR | | Décharge existante STED | C | Dannes | | |


Pl. 10
HARDELOT
St-Léonard
Pont-de Briques
Haffreingue
Purgatoire
Hermerangue
Isques
Equihen-Plage
Audisque
ST-ÉTIENNE-AU-MONT
Fringhen
le Mouton Blanc
la Cachaine
Ecault
Dunes de Condette
Condette
le Choquel
Florincthun
le Pavé
Hardelot-Plage
le Pré Gatelan
Auberge
Golf Hôtel
Cuhem
la Buqueuse
Neufchâtel-Hardelot
le Croquelet
Mt St Frieux
Dannes
Mt à Railloux
Mt au Guet
Ste-Cécile
Opaline
le Val des Sablons
le Moulin de Camiers
Camiers
N
0
1km
CARTE IGN 1/50000

| PLANCHE N° 11 | | | LE TOUQUET | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| N° | Service administratif (= source des données) | N° Réf. | Dénomination | Nature (B C) | Commune | Milieu récepteur | Réf. biblio. |
| | | | **REJETS A LA MER** | | | | |
| R 1 | SMBC, SATESE | 307 | Epuration d'Etaples (voir 11 S 1) | B | Etaples | Mer | 57,54 7 |
| R 2 | SMBC | 308 à 312 | Egouts urbains | B | Etaples | Mer | 57,7 |
| R 3 | SMBC | 313 à 317 | Egouts urbains | B | Etaples | Mer | 57,7 |
| R 4 | SMBC | 318 | Egout urbain | B | Etaples | Mer | 57,7 |
| R 5 | SMBC | 319 à 322 | Egouts urbains | B | Etaples | Mer | 57,7 |
| R 6 | SMBC | 323 | Egout urbain | B | Etaples | Mer | 57,7 |
| R 7 | AEAP | 306 095000 | **Rivière La Canche** | B, C | Etaples | Mer | |
| R 8 | SMBC | 356 | Rivière Grande Tringue | B | St. Josse | Mer | 57,7 |
| R 9 | SMBC, SATESE | 353 | Epuration du Touquet (voir 11 S 5) | B | Le Touquet | Mer | 54,7 |
| R 10 | SMBC | 350 | Egout lotissement | B | Le Touquet | Mer | 57,7 |
| R 11 | SMBC | 349 | Egout urbain | B | Le Touquet | Mer | 57,7 |
| R 12 | SMBC | 341 à 348 | Egouts urbains | B | Le Touquet | Mer | 57,7 |
| R 13 | SMBC | 351 | Rejet Piscine Aqualud | B | Le Touquet | Mer | 57,7 |
| R 14 | SMBC | 352 | Rejet Thalassothérapie | B | Le Touquet | Mer | 57,7 |
| R 15 | SMBC | 361 | Ruisseau à tabac | B | Merlimont | Mer | 57,7 |
| R 16 | SMBC | 362 | Egout urbain | B | Merlimont | Mer | 57,7 |
| | | | **SOURCES POTENTIELLES** | | | | |
| S 1 | SATESE | | Epuration Etaples (voir 11 R 1) | B | Etaples | Mer | 54 |
| S 2 | | | Forges Calouin | C | Etaples | Réseau | |
| S 3 | SMBC, AEAP | | Abattoir | B | Etaples | Réseau | |
| S 4 | SMBC | | Ducellier | C | Etaples | Canche | |
| S 5 | SATESE | | Epuration Le Touquet (voir 11 R 9) | B | Le Touquet | Mer | 54 |
| S 6 | DDASS | | Epuration lotissement | B | Cucq | Réseau | |
| S 7 | DDASS | | Epuration lotissement | B | Cucq | Réseau | |
| S 8 | DDASS | | Epuration lotissement | B | Cucq | Réseau | |
| S 9 | DDASS | | Epuration lotissement | B | Merlimont | Réseau | |
| S 10 | DDASS | | Epuration lotissement | B | Merlimont | Réseau | |
| S 11 | DDASS | | Epuration lotissement | B | Merlimont | Fossé | |
| S 12 | AEAP | | Fabrication de filets | B | Etaples | Réseau | |
| | | | **AUTRES SOURCES** | | | | |
| S 13 | DDASS | | Camping (2 terrains) | B | Etaples | Réseau et infiltration | |
| S 14 | DDASS | | Camping (2 terrains) | B | Le Touquet | Réseau | |
| S 15 | DDASS | | Camping (6 terrains) | B | Cucq | Réseau et infiltration | |
| S 16 | DDASS | | Camping (4 terrains) | B | Merlimont | | |


Pl. 11 - LE TOUQUET
EMBOUCHURE
DE LA CANCHE
LE TOUQUET
PARIS-PLAGE
Mayvillage
Stella-Plage
Cucq
Merlimont
Merlimont
Plage
Macais
de Balançon
N
0
1km
CARTE IGN 1/50000

| PLANCHE N° 12 | | | BERCK | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| N° | Service administratif (= source des données) | N° Réf. | Dénomination | Nature (B C) | Commune | Milieu récepteur | Réf. biblio. |
| | | | **REJETS A LA MER** | | | | |
| R 1 | SMBC | 366 | Egout urbain | B | Berck | Mer | 57,7 |
| R 2 | SMBC | 367 | Egout urbain | B | Berck | Mer | 57,7 |
| R 3 | SMBC | 368 | Egout hôpital | B | Berck | Mer | 57,7 |
| R 4 | SMBC, AEAP | 371 100900 | **Rivière l'Authie** | B, C | Berck | Mer | |
| | | | **SOURCES POTENTIELLES** | | | | |
| S 1 | DRIR, AEAP | | SEUD (traitement de surface) | C | Berck | Infiltration | |
| S 2 | DRIR, AEAP | | Marben (polissage) | C | Berck | | |
| S 3 | SMBC, DRIR, AEAP | | Laiterie de Verton | B | Verton | Le Fliers | |
| S 4 | AEAP | | Abattoirs de Berck | B | Berck | Réseau | |
| S 5 | SATESE | | Epuration Berck | B | Berck | Ruisseau | 54 |
| S 6 | DDASS | | Epuration lotissement (80 Eq. Hab.) | B | Groffliers | Réseau | |
| S 7 | DDASS | | Epuration de Fort-Mahon | B | Fort-Mahon | | |
| S 8 | DDASS | | Epuration de Quend | B | Quend | Infiltration | |
| | | | **AUTRES SOURCES** | | | | |
| S 9 | DDASS | | Camping (12 terrains) | B | Berck | Réseau et infiltration | |
| S 10 | DDASS | | Camping (8 terrains) | B | Rang du Fliers | Réseau et infiltration | |
| S 11 | DDASS | | Camping (2 terrains) | B | Verton | Réseau et infiltration | |
| S 12 | DDASS | | Camping (3 terrains) | B | Groffliers | Réseau et infiltration | |
| S 13 | DDASS | | Camping (1 terrain) | B | Waben | Réseau et infiltration | |
| S 14 | DDASS | | Camping (10 terrains) | B | Fort-Mahon | Réseau et infiltration | |
| S 15 | DDASS | | Camping (10 terrains) | B | Quend | Réseau et infiltration | |
| S 16 | DDE | | Décharge du District de Berck | C | Berck | | |


Pl. 12 _ BERCK
BERCK
Berck-Plage
Verton
Rang-du-Fl
Groffliers
Wâben
Malgré le Monde
BAIE DE L'AUTHIE
Mollières Salées
Fort-Mahon-Plage
le Vieux Fort-Mahon
le Royon
Routhiauville
Moncheau
Quend
N
0
1km
CARTE IGN 1/50000

# Deuxième Partie

Cliché Conseil Régional

## APPORTS DIFFUS EN MER
## RETOMBÉES ATMOSPHÉRIQUES
## ET PRODUITS DE DRAGAGE

# APPORTS DIFFUS EN MER RETOMBÉES ATMOSPHÉRIQUES ET PRODUITS DE DRAGAGES

DANS cette seconde partie, on s'intéresse plus spécifiquement aux apports diffus en mer dont l'impact sur le milieu littoral est, en général, beaucoup plus difficile à évaluer que dans le cas des apports directs à la côte.

Dans **la figure 1**, présentée dans la première partie, une bande littorale de 125 kilomètres de long et de 5 kilomètres de large matérialise une zone théorique dans laquelle on procède au bilan des apports ; les apports diffus y sont schématisés : retombées atmosphériques, influence des apports des zones maritimes adjacentes, immersion des produits de dragages portuaires, risques liés au trafic maritime.

Un programme scientifique original a été développé, partie du programme régional intégré, concernant les retombées de métaux dans l'atmosphère marine du Nord-Pas de Calais (66, 67). De très nombreuses mesures ont été effectuées par le laboratoire de chimie analytique et marine de l'Université de Lille ; celles-ci se sont révélées en parfait accord avec des données similaires en provenance de programmes sur la pollution atmosphérique en cours dans les pays européens limitrophes.

L'influence des zones maritimes adjacentes constitue un thème important que l'on ne fera toutefois que survoler sur la base des résultats acquis lors de la précédente évalua-

Cliché Yves AUGER

tion de la qualité du milieu marin (32). En effet, ce thème fait encore, à l'heure actuelle, l'objet de travaux scientifiques dans le cadre du programme régional intégré, en particulier sur la dynamique sédimentaire et la modélisation numérique et physique des déplacements côtiers. Les résultats correspondants seront évalués en même temps que d'autres travaux scientifiques relatifs au troisième objectif du programme régional, à savoir, le devenir et les effets des substances rejetées en mer.

L'élimination des produits de dragage par immersion fait l'objet de beaucoup d'attention de la part des services publics chargés de les autoriser et de les contrôler. Les études scientifiques (37, 49) menées dans le cadre du programme régional intégré viennent en complément des travaux réalisés par les Ports (51, 59) qui, chaque année, doivent déclarer quantitativement et qualitativement au Secrétariat d'Etat chargé de l'Environnement les opérations de dragages et d'immersions afin de respecter les engagements nationaux pris au titre de la Convention d'Oslo.

Enfin, il a paru utile d'évoquer les risques d'apports accidentels liés au trafic maritime au large du littoral régional et plus particulièrement dans le pas de Calais. Des informations spécifiques (15) en provenance du Centre de documentation de recherche et d'expérimentation sur les pollutions accidentelles des eaux (CEDRE) ont été rassemblées et présentées succinctement en fin de cette deuxième partie.

# 1. RETOMBÉES ATMOSPHÉRIQUES

LES gaz et les particules proviennent de sources continentales naturelles (poussières des sols) ou anthropiques (zones urbaines et industrielles...). Les vents les véhiculent et les disséminent au-dessus de la mer, certains polluants associés peuvent alors contaminer le milieu marin. Parallèlement, sous l'action d'un phénomène de pétillement dû à l'éclatement de bulles à la surface des mers, des sels marins sont injectés dans l'atmosphère sous forme d'aérosols atmosphériques, et ces derniers peuvent contribuer au transfert de la pollution.

## 1.1. Origine de la contamination

La contamination de l'atmosphère peut être schématiquement résumée soit à une mise en suspension de poussières, soit à une présence de gaz nouveau ou à une augmentation de la proportion d'un gaz existant naturellement. Dans ces conditions, la pollution atmosphérique d'origine régionale apparaît avoir trois sources essentielles :

— les installations de combustion industrielles et individuelles, utilisant fuels, charbons, conduisent à une pollution atmosphérique par émission gazeuse (oxydes de carbone, anhydride sulfureux, hydrocarbures...) et particulaire (cendres volantes).

— les procédés industriels produisent poussières et gaz propres à chaque technologie de fabrication.

— la consommation par le transport routier des différents types de carburants conduit à des dégagements d'oxyde de carbone, d'hydrocarbures imbrulés et des produits à base de plomb incorporés dans ces carburants.

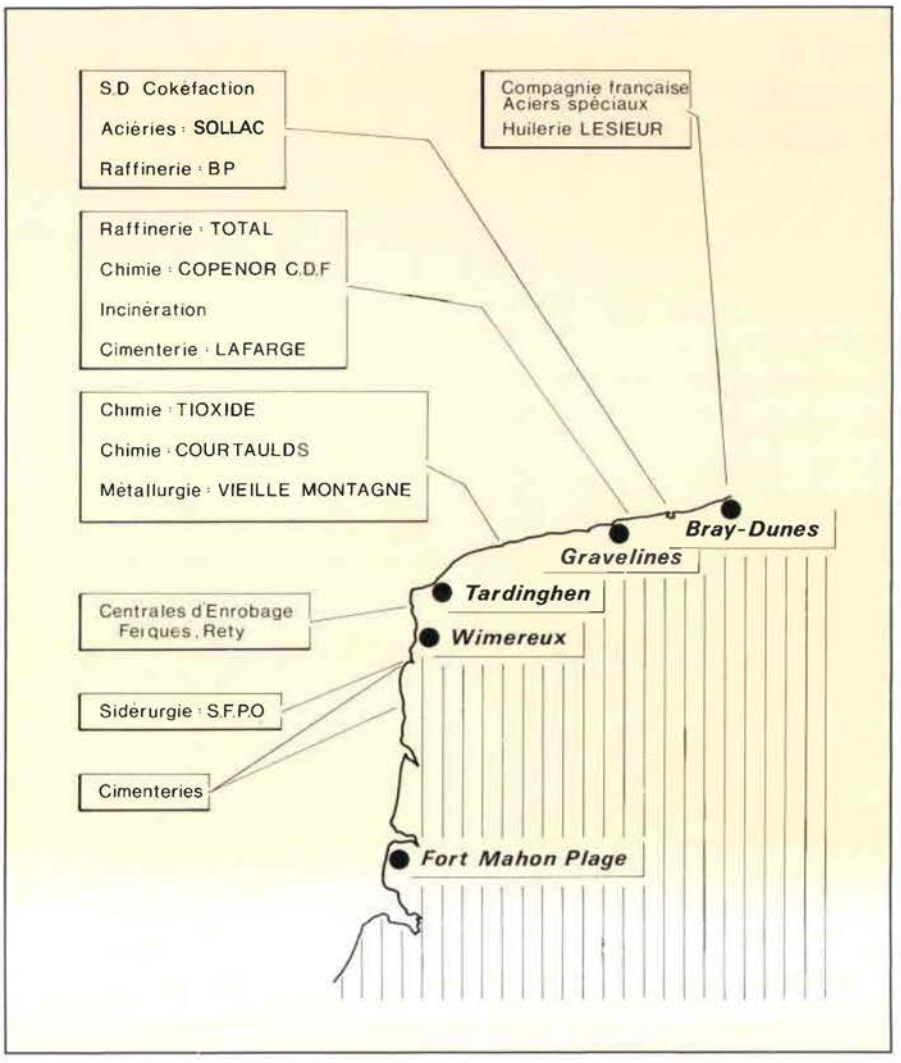
Pour l'ensemble de la Région Nord-Pas de Calais (23), **les rejets d'anhydride sulfureux** (SO2) dus soit à la combustion du soufre présent naturellement dans tous les combustibles, soit à certains processus industriels (grillage de pyrites, agglomérations de minerais de fer ...) sont de 308 500 tonnes par an en 1984, soit près de 13 % des rejets globaux en France. Le secteur industriel est, pour l'essentiel, responsable de ces rejets à raison de 284 000 tonnes par an. La ventilation par branche d'activité montre que 32 % sont imputables à la production d'électricité, 21 % à la chimie et la pétrochimie et 21 % à la sidérurgie. Il en est de même pour les **émissions d'oxyde d'azote** liées pour une part importante, 140 000 tonnes par an, aux installations du secteur industriel et, pour une autre part, au trafic routier. Enfin, les **rejets de poussières** (cendres volantes, imbrulés ...), estimés à 55 000 tonnes par an, sont imputables essentiellement à la production d'électricité (centrales thermiques au charbon) et à la sidérurgie. Les cendres volantes sont constituées principalement d'une substance vitreuse aluminium-silicate, qui se forme au cours de la combustion à partir des minerais argileux contenus dans le charbon. Dans celles-ci on note aussi la présence de sulfates alcalins, de sulfate de calcium, de silicates de fer et des métaux-traces. On trouve également du carbone imbrulé sous forme de coke. Dans le cas de la sidérurgie, les oxydes de fer prédominent largement. Ils sont accompagnés de silice, d'oxydes de calcium, d'aliminium et de nombreux métaux-traces.

Il est clair que la contamination du milieu marin par les apports atmosphériques est avant tout liée aux zones industrielles du littoral, et ce d'autant plus que les implantations concernées comptent parmi les plus denses de la région. Un récapitulatif de ces principaux émissaires a été dressé, et fait l'objet de la **figure 11**

## 1.2. Contrôle de la pollution atmosphérique

Exception faite des apports dus aux transports routiers, les valeurs quantifiant le niveau de pollution résultent principalement des contrôles et déclarations effectués en application de la règlementation sur l'utilisation de l'énergie, ou encore des contrôles à l'émission des installations polluantes.

Ces contrôles sont réalisés soit par les exploitants eux-mêmes (auto-surveillance), soit par des organismes agréés par le Secrétariat d'Etat chargé de l'Environnement. La région Nord-Pas de Calais est dotée, pour le suivi de la




*Source (23, 24)*

**Figure 11 - Sites d'étude des métaux dans l'atmosphère marine (●) et principaux émissaires de poussières**

pollution, d'un réseau automatique de surveillance où les mesures effectuées sont transmises en temps réel aux postes centraux de Gravelines et de Lille. Dans le même temps, elles sont archivées et traitées statistiquement, permettant ainsi d'avoir une photographie générale de l'évolution des niveaux de pollution.

Concernant le littoral du Nord-Pas de Calais, les réseaux manuel (neuf stations de mesures entre Boulogne et Dunkerque), ou automatique (ensemble de stations concentrées autour de Dunkerque et gérées par l'Association pour le réseau de mesures et d'alarme de la pollution atmosphérique de Dunkerque, AREMAD, fournissent principalement des mesures relatives en acidité forte, anhydride sulfureux (SO2), oxydes d'azote (NOx) et taux de poussières sédimentables. Dans certains cas, quelques polluants particuliers (produits fluorés, Pb et autres traces métalliques) sont également suivis. Leur dosage, plus délicat, ne peut être réalisé de façon instantanée, et nécessite des temps d'analyse longs et une technologie plus sophistiquée.

L'importance des activités industrielles sur les façades littorales ouest et nord de la région peut être illustrée par quelques chiffres : on y trouve 60 % des plus grosses installations de combustion recensées, 40 % des rejets de SO2 de la région (soit environ 50 000 tonnes par an), et au moins 23 % des rejets de poussières (soit près de 12 500 tonnes par an). S'il n'est pas possible d'évaluer l'impact sur le milieu marin des gaz (anhydride sulfureux SO2, oxydes d'azote), par suite de leur dilution dans l'atmosphère, il n'en est pas de même pour les poussières sédimentables dont on peut admettre que l'essentiel, en masse, est retombé dans un rayon d'une dizaine de kilomètres.

## 1.3. Teneur de l'air en poussières sédimentables

En ce qui concerne la qualité de l'air, l'exploitation des données du réseau automatique de pollution donne, pour 1983 et 1984 une concentration moyenne de 50 à 70 $\mu$g par m$^3$ de matières en suspension pour le littoral Boulogne-Dunkerque, moyenne tout-à-fait comparable à celle trouvée pour l'agglomération lilloise à la même époque (50 à 60 $\mu$g par m$^3$). Cependant, cet apport à la mer doit être modulé sur l'ensemble du littoral selon les activités anthropiques locales et les conditions météorologiques.

## 1.4. Teneur de l'atmosphère marine en métaux

De nombreuses mesures relatives aux métaux à l'état de traces dans l'atmosphère marine de la région Nord-Pas de Calais ont été réalisées dans le cadre du programme régional intégré (66, 67).

Les cinq sites d'expérimentation choisis apparaissent suffisamment nombreux pour refléter la disparité du littoral, et assez éloignés des sources d'émission présumées, d'au moins quelques kilomètres, pour garantir une bonne représentativité de l'ensemble de la côte. Ces sites sont visualisés sur la **figure 11** :

— **Bray-Dunes** et **Gravelines**, en Flandre maritime

| ATMOSPHÈRE DE RÉFÉRENCE | Al | Fe | Zn | Pb | Mn | Cu | Cd |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Typiquement rurale (Grande-Bretagne) | 230 | 132 (—0,1) | 25 (125) | 41 (1 110) | 7 (1,6) | 14 (89) | 1,5 |
| Typiquement urbaine | 2 007 | 3 710 (2) | 359 (210) | 790 (2 460) | 149 (5,3) | 110 (80) | 2 |
| Forte influence marine (Shetland) | 57 | 63 (0,8) | 31 (630) | 30 (3 290) | 3 (3,5) | < 10 (< 260) | — |

*Données comparatives d'après (26)*
( ) : enrichissements

**Tableau 12 - Concentrations (nanogramme par mètre cube : ng.m$^{-3}$) et enrichissements d'atmosphères types**

— **Tardinghen** (site des Deux Caps) et **Wimereux**, dans le Boulonnais

— **Fort-Mahon-Plage**, dans le Marquenterre.

Des mesures complémentaires, réalisées en mer à quelques kilomètres des côtes (baie d'Ambleteuse, large de Gravelines), ont confirmé que les valeurs obtenues sur le littoral même peuvent être extrapolées à une zone marine d'une dizaine de kilomètres de large. Enfin, la prise en compte systématique des données météorologiques permet, à partir de mesures ponctuelles dans le temps, d'étendre les résultats à l'ensemble de l'année.

La qualité d'une atmosphère en traces métalliques peut être discutée en termes de teneur, exprimée en nanogramme par mètre cube (ng.m$^{-3}$) ou en terme d'enrichissement "E" du métal, par rapport à un métal de référence, par exemple, l'aluminium. On a rassemblé dans le **tableau 12** des données de la littérature (26) relatives à des atmosphères typées (milieux rural, urbain, maritime ...) en vue de situer la qualité de l'air sur le littoral de la région Nord-Pas de Calais.

**Le tableau 13** et **la figure 12** présentent les concentrations moyennes mesurées entre janvier 1982 et janvier 1984, pour chaque site du littoral régional.

La grande disparité des valeurs de concentration en métaux, trouvées

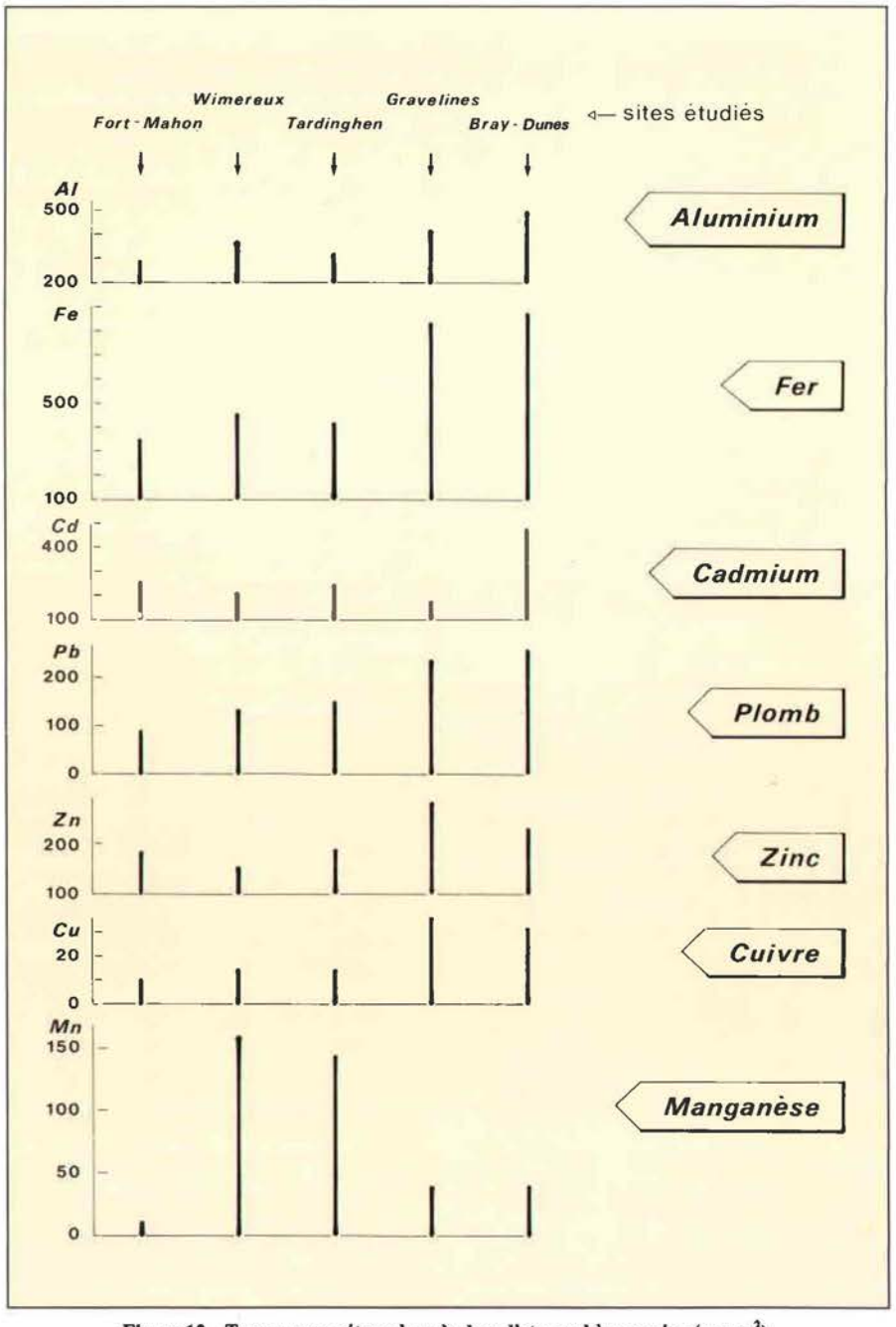



**Figure 12 - Teneurs en métaux lourds dans l'atmosphère marine (ng.m$^{-3}$)**

| SITES ÉTUDIÉS | Na | Al | Fe | Pb | Cu | Cd | Zn | Mn |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Fort-Mahon | 1971 | 269 | 338 | 91 | 9,5 | 2,48 | 185 | 11,7 |
| Wimereux | 1801 | 346 | 445 | 131 | 13 | 2,09 | 156 | 157 |
| Tardinghen | 1544 | 300 | 402 | 150 | 13,1 | 2,32 | 191 | 146 |
| Gravelines | 1566 | 378 | 818 | 232 | 34,9 | 1,80 | 292 | 36 |
| Bray-Dunes | 2165 | 506 | 865 | 262 | 30,9 | 4,67 | 239 | 37 |

**Tableau 13 - Concentrations moyennes ($ng.m^{-3}$) pondérées par les fréquences de vent**

| Zones de comparaison | Na | Al | Fe | Zn | Pb | Mn | Cu | Cd |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Sites limitrophes<br>de la Mer du Nord | 2 170 | 246 | 385<br>(1,5) | 137<br>(650) | 154<br>(3 900) | 23<br>(7) | < 14<br>(< 83) | —<br>— |
| Bateau phare<br>(Mer du Nord - Belgique) | 2 022 | 146 | 320<br>(2,6) | 94<br>(750) | 104<br>(4 500) | 18,6<br>(10) | 9,0<br>(90) | 2,9<br>(8 100) |
| Jetée d'Ostende | — | — | 802 | 182 | 176 | 42,6 | 13,7 | 4,1 |
| Région Nord - Pas-de-Calais<br>(présente étude régionale) | 1 761 | 351 | 539<br>(1,5) | 206<br>(680) | 162<br>(2 800) | 59<br>(12) | 18<br>(76) | 2,3<br>(2 600) |

*Données comparatives d'après (26)*
( ) : Enrichissements

**Tableau 14 - Comparaison des concentrations (en $ng.m^{-3}$) et des enrichissements déterminés sur le littoral Nord-Pas de Calais avec ceux de zones limitrophes**

selon la partie du littoral étudié, fait apparaître globalement deux régions assez distinctes :

— la façade ouest de la baie de Somme jusqu'au cap Gris-Nez, où les concentrations restent les plus faibles, exception faite du manganèse dont l'origine est imputée aux aciéries de Boulogne. Il est donc prévisible que l'apport atmosphérique de manganèse au milieu marin fait sous des vents de secteur nord-nord-est à sud-sud-est, ou sous des conditions anticycloniques marquées, sera important.

— La façade nord, où l'atmosphère apparaît très chargée en métaux-traces est caractérisée par un accroissement des concentrations en fer, plomb et zinc. Enfin, il n'est pas exclu que cette partie du littoral soit aussi sous l'influence d'activités anthropiques de pays limitrophes (apport de cadmium par vents d'est).

Globalement, les concentrations moyennes en traces métalliques observées sur le littoral restent extrêmement proches de celles mesurées dans les pays voisins ; **le tableau 14** confronte le degré moyen de contamination du littoral avec des données bibliographiques.

On peut donc penser que ces concentrations reflètent bien la composition moyenne des basses couches de l'atmosphère de la partie méridionale de la mer du Nord, et qu'il existe une relative stabilité spatio-temporelle du niveau de qualité de l'air, au moins en ce qui concerne les métaux analysés. Avec l'enrichissement (chiffres entre parenthèses des tableaux 12 et 14), notion permettant d'apprécier rapidement le niveau de contamination de l'atmosphère, on constate que le littoral se différencie nettement des zones rurales, et s'assimile plus facilement à une atmosphère de type zone urbaine, au moins pour le fer, le plomb et le cuivre. Il est enfin important de noter, pour l'atmosphère marine de la région Nord-Pas de Calais, comme pour celle des pays limitrophes, un enrichissement significatif en métaux toxiques (plomb, cadmium).

# 2. APPORTS PAR LA MER : INFLUENCE DES ZONES MARITIMES ADJACENTES

DANS ce chapitre, on traitera succinctement des transports par les masses d'eaux marines. Deux causes majeures sont à l'origine de ces transports :

— le balancement des marées qui produit des mouvements d'entrées et de sorties d'eau, particulièrement visibles dans les enceintes fermées comme les ports, ou dans les estuaires,

— les courants de marées existant en Manche-Est et en mer du Nord, qui induisent un déplacement résiduel des apports vers le Nord-Est le long du littoral.

Aucune étude n'a été réalisée dans le but de quantifier ces transports de matières par la mer. Les données présentées ci-dessous permettent cependant de préciser, au moins qualitativement, la nature de ces apports.

## 2.1. Apports liés au balancement des marées

Les matériaux et substances apportées par la marée montante, se retrouvent :

— sur l'estran et sur les plages lorsque la mer se retire. Ainsi, à marée descendante, des cordons longitudinaux de macrodéchets peuvent se former le long des laisses de haute mer (32),

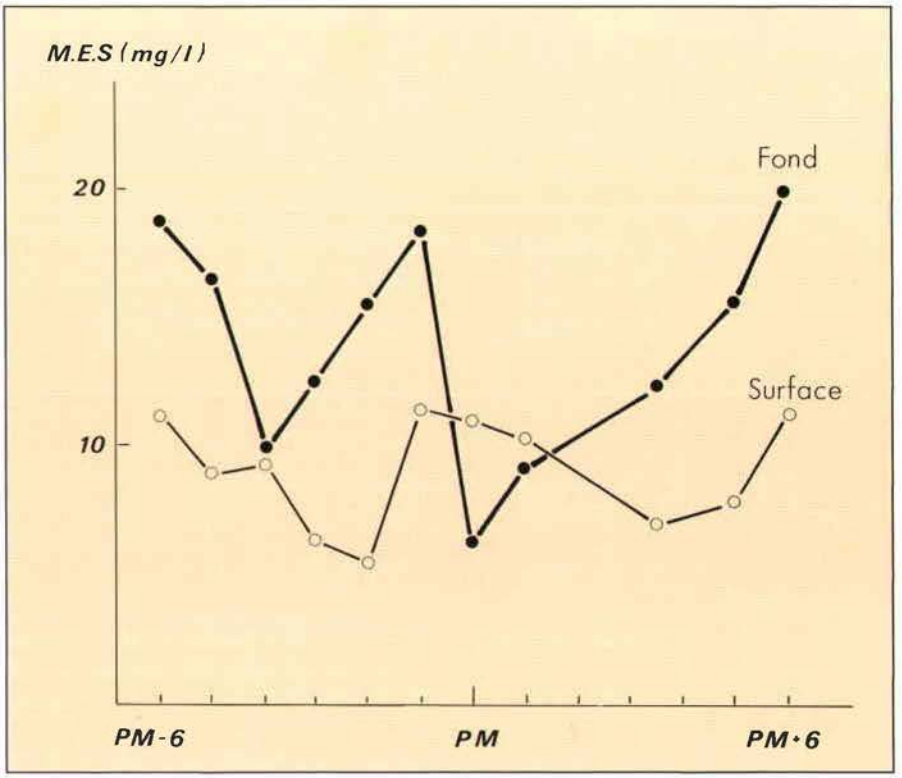
— dans les secteurs abrités tels que les ports, les estuaires, les baies, où sédimentent les matières particulaires en suspension.

Dans **la figure 13**, on présente le suivi, sur un cycle de marée, des matières particulaires dans les masses d'eaux entrantes et sortantes du port de Boulogne-sur-Mer (68). On notera qu'il est difficile d'évaluer les flux particulaires correspondants ; les concentrations en MES sont les plus élevées au fond.

Les concentrations métalliques dans les sédiments portuaires présentent, en général, un gradient décroissant de l'intérieur du port jusqu'au milieu marin extérieur.

Les observations réalisées montrent que la mer apporte à chaque marée des matériaux qui se déposent dans les enceintes abritées telles que les ports et les estuaires, et que des matériaux aux teneurs métalliques plus élevées peuvent en ressortir.

A Boulogne, si l'on considère un volume marné moyen de 23,4 millions de $m^3$ par marée, et une différence des teneurs en matières en suspension dans les masses d'eau entrantes et sortantes de 5 mg/l (ce qui



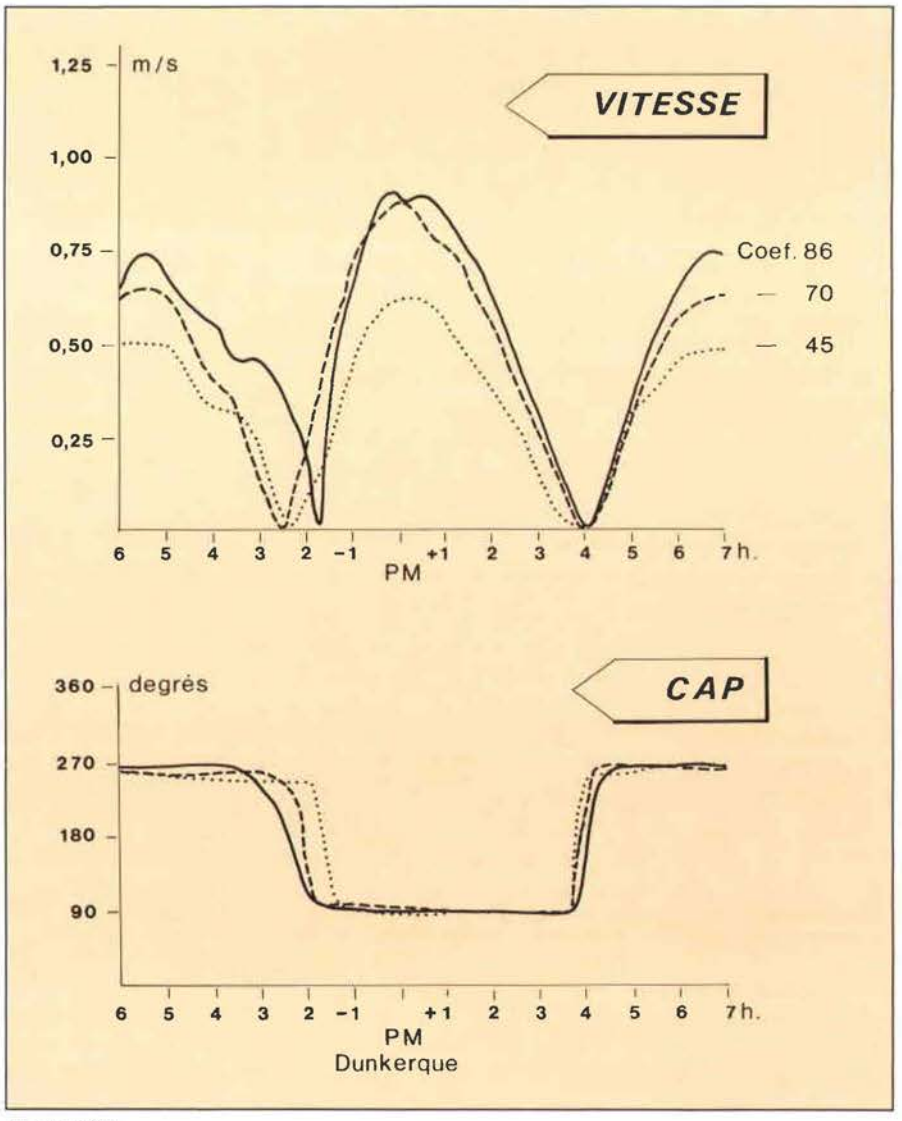

*Source (68)*

**Figure 13 - Exemple de variation des teneurs en matières particulaires dans les eaux marines à l'entrée du port de Boulogne**

correspond à la fraction sédimentable), on trouve un apport par la mer d'environ 100 000 tonnes/an. Cet apport théorique représente 40 % des quantités effectivement draguées (254 000 tonnes/an).

Le cas du port de Dunkerque-Ouest illustre encore mieux cette hypothèse des apports de sédiments marins par la mer. Ce port ne reçoit pratiquement aucun apport tellurique identifié. On peut donc admettre que les quantités draguées proviennent, pour l'essentiel, de la mer. Cet avant-port a un volume marné plus important que celui de Boulogne. S'y ajoute le pompage par la centrale de Gravelines (240 $m^3/s$, soit environ 10 millions de $m^3$/marée). De fait, les quantités draguées à Dunkerque-Port-Ouest sont les plus élevées (57 %) au plan régional, tandis que les apports de contaminants y sont les plus faibles de tous les ports de la région.

Les apports de matériaux par la mer pourraient donc être très importants en volume. Ils constituent un phénomène naturel, permanent, soumis aux mécanismes hydrodynamiques. A ce titre, ils sont difficilement quantifiables sans modèle mathématique ou tout au moins sans moyens importants de mesures des courants entrant et sortant dans les avant-ports.




*Source (25)*

**Figure 14 - Vitesse (m/s) et direction (degrés) des courants marins à 1 mille devant Dunkerque**

## 2.2. Apports par les courants marins

### 2.2.1. Caractères généraux des courants marins

Les courants sont présentés sur **la figure 14**. Rappelons leurs principales caractéristiques :

— ils sont alternatifs ; le flot porte vers le nord-est ; le jusant porte vers le sud-ouest ; le flot est plus court que le jusant ;

— ils sont parallèles à la côte, aux bancs et aux chenaux, avec une légère incidence à cause de l'étranglement du détroit ;

— ils sont assez rapides ; les vitesses moyennes sont de l'ordre de 0,8 m/s, variant entre 0,5 m/s et 1,5 m/s selon divers facteurs (marées et météorologie) ; elles sont maximales dans le détroit et plus faibles aux extrémités sud et nord de la région ; le flot est plus rapide que le jusant.

Les apports marins au littoral Nord-Pas de Calais arrivent donc par le sud, au niveau de Marquenterre, en flot, et par le nord en jusant. Globalement, les déplacements des masses d'eaux se font du sud vers le nord.

### 2.2.2. Evacuation des eaux littorales

Le suivi récent des masses d'eaux littorales par flotteurs Argos (11) montre une progression vers le nord de l'ordre de 5 kilomètres par jour, variable selon les secteurs géographiques et les conditions du milieu. Ainsi, une masse d'eau marine met théoriquement moins d'un mois à parcourir tout le littoral régional du sud vers le nord. Le volume théorique apporté par la mer est fonction de la largeur de la bande littorale considérée. Pour un débit d'eaux marines du même ordre de grandeur que le débit total apporté par les

écoulements naturels, il faudrait prendre en compte une bande littorale théorique d'environ 200 mètres de large.

## 2.3. Suivi de la qualité des eaux marines en Manche-Mer du Nord

Diverses campagnes d'investigation ont été effectuées pour identifier les gradients de concentrations et localiser les apports à la mer. Qualitativement, des augmentations de concentration traduisant des apports à la mer sont observées : au sud, à cause de l'influence de la Seine, des rejets le long de la côte normande et de la baie de Somme, et au nord, à cause des rejets de la Panne et de l'Escaut, en Belgique.

Voici les principaux résultats acquis.

— Le suivi des masses d'eaux littorales réalisé lors de la campagne **Hydrobios 1** (13) montre des gradients de concentrations dans la région. Ainsi, pour les sels azotés d'origines urbaine et agricole, les concentrations rencontrées au sud de la région, devant la baie de Somme, correspondent à celles du milieu naturel. Elles augmentent au nord à proximité des agglomérations portuaires comme Boulogne et surtout Calais. Elles sont les plus élevées au droit de Calais, tandis qu'à Boulogne et à Dunkerque, on constate les mêmes niveaux de concentration.

On peut donc en déduire que les apports marins de sels azotés arrivant par le sud à la région correspondent à des apports naturels et ne sont pas significatifs au regard des apports locaux.

— Dans les estuaires (38), les teneurs rencontrées décroissent de l'amont vers l'aval, ce qui confirme les observations précédentes.

— Lors de la campagne **Intersite 1** (30), qui s'est déroulée du 7 au 20 octobre 1983, sur un large secteur allant de la baie de Seine à la frontière belge, on constate, sur une bande de 30 milles de large, l'importance de l'extension des eaux de la Seine à cause de son débit élevé (450 $m^3/s$). Son influence diminue cependant vers le nord, tandis que des augmentations significatives de concentrations (phosphate, ammonium) relevant d'apports locaux sont constatées sur la façade nord du littoral régional.

— Au nord de la région, diverses observations ponctuelles ont montré des augmentations de concentration (bactérienne, organique...) au niveau de Bray-Dunes. Il semble reconnu que dans certaines conditions particulières (marées, météo...) elles puissent être imputées à des apports locaux provenant de Belgique (apports de la Panne, de l'Escaut...). Compte tenu de l'hydrologie du secteur et des observations qui ont été faites, ces apports semblent ne concerner que la fraction du littoral situé au nord-est de Dunkerque.

En conclusion, le milieu marin apparaît comme un milieu naturel de référence qui reçoit les apports continentaux produits dans la région. On admettra que les apports par la mer sont naturels et peu significatifs. Hormis le cas des avant-ports qui peuvent stocker des matériaux particulaires d'origine marine, le milieu marin favorise avant tout l'évacuation et la dilution des apports locaux d'origine continentale.

# 3. IMMERSIONS DE PRODUITS DES DRAGAGES PORTUAIRES

LES trois grandes zones portuaires du littoral de la région Nord-Pas de Calais ont des caractéristiques communes.

Elles sont des lieux de concentration urbaines ; rappelons que les deux tiers de la population littorale régionale sont rassemblés dans les zones urbaines autour des ports de Dunkerque-Est, Calais et Boulogne-sur-Mer. L'Avant-Port Ouest de Dunkerque échappe cependant à cette règle.

Elles sont des lieux de fortes implantations industrielles. Comme on a pu le noter dans la première partie du rapport, presque toutes les industries importantes du littoral déversent leurs effluents, soit directement dans les enceintes portuaires, soit à proximité, dans les écoulements qui y aboutissent.

Elles sont les exutoires du réseau hydrographique de quelques bassins versants : le canal exutoire débouchant à Dunkerque-Est, les canaux de Saint-Omer, de Marck et d'Asfeld arrivant à Calais, enfin la rivière La Liane qui aboutit dans le port de Boulogne-sur-Mer. Notons cependant que l'Avant-Port-Ouest de Dunkerque fait exception à cette règle.

Toutes ces conditions concourent à transformer les enceintes portuaires et les avant-ports en véritables décanteurs, pièges à matériaux solides qui sédimentent d'autant plus que l'hydrodynamisme et les échanges vers le milieu naturel sont réduits.

Les gestionnaires de ces zones portuaires (PAD, SMBC) sont donc contraints de contrôler en permanence l'envasement et l'engorgement des fonds et, dès que nécessaire, doivent procéder aux dragages permettant de maintenir les possibilités de navigation et les capacités d'accueil des ports.

## 3.1. Activités de dragages dans les ports du Nord-Pas de Calais

Les dragages effectués sont liés aux conditions naturelles (l'envasement est plus ou moins important selon les années) ou économiques (l'augmentation de la jauge des navires peut contraindre à augmenter l'accessibilité de certains bassins). Pour ces raisons et pour assurer la sécurité dans le cadre de l'activité normale du port, une surveillance régulière du niveau des fonds des enceintes portuaires et de leurs chenaux d'accès est effectuée. Une vedette de sondage, équipée d'un système d'acquisition de données et de report cartographique, permet la connaissance de la bathymétrie fine des diverses zones. C'est sur la base de ces résultats que l'on détermine le choix des actions à mener, et plus précisément, que l'on décide de draguer tel cubage de matériaux à tel endroit.

Les modalités de dragage diffèrent selon les ports et les matériels utilisés, mais on peut les résumer par un scénario commun à tous les ports ; on utilise des engins différents selon les zones à draguer. Ainsi :

• **dans les zones confinées** des arrières-ports et dans les bassins à flot.

— *A Dunkerque-Est*, le dragage se fait au moyen d'une drague à benne montée sur un ponton ; les produits prélevés sont alors déversés dans un chaland fendable de 700 m³ de capacité ;

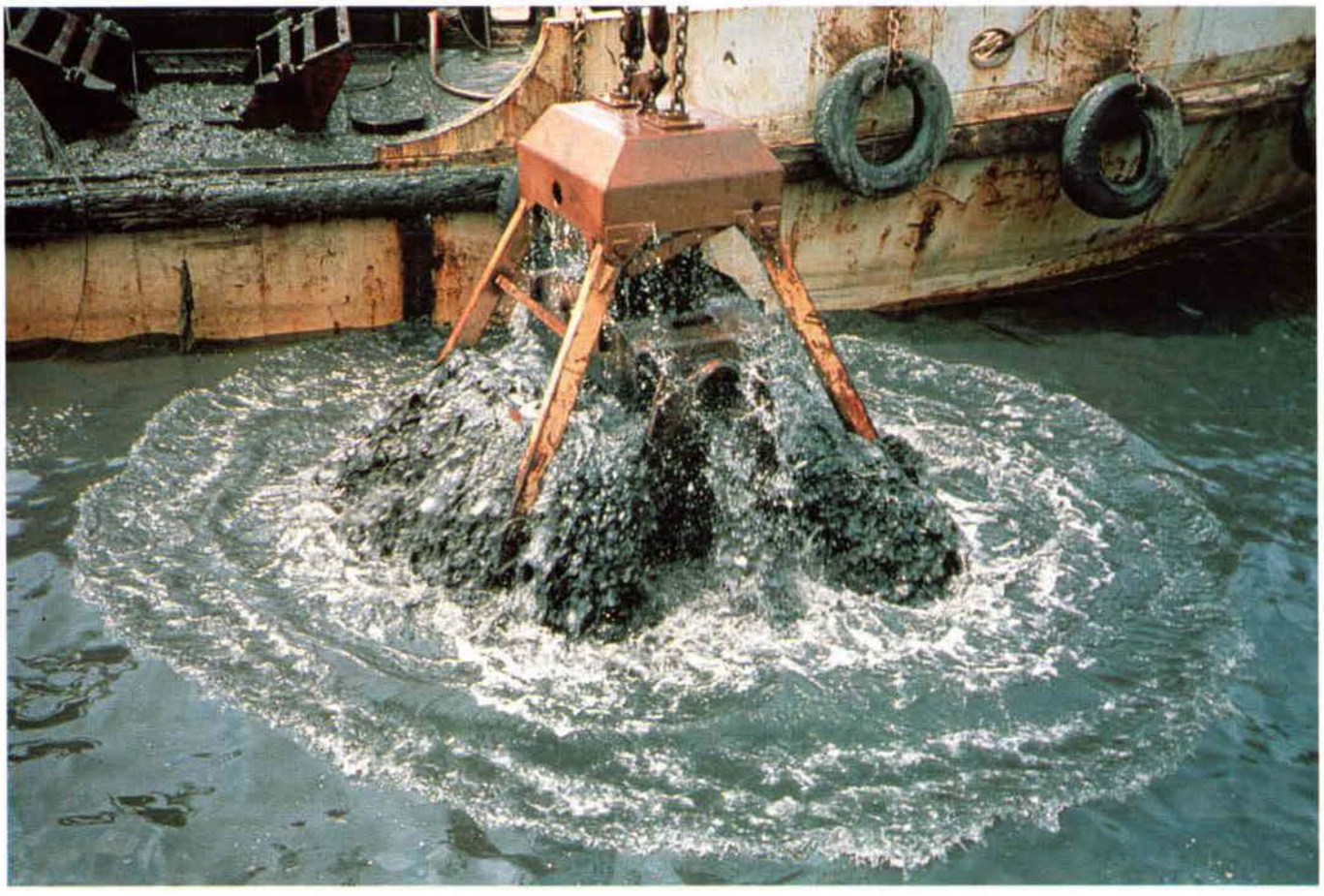
— *A Boulogne et à Calais*, on utilise une drague de 250 m³ de capacité, équipée de trois grues (avec bennes de 1,5 m³). Les surfaces ainsi draguées sont en général limitées, parfois difficilement accessibles aux gros engins. Ces bennes prélèvent les sédiments sur environ 80 cm d'épaisseur.

• **dans les zones ouvertes et accessibles**, le dragage se fait avec l'aide d'engins plus importants.

— *A Dunkerque-Est et Ouest*, le Port Autonome s'assure les services de Dragues Aspiratrices en Marche (D.A.M.) qui opèrent à une vitesse n'excédant pas deux noeuds, avec une précision bathymétrique de l'ordre de 30 centimètres. La capacité de ces engins varie de 1 000 à 4 000 m³, le rendement moyen observé est de 1 000 m³/h ;

— *A Boulogne-sur-Mer et à Calais*, une drague à godets transvasait jusqu'en 1987 ses déblais de dragage dans deux chalands assurant le transit jusqu'aux lieux de clapage. Le sillon tracé était d'environ 1 m de profondeur sur 1 m de large. Le déplacement de la drague s'opérait "en papillonnage". Pour compléter cette action, le SMBC s'assurait l'intervention de D.A.M. en provenance des Ports Autonomes. Depuis 1987, une nouvelle D.A.M. a été affectée à Boulogne et à Calais.

Cliché IFREMER



Cliché IFREMER

Les sédiments dragués doivent être acheminés à quelques milles de la côte, puis déversés en mer dans des zones officielles définies pour cet usage. Ces zones de clapage, autorisées et déclarées dans le cadre de la Convention d'Oslo, sont représentées dans **les figures 15, 16 et 17**.

## 3.2. Origine des données

Les données disponibles sont issues des études propres au programme régional intégré (37, 49) et des rapports officiels produits annuellement par les Services Maritimes des ports.

Deux études importantes ont été menées dans le cadre du programme régional :

• **Influence des dragages des ports sur la pollution marine dans la région Nord-Pas de Calais** (37)

Réalisée par l'Institut Pasteur de Lille, cette étude a tenté de cerner l'impact des dragages en évaluant : l'importance quantitative des rejets de métaux lourds liés aux vases ; le comportement des vases et des métaux liés lors de la remise en suspension de ces vases ; la contamination des eaux et des sédiments, au niveau des ports et de la zone de dépôt de dragages.

Vingt quatre échantillons de sédiments intraportuaires ont été prélevés : 13 à Dunkerque-Est, 4 à Dunkerque-Ouest, 7 à Calais.

• **Etude physico-chimique et bactériologique dans les ports de Boulogne-sur-Mer et de Calais** (49)

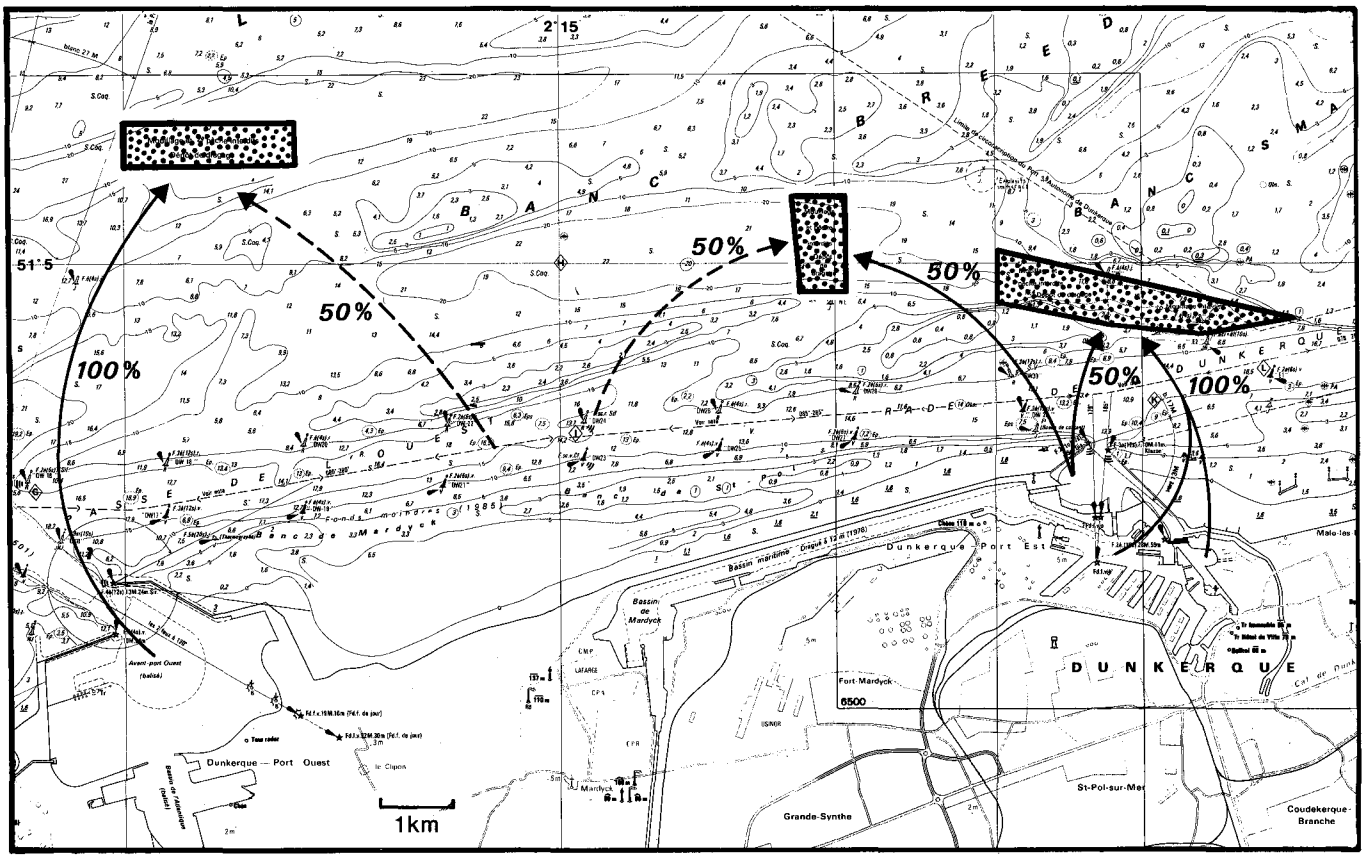
Réalisée par l'Institut Pasteur de Lille et le Laboratoire de Chimie Analytique et Marine de l'Université de Lille, cette étude a eu pour but de préciser la répartition des polluants dans les sédiments portuaires susceptibles d'être dragués et l'importance respective des diverses sources de pollution d'origine terrestre (rejets industriels, rejets urbains, apports fluviaux,...).

Trente et un échantillons de sédiments intra-portuaires ont été prélevés : 21 à Boulogne-sur-Mer, 10 à Calais.

Les résultats de ces deux études ont permis de connaître les teneurs des sédiments en micropolluants.

Des informations importantes ont par ailleurs été rassemblées à partir des déclarations officielles faites par les Services gestionnaires des activités de dragage et d'immersion (PAD, SMBC).

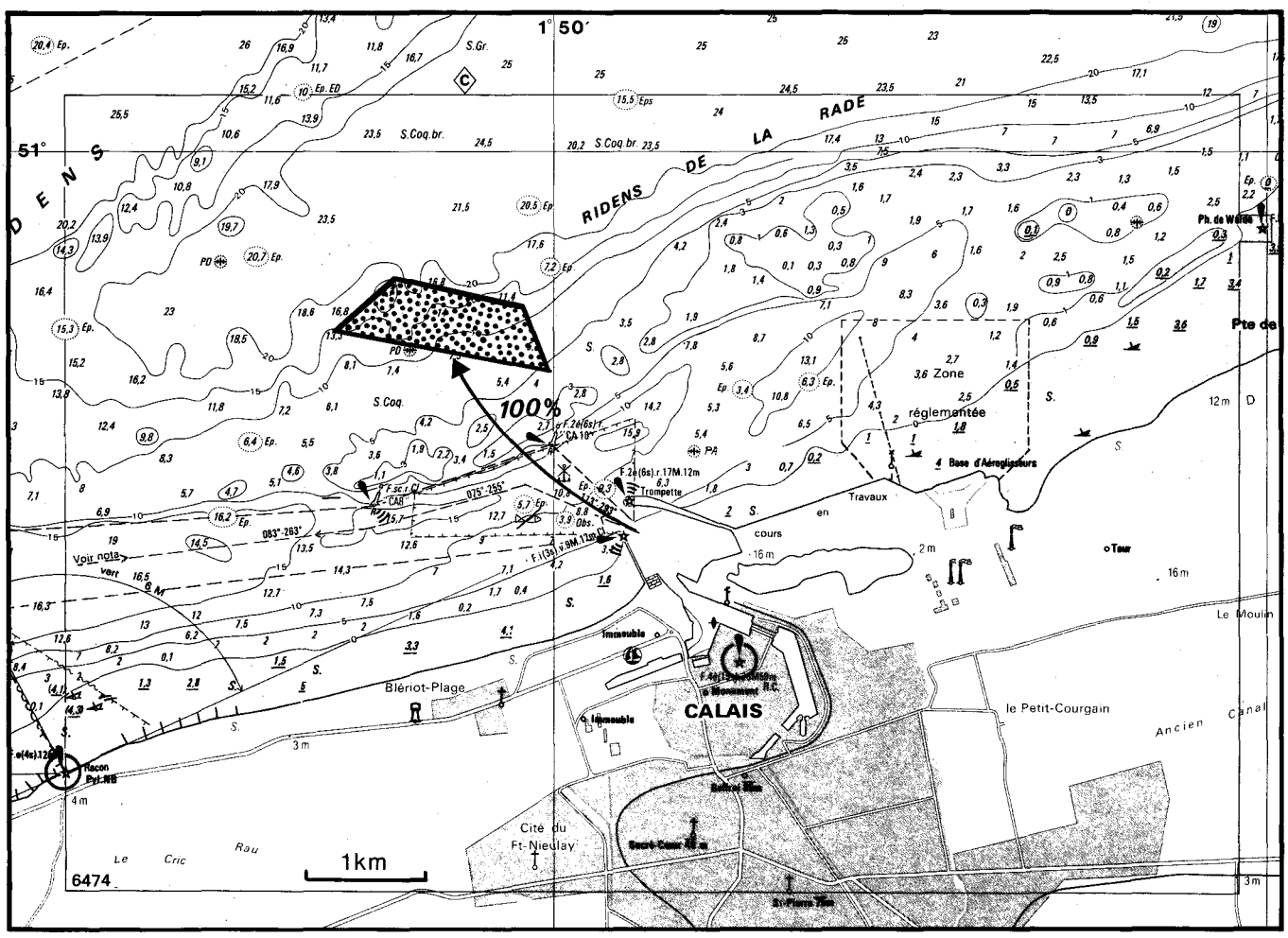
Rappelons que toute opération d'immersion en mer en provenance de navires ne peut être réalisée qu'après délivrance d'un permis d'immersion, sous réserve que les déchets à immerger ne fassent pas partie de la




*d'après Carte SHOM 6651*

*En pointillés : produits en provenance des chenaux d'accès aux ports.*

**Figure 15 - Localisation des zones d'immersion des déblais de dragages du port de Dunkerque**




*d'après Carte SHOM 6474*

**Figure 16 - Localisation de la zone d'immersion des déblais de dragages du port de Calais**

liste des produits dont l'immersion est interdite en application des Conventions Internationales (liste noire) ; rappelons également qu'un permis spécifique doit être délivré pour tout produit nécessitant des précautions particulières (liste grise).

Pratiquement, les immersions des produits de dragages portuaires sont toujours autorisées. Notons que ces produits peuvent contenir une ou plusieurs substances interdites à l'immersion d'après la "liste noire" des Conventions, mais il est considéré que ces substances interdites ne s'y trouvent "qu'à l'état de contaminants en trace et qu'elles n'ont jamais été ajoutées en vue de leur immersion".

**La Convention d'Oslo** exige cependant des rapports annuels sur chaque zone d'immersion autorisée ; les Services portuaires rassemblent donc les informations demandées pour transmission par le Secrétariat d'Etat chargé de l'Environnement. Ces rapports annuels fournissent les informations suivantes :

— position de la zone d'immersion, profondeur et conditions de courants,

— nature des déchets immergés et quantité totale effectivement immergée,

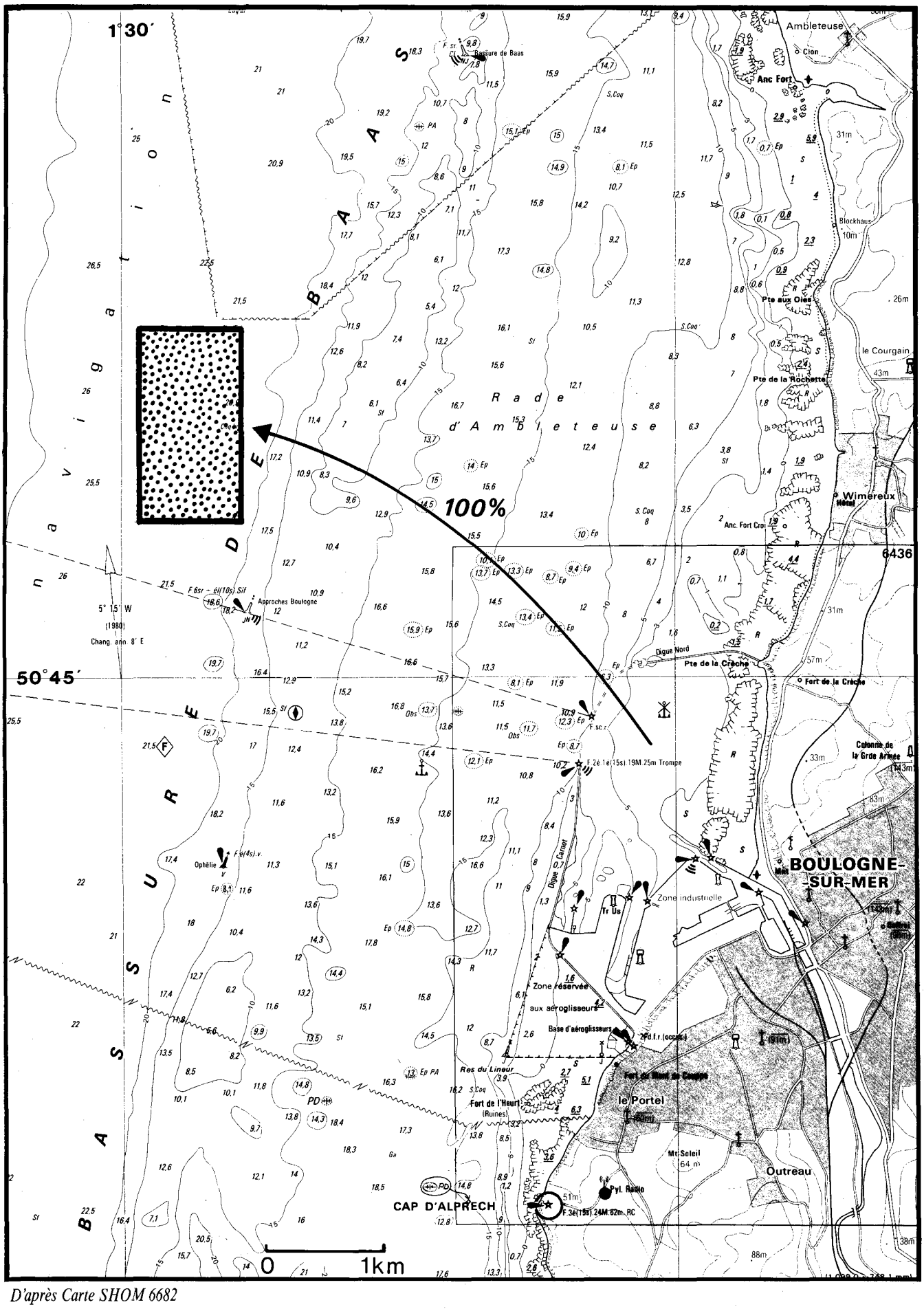
— quantité totale des contaminants en trace (substances de la liste noire : mercure et cadmium, composés halogénés,...),

— quantité totale des autres métaux : plomb, cuivre, chrome, zinc, fer,...

Pour estimer les flux de contaminants, on utilisera les volumes déclarés officiellement et les concentrations mesurées dans le cadre du programme régional.

## 3.3. Les zonations intraportuaires

Pour des raisons pratiques, les services portuaires ont été amenés à distinguer dans chaque port des zones correspondant à des critères variés : c'est ainsi que l'on distingue en général le chenal, l'avant-port avec le cer-




*D'après Carte SHOM 6682*

**Figure 17 - Localisation de la zone d'immersion des déblais de dragages du port de Boulogne**

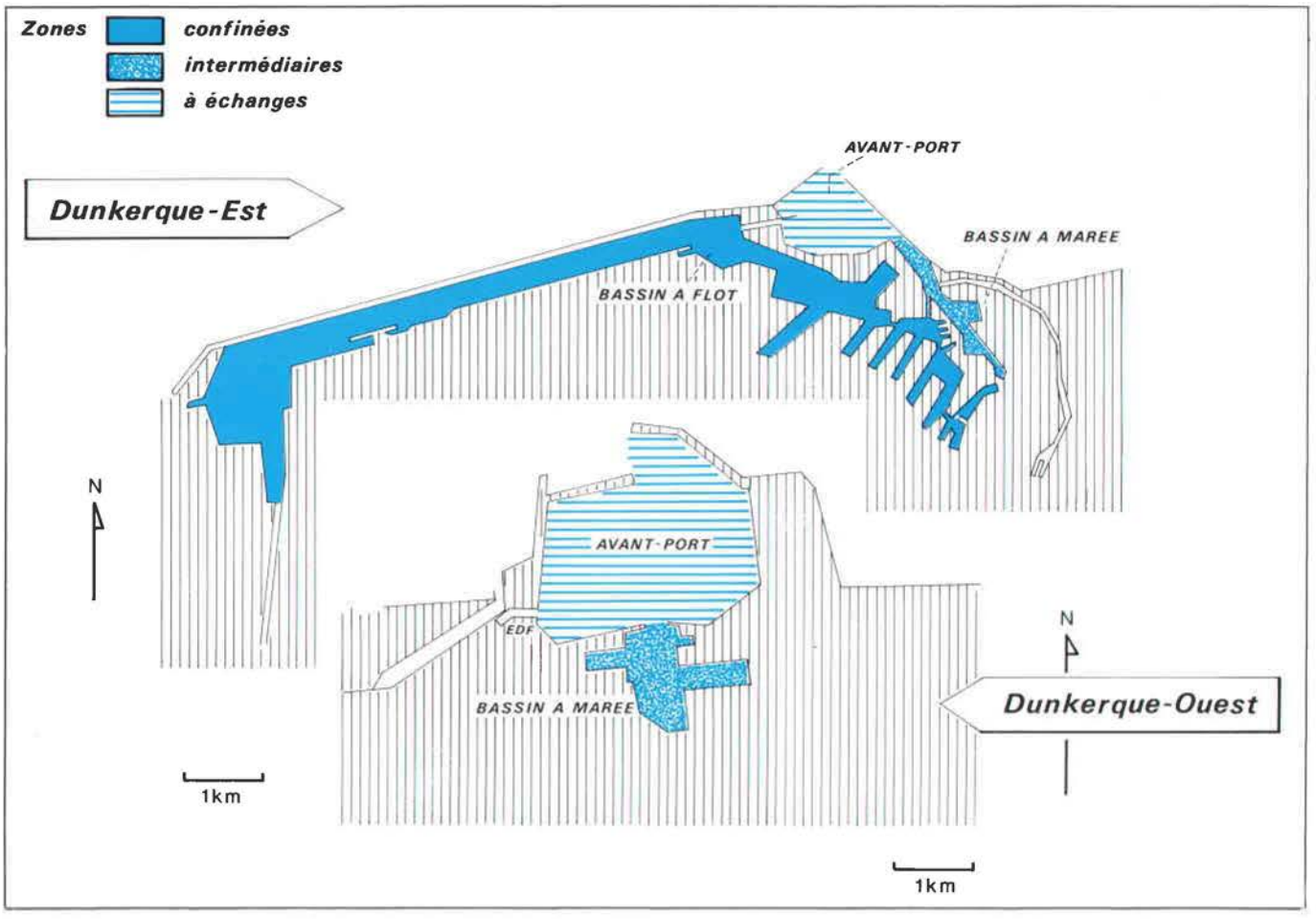



**Figure 18 - Délimitation des zones intraportuaires de Dunkerque**

cle d'évitage (zone de manoeuvre des grands navires), le port à marée, les zones spécifiques à telle ou telle activité, les bassins à flot, séparés de la mer par une écluse.

Pour chacun des ports, on a procédé au regroupement de ces zones (**figures 18, 19 et 20**), selon les déclarations portuaires des rejets de dragages pour l'année 1985.

Il en résulte trois types de zones intraportuaires selon leur capacité d'échanges avec le milieu marin littoral. **Le tableau 15** présente ces zones pour chaque port.

On constate, ci-après, que le critère de confinement (ou de capacité d'échanges avec le milieu marin extérieur) est de première importance pour la compréhension des problèmes posés par les déversements de déblais de dragages.

| DÉSIGNATION | ZONES CONFINÉES | ZONES INTERMÉDIAIRES | ZONES A ÉCHANGES |
|---|---|---|---|
| Dunkerque<br>— Est<br>— Ouest | Bassin à flot | Bassin à marée<br>Bassin à marée | Avant-port<br>Avant-port |
| Calais | Bassin Carnot<br>Bassin de l'Ouest | Avant-port<br>Avant-port Est<br>Avant-port Ouest | Chenal intérieur |
| Boulogne-sur-Mer | Bassin Loubet<br>Bassin Napoléon | Avant-port<br>Port à marée<br>Darse Sarraz-Bournet | Chenal "Darse"<br>Chenal extérieur<br>Chenal intérieur |

**Tableau 15 - Zones intraportuaires**

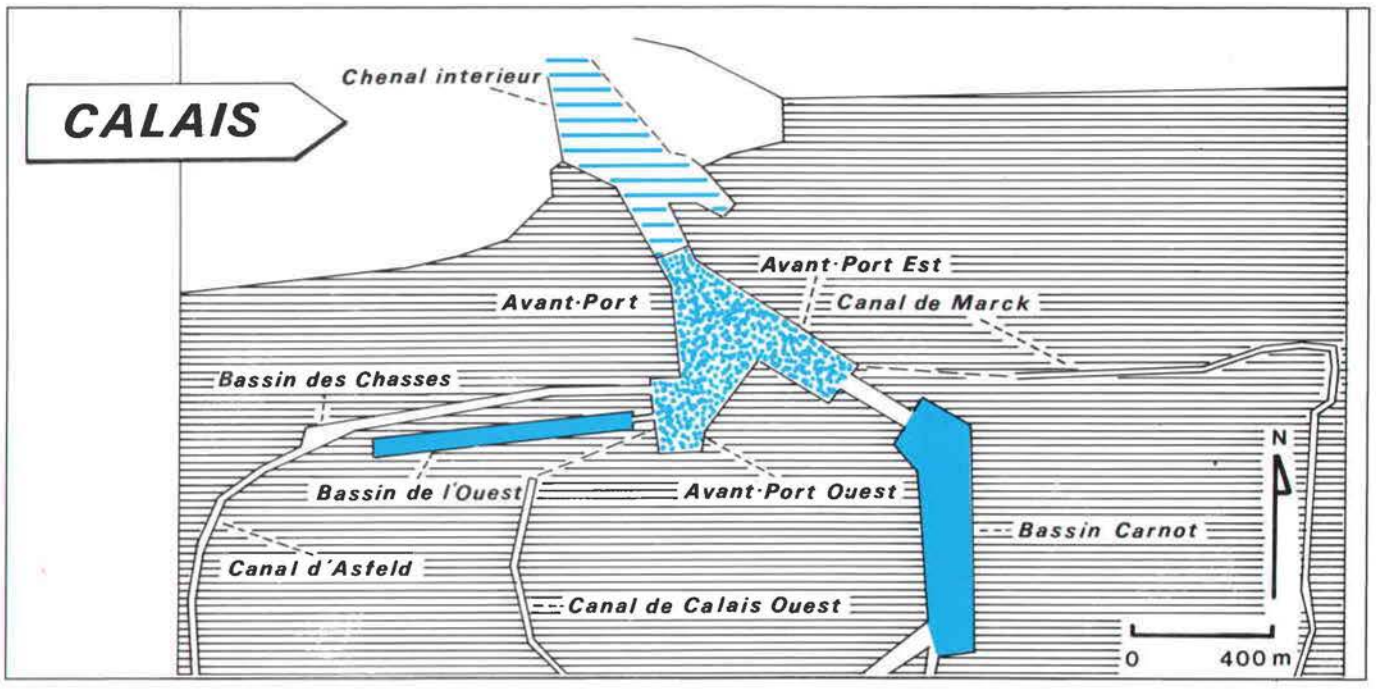



Figure 19 - Délimitation des zones intraportuaires de Calais

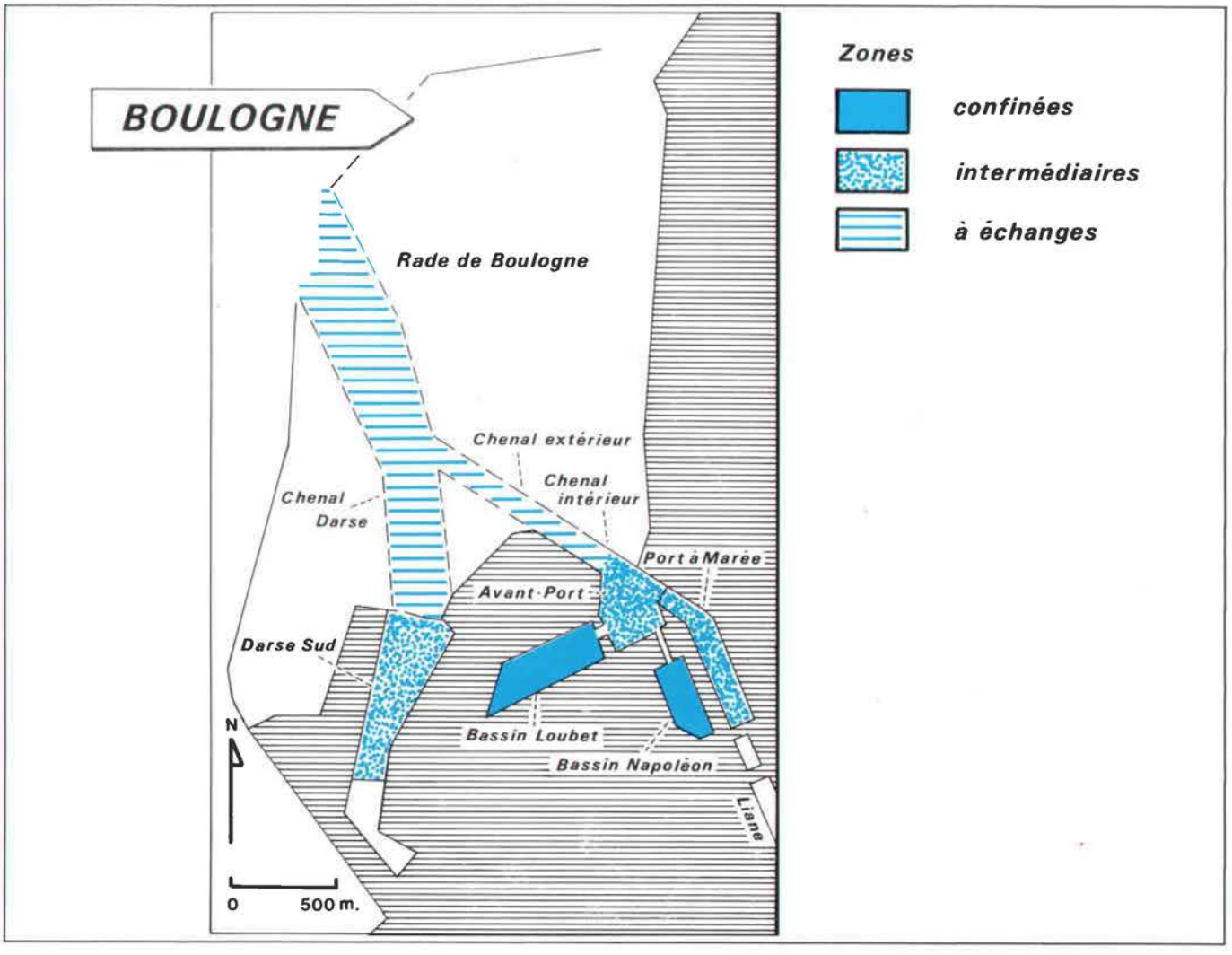
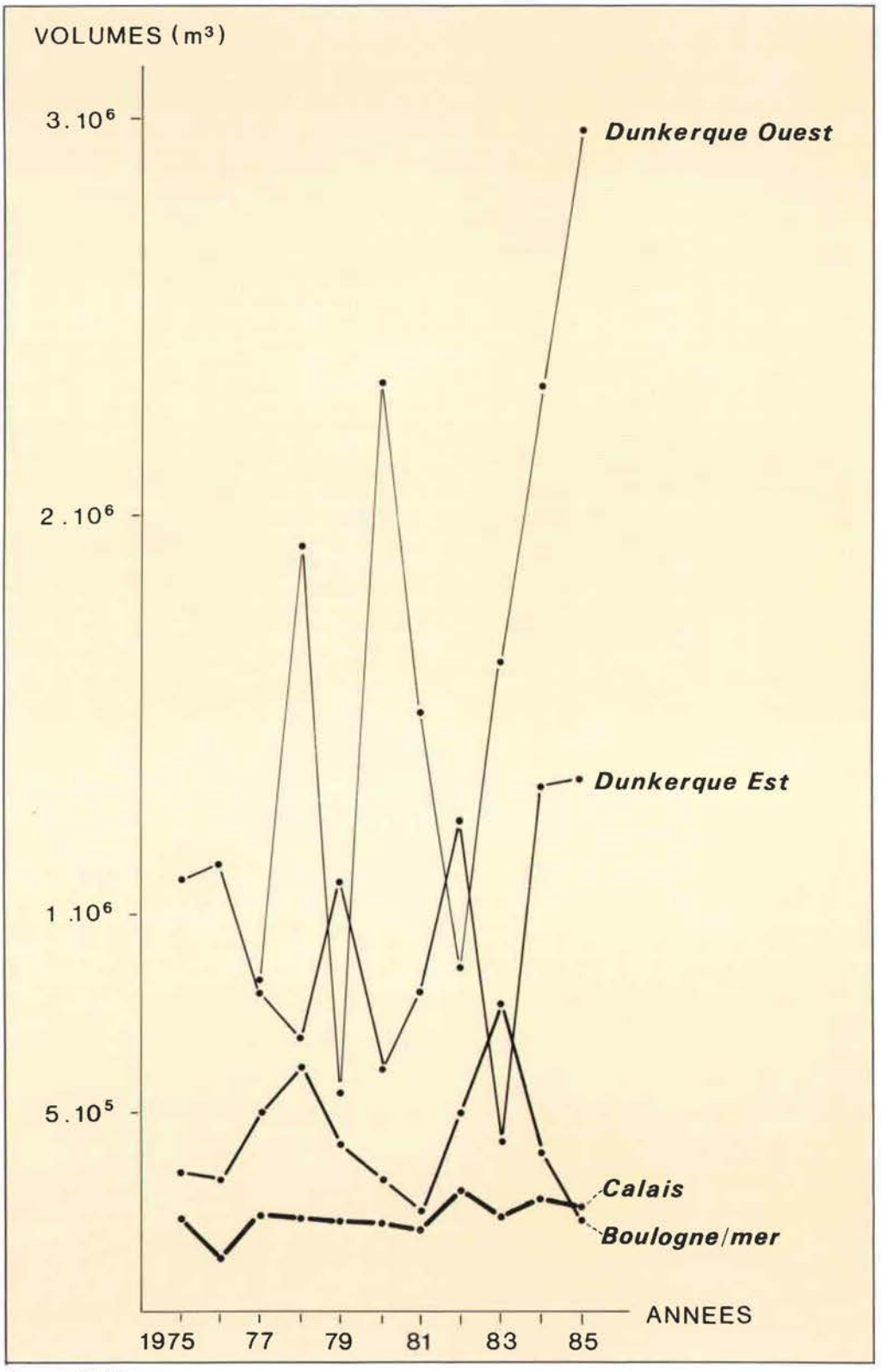



Figure 20 - Délimitation des zones intraportuaires de Boulogne




*Sources (51,59)*

**Figure 21 - Volumes annuels de sédiments dragués (m³/an) dans les ports de la région Nord - Pas de Calais**

## 3.4. Les volumes dragués

Les volumes dragués dans chaque port varient d'une année à l'autre, selon les conditions décrites ci-dessus. **La figure 21** illustre ces variations de 1975 à 1985.

Calais se caractérise par la régularité des volumes annuels dragués ; Boulogne, Dunkerque-Est et Dunkerque-Ouest montrent des différences sensibles, avec une tendance marquée, pour Dunkerque-Ouest, à l'augmentation des volumes dragués ces dernières années.

Les moyennes annuelles calculées sur les volumes déclarés par les services portuaires, de 1971 à 1985, donnent l'importance de cette acti-

vité. Les volumes moyens annuels dragués et immergés en mer sont les suivants :

— 1 025 000 m³ à Dunkerque-Est,
— 1 803 000 m³ à Dunkerque-Ouest,
— 255 000 m³ à Calais,
— 491 700 m³ à Boulogne-sur-Mer.

Pour tous les ports, on a exclu de ces bilans les dragages des chenaux d'accès extra-portuaires. Ces derniers peuvent être considérés comme un simple transfert de sédiments d'une zone à une autre du littoral.

Selon les critères de confinement précités, les différentes zones intra-portuaires apparaissent à l'origine de volumes dragués très variables, allant d'un volume nul certaines années dans certains bassins, à plus de un million de mètres cubes comme dans le cas de l'avant-port-Ouest de Dunkerque. **Le tableau 16** présente des valeurs moyennes selon les types de zones intraportuaires.

**Le tableau 17** récapitule, en pourcentage du volume total dragué dans les ports de la région Nord-Pas de Calais, les quantités draguées par type de zones. Ce tableau met en évidence la part prépondérante que prennent les zones à échanges, essentiellement avant-ports et chenaux extérieurs. Les zones confinées n'ont qu'une participation minime (2 %) par rapport au volume total dragué.

| DÉSIGNATION | ZONES CONFINÉES | ZONES INTERMÉDIAIRES | ZONES A ÉCHANGES |
|---|---|---|---|
| Dunkerque<br>— Est<br>— Ouest | 50 000 | 25 000<br>3 000 | 950 000<br>1 800 000 |
| Calais | 20 000 | 165 000 | 70 000 |
| Boulogne/Mer | 1 700 | 90 000 | 400 000 |
| Total | 71 700 | 283 000 | 3 220 000 |

*Source (51,59)*

**Tableau 16 - Volumes dragués (m³/an) : moyennes 1981-1985**

| DÉSIGNATION | ZONES CONFINÉES | ZONES INTER-MÉDIAIRES | ZONES A ÉCHANGES | TOTAL |
|---|---|---|---|---|
| Dunkerque<br>— Est<br>— Ouest | 5<br>— | 2<br>0,2 | 93<br>99,8 | 100<br>100 |
| Calais | 8 | 65 | 27 | 100 |
| Boulogne/Mer | 0,3 | 18,3 | 81,4 | 100 |
| TOTAL Tous ports confondus | 2 | 8 | 90 | 100 |

**Tableau 17 - Volumes dragués (%) selon les différentes zones intraportuaires**

## 3.5. La qualité des déblais dragués

De l'entrée du port au fond des enceintes confinées, les sédiments portuaires présentent un gradient allant du sédiment marin littoral (sable fin peu envasé) aux vases noires, souvent putrides et capables de dégager de l'hydrogène sulfuré. Ces vases, réductrices, sont caractérisées par d'importantes teneurs en fraction fine (environ 80 % des particules inférieures à 63 $\mu$m), fraction dont on connait la capacité à adsorber les micropolluants.

Par ailleurs, ces zones confinées ou intermédiaires dont les sédiments sont riches en fraction fine sont le réceptacle de multiples rejets d'origines variées (rivières, canaux, émissaires urbains et industriels). Dans ces zones on trouvera donc les plus fortes concentrations en contaminants chimiques.

### Teneurs en contaminants des sédiments dragués

Pour simplifier l'expression des résultats, seuls quelques contaminants principaux sont présentés. Ils constituent néanmoins un ensemble représentatif des principaux problèmes posés par les déblais de dragages portuaires. Ce sont, d'une part, les micropolluants métalliques : cadmium (Cd), mercure (Hg), plomb (Pb), zinc (Zn), cuivre (Cu) ; d'autre part, les micropolluants organiques : les polychlorobiphényls (PCB), les hydrocarbures aromatiques polycycliques (PAH) ; et enfin, les contaminants bactériologiques pour les zones portuaires de Calais et de Boulogne-sur-Mer.

Les contaminants chimiques sont ceux qui sont systématiquement contrôlés et pour lesquels on dispose

de références pour le sédiment marin régional tel que décrit dans la synthèse "Qualité du Milieu Marin" (32).

**Le tableau 18** associe à chaque zone intraportuaire la concentration moyenne des micropolluants métalliques et organiques mesurés dans le sédiment total. Il ressort de ces résultats bruts que ce sont les zones confinées et intermédiaires qui sont les plus contaminées. Exception faite pour le mercure, qui est maximum dans des zones intermédiaires à Calais (Avant-Port Ouest) et à Boulogne-sur-Mer (darse Sarraz-Bournet), on enregistre presque toujours dans les zones confinées les teneurs les plus fortes, par exemple, le bassin Carnot à Calais, le bassin à flot à Dunkerque-Est et les bassins Loubet et Napoléon à Boulogne-sur-Mer.

La comparaison des sédiments intraportuaires avec les sédiments du littoral régional a été réalisée à partir des quelques résultats disponibles relatifs à la fraction fine ($<63\mu m$), dans la précédente synthèse (32).

Les concentrations en micropolluants des sédiments intraportuaires sont généralement plus élevées que celles du sédiment littoral, environ 2 à 5 fois, sauf pour le zinc (de l'ordre de 10 fois). Cependant, ce n'est pas le cas du port Ouest de Dunkerque, dont les teneurs sont identiques à celles du littoral régional pour tous les métaux considérés.

Le contrôle des produits de dragages, réalisé par les services maritimes, et les prélèvements de sédiments portuaires effectués dans le cadre du programme régional intégré, reposent sur les analyses du sédiment total.

En l'absence d'information sur les concentrations métalliques dans la fraction fine des diverses zones intraportuaires pouvant compléter les données de la précédente synthèse, on utilisera les teneurs mesurées sur le sédiment total pour le calcul des flux bruts.

| CONTAMINANTS | MÉTALLIQUES (mg/kg) | | | | | ORGANIQUES ($\mu g/kg$) | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | Cd | Hg | Pb | Zn | Cu | PCB | PAH |
| **Dunkerque-Est** | | | | | | | |
| Avant-port | 0,60 | 0,17 | 50 | 120 | 14 | 45* | |
| Bassin à marée | 1,08 | 0,26 | 165 | 403 | 57 | 580* | |
| Bassin à flot | 2,53 | 0,27 | 655 | 1 054 | 126 | 789* | 8 428** |
| **Dunkerque-Ouest** | | | | | | | |
| Avant-port | 0,78 | 0,15 | 58 | 115 | 15 | 77* | |
| Bassin à marée | 0,12 | 0,21 | 47 | 140 | 18 | 10* | |
| **Calais** | | | | | | | |
| Chenal intérieur | 0,43 | 0,15 | 23 | 90 | 9 | 85 | 200 |
| Avant-port | 1,07 | 0,95 | 42 | 419 | 17 | 97 | 550 |
| Avant-port Est | 1,05 | 0,60 | 53 | 388 | 23 | 112 | 560 |
| Avant-port Ouest | 1,28 | 1,87 | 65 | 972 | 27 | 100 | 1 455 |
| Bassin Carnot | 11,79 | 1,20 | 1 867 | 5 975 | 167 | 457 | 5 750 |
| Bassin de l'Ouest | 1,08 | 1,04 | 80 | 938 | 37 | 128 | 870 |
| **Boulogne** | | | | | | | |
| Chenal darse | 0,57 | 0,12 | 23 | 53 | 7 | < 20 | 62 |
| Chenal int. + ext. | 0,65 | 0,06 | 10 | 26 | 6 | < 20 | 34 |
| Darse Sarraz-Dournet | 1,67 | 1,24 | 158 | 316 | 39 | 179 | 380 |
| Avant-port + port à marée | 0,96 | 0,77 | 249 | 684 | 119 | 471 | 5 754 |
| Bassin Loubet | 1,70 | 0,38 | 150 | 620 | 215 | 93 | 3 150 |
| Bassin Napoléon | 1,40 | 0,79 | 1 000 | 1 433 | 168 | 796 | 2 580 |

* *Source (51),* ** *Source (48).*

Hormis les renvois *, **, toutes les données sont issues du programme régional (37, 49), il s'agit d'analyses sur la fraction totale du sédiment.

**Tableau 18 - Teneurs moyennes en contaminants des sédiments portuaires**

# 4. RISQUES D'APPORTS PAR LE TRAFIC MARITIME

LE trafic maritime qui transite dans le pas de Calais est très important. Ce détroit constitue une véritable "voie navigable" qui permet le passage entre l'Atlantique et la mer du Nord, et alimente les ports de l'Europe du Nord-Ouest qui comptent parmi les plus importants au monde (Rotterdam, premier port mondial, Dunkerque, Anvers, Hambourg, ...).

Les conditions de navigation y sont pourtant souvent difficiles à cause des courants, des vents, des brumes fréquentes, des bancs de sables mobiles situés devant les ports.

Le resserrement du détroit entraîne une convergence du trafic et un risque de collisions.

Pour toutes ces raisons, les risques d'accidents sont permanents et, corrélativement, il existe des risques d'apports de pollutions sur le littoral régional, y compris dans les ports.

La Marine Nationale (Préfecture de Cherbourg), les Services Maritimes des ports (SMBC, PAD) sont les organismes chargés de la prévention de ces risques.

## 4.1. Les transports maritimes dans le pas de Calais

### 4.1.1. Les voies de navigation

Le trafic maritime s'effectue sur deux voies séparées dans le sens longitudinal (S.O.-N.E.) pour près des deux tiers des navires. Le sens "montant" (vers le nord) passe à côté des côtes françaises, non loin du cap Gris-Nez, environ à 5 kilomètres, le sens "descendant" longe les côtes anglaises.

Le trafic transmanche s'effectue entre les trois ports continentaux de la région (surtout Calais, 1er port national de voyageurs) et converge vers le port de Douvres et secondairement vers Folkestone. Il en résulte des croisements de trafic particulièrement au large du secteur de Calais et du site des Caps.

### 4.1.2. Le trafic maritime

(source CEPPOL, Marine Nationale)

Au total, 189 000 navires ont transité en 1986 dans le pas de Calais (33), soit plus de 500 navires de plus de 100 tonneaux de jauge brute par jour, soit un navire toutes les 3 minutes, dans un sens ou dans l'autre. 4,5 % d'entre eux (23 navires par jour) ont été signalés comme transports de produits "à risques" selon les règlements en vigueur (convention MARPOL). A ce titre, ils ont été l'objet d'une surveillance particulière.

La densité de navires est telle que, dans 50 % des cas, la distance entre deux navires est inférieure à 5 kilomètres et que près de 1 200 croisements ont lieu chaque jour en moyenne.

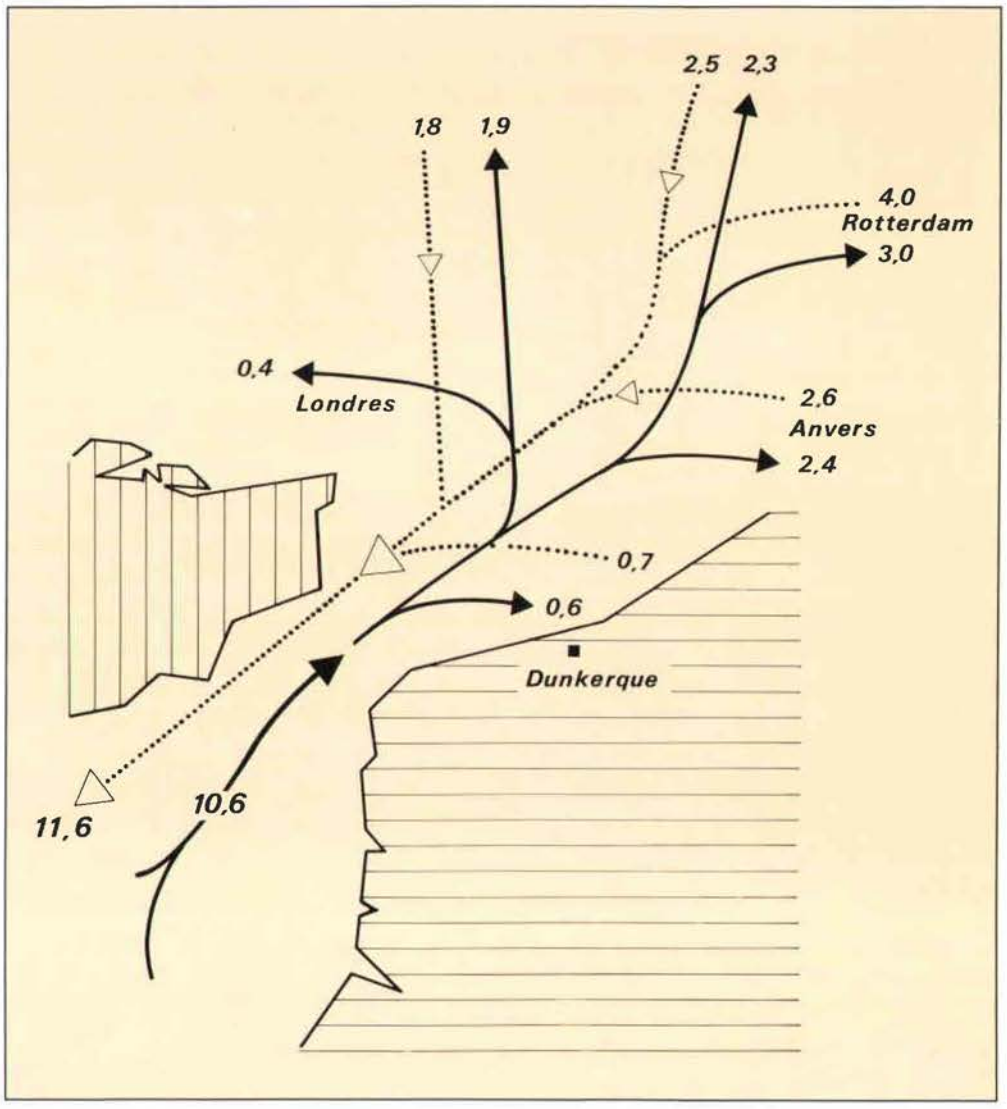
- Le trafic des hydrocarbures

C'est le plus important en volume. Il représente environ 200 millions de tonnes par an, soit près du quart du trafic mondial. On estime le passage à, environ, 15 pétroliers par jour, généralement de fort tonnage et dont la majorité se dirige vers Rotterdam. Dans la région Nord-Pas de Calais, le trafic des hydrocarbures concerne principalement les Ports Est et Ouest de Dunkerque.

- Le trafic des produits chimiques autres que les hydrocarbures

Le trafic des navires susceptibles de transporter des produits dangereux autres que les hydrocarbures (36) est représenté sur la **figure 22**. Ces navires sont spécialement conçus (gaziers, chimiquiers) ou non (cargos, porte-conteneurs). Ces derniers transportent des produits généralement conditionnés en fûts de 200 litres ou en citernes.

Le trafic de ces produits représente environ 25 millions de tonnes par an (12 % du trafic des hydrocarbures) et s'effectue dans des navires généralement de faible tonnage. Les gaz liquéfiés représentent plus du tiers de ce trafic, le reste étant représenté par des produits solides ou liquides très variés.




*Source (33)*

**Figure 22 - Trafic de navires susceptibles de transporter des produits dangereux**
(nombre moyen par jour)

Environ 70 produits différents ont été recensés par la CEPPOL. On notera les trafics de minerais ferreux (Boulogne-sur-Mer et Dunkerque) et non ferreux (Calais).

## 4.2. Les risques d'apports accidentels sur le littoral régional

Grâce à l'organisation du trafic et à la surveillance pratiquée, le nombre d'accidents de navigation reste relativement faible dans le pas de Calais. On dénombre, de 1978 à 1982, en moyenne un accident par an (15), soit moins qu'au large de la Bretagne (2 à 3 par an) ou qu'en Méditerranée (3 par an).

Cependant, même en l'absence d'accidents déclarés, il arrive que des fûts de produits chimiques soient perdus lors des fortes tempêtes. Des récupérations de fûts sont effectuées sur le littoral régional. A titre d'exemple, du 25 au 29 janvier 1987, 7 fûts d'acide acétique de 205 kg ont été retrouvés à proximité de Calais.

On voit donc que le littoral du Nord-Pas de Calais reste potentiellement très exposé à des apports accidentels. Les risques sont faibles, mais demeurent permanents. On signale chaque jour 3,35 navires contrevenant aux règles du dispositif de navigation (chiffre en diminution constante), dont 40 % seulement sont identifiés.

Devant ce constat, il apparaît nécessaire de s'assurer de l'efficacité des outils existants. Ceci suppose d'abord l'application des règles de navigation en vigueur, mais aussi le développement de moyens pour la récupération des cargaisons (interventions sur épave). La protection des sites littoraux a fait l'objet de plans préliminaires de pose de barrages antipollution consignés dans les plans départementaux POLMAR. En 1987, le département du Pas de Calais, avec le concours technique du CEDRE, a procédé à la révision de ces plans, tenant compte de l'amélioration des techniques et de l'expérience acquise lors des exercices de formation (Slack, Authie).

# Troisième Partie

Cliché IFREMER

## ÉVALUATION DES FLUX APPORTÉS A LA MER

# ÉVALUATION DES FLUX APPORTÉS A LA MER

DANS les parties précédentes, on a regroupé toutes les connaissances acquises sur la nature des apports. Cet ensemble constitue une base d'informations sûres et un point de départ indispensable avant de tenter d'évaluer quantitativement les flux contaminant les eaux littorales.

Les évaluations de flux ont été réalisées, d'une part, pour les apports directs, égouts, canaux, écoulements naturels, débouchant directement dans le Domaine Public Maritime (rappelons que tous ces rejets sont répertoriés par la lettre R dans la cartographie du chapitre 5 de la première partie) et, d'autre part, pour les apports diffus, produits de dragages et retombées atmosphériques.

Le manque de données est évident et on ne disposera pas de ces évaluations de flux pour tous les paramètres et pour tous les apports inventoriés dans les parties 1 et 2 de ce rapport.

On a bien précisé, par ailleurs en introduction au rapport, combien la plupart des données existantes se prêtaient mal à ce genre de calculs. La représentativité des échantillonnages du point de vue de leur localisation géographique, de leur fréquence, de la précision des méthodologies analytiques prenant ou non en compte les substances sous leurs formes dissoutes et, ou particulaires, des situations météorologiques exceptionnelles... sont autant de facteurs de variabilité qui rendent ces évaluations des flux très suspectes du point de vue strictement scientifique. On peut ainsi imaginer que les flux polluants de pointe puissent être particulièrement dommageables pour le milieu : par exemple, une pointe de contamination bactérienne est rapidement accumulée par les moules mais relarguée très lentement.

Quoi qu'il en soit, de telles évaluations constituent de plus en plus une priorité pour mieux gérer l'environnement marin : tout d'abord, elles apportent une aide précieuse pour l'évaluation des niveaux de pollution marine en relation avec les facteurs physiques locaux qui ont une influence majeure, tels que le confinement des masses d'eau, leur stabilité ou, au contraire, la capacité à disperser. En second lieu, elles sont un moyen global d'évaluer l'efficacité des mesures prises à terre en vue de la diminution de la pollution marine, épuration des eaux résiduaires, développement des techniques propres dans l'industrie, recyclages des résidus. Enfin, dans l'intérêt général, elles devraient être un outil permanent et complémentaire des considérations technico-économiques pour choisir les priorités d'action.

# 1. PROBLÉMATIQUE DU CALCUL DES FLUX CONTAMINANTS

LE calcul des flux de contaminants est un problème d'une plus grande complexité qu'il n'y paraît au premier examen et qui se pose pour tous les types d'apports ; l'acuité du problème est en relation avec les plus ou moins grandes fluctuations du débit et de la qualité des rejets.

## 1.1. Difficultés majeures pour estimer les flux

Le flux d'un contaminant donné peut être représenté par la formule suivante :

$$\text{Flux} = \int_0^t \text{Ct.Vt. dt}$$

formule dans laquelle Ct et Vt désignent les valeurs de la concentration et du volume liquide s'écoulant à travers une section donnée du rejet pendant le temps t. La détermination de la concentration en relation avec les mesures de débits pour tous les types de régime de l'écoulement considéré réclame des efforts considérables. Dans la pratique, on ne mesure jamais en continu ces deux variables, débit et concentration, simultanément.

D'une façon générale, plus les mesures de débits et de concentrations seront nombreuses, plus elles prendront en compte leurs variations, et meilleure sera la précision du flux calculé.

### 1.1.1. Quantités de mesures disponibles

Les mesures de débits et de concentrations disponibles localement sont très variables et le plus souvent très peu nombreuses. On dispose, dans le cas des cours d'eau, de mesures de qualité acquises lors d'un suivi systématique, mais seulement selon une fréquence au mieux mensuelle. Dans le cas le plus fréquent, les valeurs sont occasionnelles.

Le nombre de prélèvements à effectuer devrait être optimisé en fonction des contraintes contradictoires que constituent la connaissance du flux à un niveau de précision acceptable et les limitations nécessaires du nombre d'échantillons à traiter, compte tenu des coûts. A titre d'exemples (64), des travaux scientifiques récents (thèse de DUPRAZ, 1984, Université d'Orléans - thèse de PROBST, 1984, Université de Toulouse III) ont permis de conclure que, sur des petits bassins versants homogènes, 50 échantillons annuels étaient nécessaires et suffisants pour caractériser correctement les flux de matières solubles.

### 1.1.2. Variations des concentrations et des débits

Débit et concentration constituent deux variables qui ne sont pas indépendantes. On peut citer par exemple les variations de débit des cours d'eaux consécutives aux précipitations : après d'importantes pluies, les débits des rivières augmentent parallèlement aux ruissellements sur les surfaces imperméabilisées qui aboutissent dans les réseaux unitaires munis de déversoirs. Ces phénomènes, d'origine naturelle, entraînent un lessivage des sols et un curage des réseaux d'assainissement qui se traduisent par des augmentations des concentrations et des apports à la mer par "bouffées" qui peuvent se révéler très importants en terme de flux annuels. Divers auteurs ont étudié ces relations concentration-débit pour les cours d'eau.

Schématiquement pour les écoulements naturels (64), on a pu observer en premier lieu une baisse des concentrations par dilution pour des augmentations faibles de débit. Au-dessus d'un certain seuil de précipitation et donc de débit, le ruissellement peut apparaître au niveau du sol et se traduire par une érosion avec élévation des concentrations. Pour de plus forts débits (cas des crues), on observe à nouveau une dilution. Ce

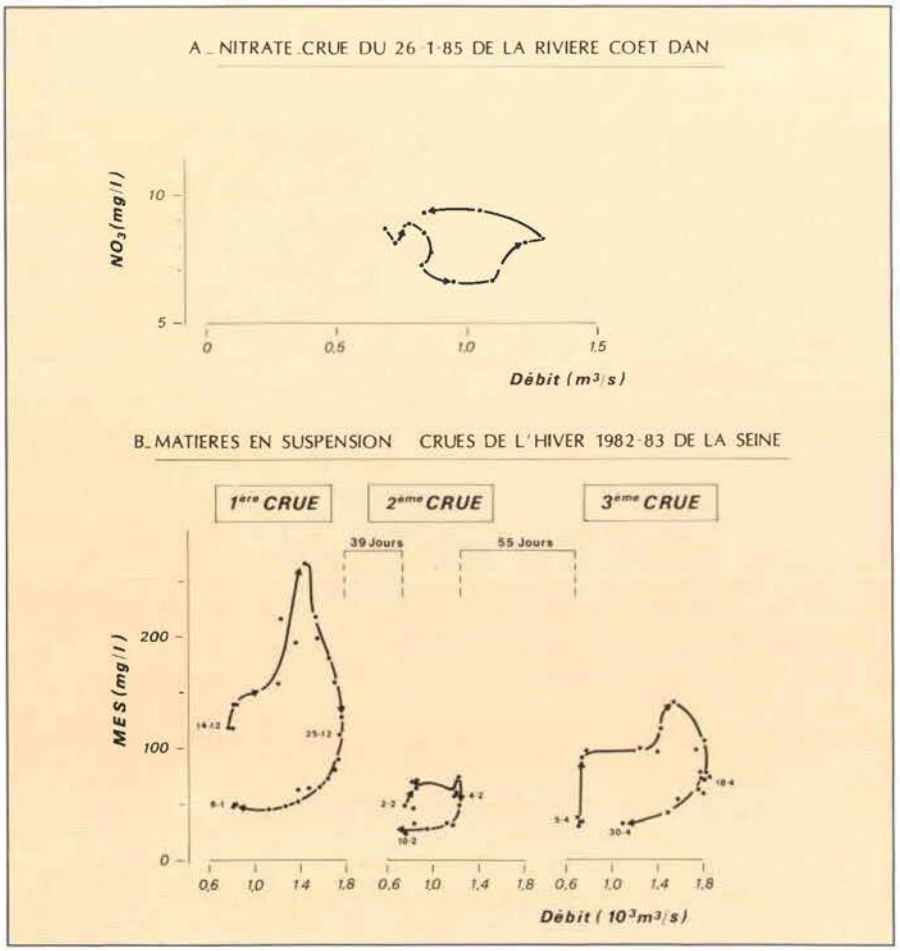
type d'évolution est assez général et se constate avec des variantes selon les caractéristiques propres à chaque bassin versant et aux rejets.

**La figure 23** présente, comme exemples, quelques résultats d'études des débits de crues et des variations concomitantes des concentrations (nitrates, matières en suspension) dans des écoulements naturels très différents (cas d'une petite rivière bretonne et cas de la Seine).

On peut observer un décalage entre les variations des concentrations et des débits, avec une relation de type cyclique. Pour la Seine (12), les transports solides ont lieu durant la phase ascendante des crues et représentent à eux seuls 50 % des apports annuels en 20 jours ; la plus grande partie est apportée lors de la première crue. On retiendra donc l'importance des variations des débits et des concentrations avec des modes qui diffèrent selon les paramètres considérés.

### 1.1.3. Méthodes théoriques disponibles

Pour évaluer les flux avec la meilleure précision, il faut connaître les variations affectant le rejet étudié, et disposer d'un nombre adapté de mesures de débits et de concentrations pour le caractériser. En général, les débits sont mieux connus que les concentrations, leur mesure étant plus aisée. Cependant ce n'est pas le cas pour les canaux de Flandre Maritime dont les faibles débits sont difficiles à quantifier. Deux méthodes peuvent être utilisées selon la manière dont la concentration est reconstituée.




*Source (12, 64)*

**Figure 23 - Variations des concentrations et des débits en période de crue : quelques exemples de relations**

- **Reconstitution des concentrations à partir du débit**

A partir d'une relation concentration-débit, établie pour le rejet étudié, on peut estimer les flux à partir de la seule mesure du débit, mais il faut qu'elle soit bien ajustée, y compris pour les crues. Pour cette raison, cette méthode n'est applicable que pour les rejets relativement constants (industriels, urbains) dont les variations de débits et de concentrations sont contrôlées par l'homme, et souvent simultanées. Par contre, elle n'est pas utilisable pour les écoulements naturels à cause des phénomènes de crues.

- **Reconstitution des concentrations à partir de moyennes de concentrations mesurées**

Le principe général consiste à découper la période de calcul en intervalles de temps choisis et d'intégrer les flux élémentaires correspondants. On obtient plusieurs variantes selon le découpage de la période, selon la méthode de calcul de la concentration moyenne et le type de pondération utilisé, et selon la méthode de calcul du débit moyen à partir des débits instantanés.

Cinq méthodes utilisables sur les écoulements naturels (65) sont présentées dans **le tableau 19**. L'intervalle de temps élémentaire choisi peut être journalier, hebdomadaire, mensuel,... ou correspondre à une phase hydrologique, homogène, déterminée à partir du profil de l'hydrogramme. On peut aussi choisir autant d'intervalles qu'il y a de prélèvements analysés, ce qui est généralement le cas des suivis systématiques, la concentration mesurée est alors considérée comme représentative de l'intervalle.

Ces méthodes permettent des évaluations précises des flux, car elles utilisent des plans d'échantillonnage optimum, en particulier par le choix des intervalles, tenant compte des caractéristiques du rejet étudié.

(1) $M = K\left(\sum_{i=1}^{n} \frac{C_i}{n}\right)\left(\sum_{i=1}^{n} \frac{Q_i}{n}\right)$

(2) $M = K \sum_{i=1}^{n} \left(\frac{C_i Q_i}{n}\right)$

(3) $M = K \sum_{i=1}^{n} \left(\frac{C_i \bar{Q}_p}{n}\right)$

(4) $M = K Q_r \sum_{i=1}^{n} \frac{C_i}{n}$

(5) $M = K \frac{\sum_{i=1}^{n} C_i Q_i}{\sum_{i=1}^{n} Q_i} \times \bar{Q}_r$

M = charge totale exportée
K = coefficient correcteur d'unité
$C_i$ = concentration instantanée associée à un échantillon individuel,
$C_m$ = concentration moyenne,
$Q_i$ = débit instantané au moment du prélèvement,
$\bar{Q}_r$ = débit moyen sur la période d'échantillonnage,
$\bar{Q}_p$ = débit moyen pour la demi-période précédant et la demi-période suivant l'instant d'échantillonnage,
n = nombre d'échantillons.

*Source (65)*

**Tableau 19 - Cinq méthodes de calcul des flux des cours d'eau**

En conclusion, l'évaluation des flux exige, dans les meilleurs cas, que soient définis au préalable l'objectif du calcul que l'on veut effectuer, et le degré de précision souhaité. On définit ensuite une stratégie d'échantillonnage adaptée qui puisse tenir compte des caractères propres aux rejets étudiés.

A l'évidence, dans la présente synthèse, ces conditions ne sont pas remplies et on utilisera les données existantes d'une manière très simplifiée.

## 1.2. Les méthodes utilisées pour l'évaluation régionale

Les données disponibles au plan régional ont été utilisées pour donner une idée générale des flux du plus grand nombre possible de paramètres pour tous les types d'apports à la mer. Les différents flux (bactériens, particulaires, organiques, nutritifs et polluants) ont été évalués en ordre de grandeur, pour la plupart, par simples multiplications des concentrations unitaires ou moyennes disponibles par des débits moyens mesurés, et le plus souvent estimés très approximativement.

**Le tableau 20** récapitule les types de flux en fonction des types d'apports à la mer ; il indique les flux qui ont pu être estimés, ceux pour lesquels les données étaient très fragmentaires et enfin, ceux pour lesquels aucune donnée n'était disponible.

### 1.2.1. Calcul des flux de pollution bactérienne fécale

Les valeurs retenues dans cette étude sont postérieures à 1982. Toutes les données disponibles ont été exploitées. Seules ont été éliminées quelques valeurs isolées faisant double emploi avec des séries chronologiques couvrant des cycles annuels entiers. Dans le cas des suivis, les concentrations moyennes sont les moyennes géométriques des valeurs de la période. En ce qui concerne les débits moyens sur les cours d'eaux possédant des stations de mesures permanentes, les valeurs calculées par AEH ont été retenues. Pour les stations d'épuration, le débit retenu est la moyenne des valeurs relevées par les SATESE. Sur les petits rejets, la valeur unique disponible le plus souvent estimée a été considérée comme valeur moyenne. Lorsque l'on disposait de plusieurs valeurs, la moyenne arithmétique a été calculée.

| TYPES D'APPORTS | TYPES DE FLUX | | | |
|---|---|---|---|---|
| | bactériens | particulaires, organiques et nutritifs | micropolluants | |
| | | | métalliques | organiques |
| **directs** | | | | |
| - domestiques | + | + | — | — |
| - industriels | — | + | (+) | (+) |
| - cours d'eaux | + | + | (+) | (+) |
| **diffus** | | | | |
| - atmosphériques | — | (+) | + | — |
| - dragages | (+) | (+) | + | (+) |

(+) données très fragmentaires
— absence de données.

**Tableau 20 - Flux évalués selon les types d'apports à la mer**

Le flux moyen est le produit de la concentration moyenne par le débit moyen ; il est exprimé en nombre de germes par jour. Le calcul des flux par cette méthode est une opération scabreuse dans la mesure où le faible nombre de résultats disponibles peut faire craindre une grande imprécision.

C'est pour répondre en partie à cette inquiétude que l'Agence de l'Eau a réalisé, dans son étude des rejets bactériens (7), des mesures plus nombreuses sur une douzaine de points. L'étude de la variabilité y révèle toutefois qu'à l'échelle de la journée, la quasi-totalité des résultats sont dans un intervalle d'une puissance de 10, pour un point donné. D'autre part, si l'on considère l'ensemble des résultats de l'année pour un point, 50 % d'entre eux sont situés dans un intervalle d'une puissance de 10.

Enfin, les quelques rejets qui ont fait l'objet de nombreux prélèvements ne montrent pas de différences notables de concentration entre la période estivale (juillet-août) et le reste de l'année. Globalement, l'influence de la surpopulation estivale sur les concentrations des rejets en germes tests, ou sur les flux, s'avère donc faible.

Une autre méthode consisterait à évaluer les flux par recensement dans chaque bassin versant, des populations humaines et animales, pour multiplier ensuite ces chiffres par les masses moyennes d'excrétion journalière, et par les concentrations microbiennes dans les excréments, toutes deux caractéristiques de chaque espèce animale (tableau 3, chapitre 1, première partie).

Cette méthode nécessite une connaissance fine des réseaux d'assainissement jusqu'à l'amont des bassins versants. Une connaissance détaillée du cheptel est également indispensable, sachant qu'une poule peut produire autant de déjections qu'un humain, et une vache 100 fois plus. Les concentrations microbiennes citées dans la littérature pour les *fèces* des diverses espèces sont également très variées (ex : $10^5$ à $10^8$ *E. coli*/g chez l'homme selon les régions, l'âge, l'alimentation), et rien n'indique que les moyennes généralement retenues s'appliquent localement ($7.10^6$ *E. coli* /g, soit $10^9$/jour pour l'homme). Cette méthode suppose en outre une estimation des infiltrations dans le sol et de la mortalité des bactéries fécales ou de leur rétention en général entre leur point d'émission et leur point de rejet en mer.

Enfin, cette méthode, comme la précédente, ne décrit en rien les à-coups de débit. On sait pourtant qu'une forte pluie peut "lessiver" les chaussées et les égouts, et remobiliser brutalement une pollution préalablement décantée. En ce cas, non seulement les débits, mais aussi les concentrations peuvent décupler, les flux résultant faisant plus que centupler. Ces valeurs de pointe, d'autant mieux répercutées à la mer que le réseau d'égouts est développé et peu séparatif, sont la cause de maints déclassements locaux : plages en catégorie D, zones conchylicoles insalubres.

### 1.2.2. Calcul des flux particulaires, organiques et nutritifs

Ces flux ont été calculés pour tous les rejets directs inventoriés dans la cartographie (chapitre 5, première partie) et pour lesquels des données étaient disponibles.

Concernant ces **apports directs**, les flux sont disponibles pour les écoulements naturels, les rejets des stations d'épuration et quelques rejets industriels.

Pour les cours d'eau, les débits sont mesurés en continu pour les rivières principales, mais pas pour les canaux des Flandres dont les écoulements sont faibles ; leurs débits sont alors estimés. Les concentrations sont disponibles avec au mieux une fréquence mensuelle pour les cours d'eau principaux y compris les canaux. Les phénomènes de crues ne sont donc pas pris en compte, et de ce fait, les flux sont très certainement sous-évalués.

Pour les rejets industriels, hormis l'autosurveillance, les mesures de contrôles sont réalisées épisodiquement sous l'égide de la DRIR. L'Agence de l'Eau, quant à elle, estime forfaitairement les flux particulaires et les flux de matières oxydables pour calculer les redevances de pollution.

Pour les rejets des stations d'épuration, les mesures disponibles sont réalisées, par les SATESE au cours de quelques visites de contrôle, chaque année.

On a également rassemblé les informations concernant les apports particulaires arrivant par voie diffuse : retombées atmosphériques et produits de dragages.

### 1.2.3. Calcul des flux de contaminants chimiques

Comme ci-dessus, ces flux ont été calculés à chaque fois que c'était possible pour les apports directs (cours d'eau et rejets industriels), et pour les apports diffus (retombées atmosphériques et dragages).

Pour les cours d'eau, il existe une surveillance continue par mesures mensuelles et trimestrielles et des mesures particulières réalisées au cours des études spécifiques au programme régional.

Pour les rejets industriels majeurs, classés par la DRIR, les mesures sont réalisées dans le cadre de la procédure d'autosurveillance. Leur fréquence fixée par arrêté préfectoral est en général mensuelle.

Concernant les apports diffus de contaminants chimiques, des recherches poussées ont été menées dans le cadre du programme régional pour connaître les produits de dragages portuaires et les retombées atmosphériques.

- **Cas des produits de dragages portuaires**

Les flux sont évalués à partir des teneurs analysées dans les sédiments échantillonnés et des volumes dragués, transformés ensuite en tonnage de matière sèche.

Les **volumes dragués** sont estimés à partir du nombre de rotations et de la charge nominale des engins porteurs. La conversion du volume dragué en poids de matière sèche donne alors lieu à une certaine approximation. Elle se fait en prenant une densité moyenne des vases de 1,3 tonne/$m^3$ et un taux moyen de matières sèches de 40 %.

Le contrôle analytique des sédiments régionaux a été réalisé par un laboratoire unique, l'Institut Pasteur de Lille, tant pour les études du programme régional intégré que pour les analyses destinées aux déclarations portuaires, on bénéficie donc d'une grande homogénéité des méthodes analytiques, permettant ainsi une bonne comparaison des différents ports entre eux. Les analyses de sédiments échantillonnés sont faites de manière rigoureuse, mais l'échantillonnage lui-même peut difficilement rendre compte de la réalité de l'ensemble du sédiment dragué. Plutôt que de pratiquer de façon aléatoire, il a été jugé plus significatif d'analyser des échantillons moyens, résultant du mélange de sous-échantillons. La représentativité est améliorée, mais il persiste une part d'erreur inévitable liée à l'hétérogénéité des sédiments eux-mêmes.

Les teneurs en contaminants sont exprimées en milligramme par kilogramme ($mg.kg^{-1}$) de matière sèche. Le flux d'un contaminant "C" se calcule selon la formule :

$$\text{Flux annuel} = P \times Tc$$

avec :

Tc = teneur moyenne du sédiment en contaminant ($mg.kg^{-1}$),
P = quantité annuelle de matières sèches immergées.

- **Cas des retombées atmosphériques**

Les flux sont exprimés en kilogramme par kilomètre carré et par an ($kg.km^{-2}\ an^{-1}$). Ils ont été calculés pour la frange marine côtière, dans un rectangle de 125 × 5 kilomètres, pour les particules arrivant à la surface de la mer :

— soit, par sédimentation : flux de retombées sèches,
— soit, à la fois par sédimentation, et par les pluies : flux de retombées globales.

Par définition, **le flux de retombées sèches** est égal au produit de la concentration moyenne de l'élément par la vitesse de dépôt de la particule associée à l'élément. Or, la vitesse de dépôt est liée à la taille des particules. Le calcul du flux pour un élément nécessite donc que soient déterminées :

— la taille moyenne des particules transportant un élément donné,
— un modèle mathématique permettant de connaître la vitesse de dépôt pour une taille déterminée.

L'utilisation d'un impacteur en cascade est une technique opératoire permettant une récupération sélective des particules en suspension dans l'air en fonction de leur taille à l'aide d'un ensemble de plaques munies de fentes calibrées. Elle a été appliquée au cas de l'atmosphère marine du littoral du Nord-Pas de Calais (26). Dans tous les sites étudiés (**figure 11**), de nombreuses directions de vent ont été prises en compte. On a adopté les valeurs de diamètre moyen proposées pour les particules vecteurs d'une élément donné (**tableau 21**). La vitesse de dépôt des particules atmosphériques sur la mer dépend non seulement de leur taille et de leur densité, mais encore de la vitesse du vent, de la température, de l'humidité de l'air. Parmi les différents modèles avancés, prenant en compte ces divers paramètres, l'un des modèles les plus récents (SLINN et SLINN, 1980) a été utilisé. La détermination de la vitesse permet alors de calculer le flux de retombées sèches.

| |
|---|
| Na : 2,80 |
| Al : 2,79 |
| Fe : 2,01 |
| K : 1,87 |
| Mn : 1,73 |
| Zn : 1,44 |
| Cu : 1,37 |
| Cd : 1,15 |
| Pb : 0,69 |

**Tableau 21 - Diamètre aérodynamique moyen des particules de retombées sèches**
(masse volumique un.$g.cm^{-3}$)

Concernant **les flux de retombées globales**, on estime généralement que dans les pays tempérés où la hauteur pluviométrique annuelle est voisine de 1 000 mm, ce qui est le cas du littoral Nord-Pas de Calais, une partie importante des retombées atmosphériques se fait par voie humide. L'évaluation de ces retombées est rendue possible par l'utilisation des jauges d'Owen qui recueillent les retombées globales, à la fois sèches et humides, par dépôt naturel, en continu. Les retombées humides sont donc connues par différence.

Ces mesures ont été réalisées sur le littoral par deux organismes : d'une part, la DRIR, qui a mis en place un réseau manuel de surveillance (7 stations sur le littoral en 1983 et 9 en 1984), les prélèvements recueillis étant analysés dans le laboratoire de chimie de l'Ecole des Mines de Douai. D'autre part, l'Université des Sciences et Techniques de Lille, dans le cadre du programme régional intégré (5 stations du littoral contrôlées en 1982 et 1983 ont permis de récupérer 119 échantillons). Les jauges d'Owen placées par la DRIR, ayant pour but la surveillance des points d'émission les plus sensibles, sont mis à proximité immédiate de ces sources. Il est clair que les données brutes recueillies vont refléter alors un état de contamination très local de l'air pouvant difficilement être extrapolé à plusieurs kilomètres de distance et donc

à l'atmosphère marine. Dans ces conditions, les cinq sites d'étude choisis dans le programme régional sont apparus plus représentatifs de l'atmosphère du littoral. Ce sont ces données qui ont donc été utilisées prioritairement (26) pour calculer les flux.

Exception faite pour le sodium dont les teneurs, intimement liées aux conditions atmosphériques, fluctuent largement, les retombées des autres métaux s'effectuent indépendamment, semble-t-il, des rythmes saisonniers.

### 1.2.4. Conclusion

Tous les calculs de flux se résumeront dans le présent rapport à multiplier une concentration moyenne par un volume annuel (ou une surface choisie). Dans l'ensemble, le nombre de données disponibles ne prend que très rarement en compte les variations, naturelles ou non. En conséquence, les flux présentés doivent être considérés comme des ordres de grandeur, plutôt que comme des résultats représentatifs des apports.

Les cours d'eau principaux comptent parmi les apports les plus sujets à variations ; ce sont aussi ceux pour lesquels les données sont les plus nombreuses, mais la fréquence de mesure ne prend pas en compte les phénomènes de crues et les apports correspondants. Les flux sont donc très certainement sous évalués.

Les autres rejets industriels et urbains sont, dans l'ensemble, moins sujets à variations, mais ils sont peu fréquemment contrôlés ; seuls les rejets jugés *a priori* les plus importants font l'objet d'une surveillance.

Des études détaillées n'ont été réalisées que sur les apports diffus (produits de dragages, retombées atmosphériques), dans le cadre du programme régional intégré, afin de compléter le panorama des flux à la mer. On se montrera donc très prudent quant aux comparaisons des flux entre eux.

Ci-après, on présente les trois catégories principales de flux :

— les flux bactériens,
— les flux particulaires, organiques et nutritifs,
— les flux de contaminants chimiques.

Dans chaque chapitre, on fait une analyse des apports directs par secteurs géographiques, puis des apports diffus avant de dresser un récapitulatif, paramètre par paramètre. A titre indicatif, on fournit, pour chaque paramètre, une figure illustrant l'ensemble des flux disponibles.

# 2. LES FLUX BACTÉRIENS

LES flux bactériens, exprimés en bactéries témoins de contamination fécale (*Escherichia Coli et Streptocoques fécaux*), seront examinés en allant du nord au sud de la région. Ils sont notés en puissance de 10 ; exemple : 4.9E9 signifie $4{,}9 \times 10^9$, soit 4 900 000 000 germes.

Ces flux ont été calculés pour tous les déversements directs à la côte inventoriés dans la cartographie (première partie, chapitre 5). Chaque tableau de calcul, ci-après, reprend, **secteur par secteur,** le numéro des rejets à la mer servant d'idenfication dans la cartographie. Il peut s'agir d'un égout urbain, d'un rejet industriel ou d'eaux pluviales si des concentrations bactériennes notables y ont été détectées, ou encore, d'un écoulement naturel, ruisseau, fleuve. Ceci explique la grande diversité des débits ($m^3/h$) présentés dans les tableaux de calcul.

## 2.1. Flux par secteurs géographiques

### Secteur Zuydcoote

Par temps sec, on observe uniquement le rejet des eaux de piscine d'un établissement hospitalier, en haut de plage. En période de pluie, les réseaux d'égouts se mettent en charge, et les apports sont contaminés bactériologiquement.

| NUMÉRO PLANCHE | NUMÉRO REJET | NOMBRE DE DONNÉES | DÉBIT ($m^3/h$) | CONCENTRATION/100 ml | | FLUX/24h | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | | | *E. Coli* | *Strep. f.* | *E. Coli* | *Strep. f.* |
| 1 ZUYDCOOTE | 1R1 | 6 | 3,3 | 1 000 | 5 000 | 8.0E8 | 4.0E9 |
| | **Total secteur Zuydcoote** | | | | | **8.0E8** | **4.0E9** |

### Secteur Dunkerque-Est

Le Service Maritime du Nord a répertorié 223 rejets pour lesquels des données bactériologiques ne sont pas toujours disponibles. En fait, les flux polluants issus du port de Dunkerque peuvent être attribués à trois grandes origines (2R1, 2R3, 2R5 + 2R6), dont les poids respectifs ont été étudiés en 1983 (46). Bien que les flux varient beaucoup, notamment avec la pluviosité, le canal exutoire (2R1) est la source la plus importante.

### Secteur Dunkerque-Ouest

Six rejets de faibles débits ont été répertoriés dans le port Ouest (3R1, 3R3, 3R4, 3R5, 3R6).

L'un des rejets les plus importants (3R6) est actuellement tari, depuis

| NUMÉRO PLANCHE | NUMÉRO REJET | NOMBRE DE DONNÉES | DÉBIT ($m^3/h$) | CONCENTRATION/100 ml | | FLUX/24h | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | | | *E. Coli* | *Strep. f.* | *E. Coli* | *Strep. f.* |
| 2 DUNKERQUE EST | 2R1 | 24 | 16 667 | 37 000 | 26 000 | 1.5E14 | 1E14 |
| | 2R3 | 22 | 100 000 | 670 | 190 | 1.6E13 | 4.6E12 |
| | 2R5 + 2R6 | 2 | 18 750 | 270 | 130 | 1.2E12 | 6.0E11 |
| | **Total secteur Dunkerque Est** | | | | | **1.7E14** | **1.1E14** |

l'arrêt des activités de construction métallique.

Dans l'avant-port, le seul rejet répertorié est celui du stockage pétrolier CFP (4R1) qui reprend essentiellement des eaux de ruissellement. Le flux total de l'ensemble port et avant-port est dilué dans un énorme volume d'eau voisin de 60 millions de $m^3/j$, ce qui explique l'absence de pollution bactérienne des plages voisines.

**Secteur Gravelines**

Les concentrations en bactéries fécales dans le rejet de la centrale EDF (4R2) sont faibles, car les eaux de refroidissement sont prélevées dans l'Avant-Port Ouest de Dunkerque, peu pollué. De plus, une chloration est en service pendant une grande partie de l'année (8 mois environ). Le flux constaté, produit d'une concentration infime par un débit très fort (de l'ordre de $200\ m^3/s$) est sans signification sanitaire. A noter aussi que les *E. Coli* semblent plus sensibles à la chloration que les *Streptocoques fécaux.*

Concernant l'estuaire de l'Aa, un grand nombre de rejets existent sur la partie terminale. Aucun résultat de surveillance régulière n'est disponible pour tous ces rejets. Mais deux campagnes de mesures ont été réalisées en 1985 et 1986 portant sur l'Aa et les principaux apports. Les flux mesurés en amont de Gravelines représentent moins de 10 % du flux rejeté en mer, aussi a-t-on mesuré les flux en aval de l'agglomération, après le confluent de l'Aa (4R5) avec la rivière d'Oye (4R6).

Au-delà de ce confluent, l'Aa reçoit encore, sur son cours marin, quatre rejets : le Schelvliet, exutoire de la station d'épuration de Gravelines, (4R4), l'égout urbain de Petit-Fort-Philippe, (4R3), l'égout urbain de Grand-Fort-Philippe (4R8) et le rejet de la station d'épuration de Grand-Fort-Philippe (4R7), les deux derniers présentent des flux importants.

| NUMÉRO PLANCHE | NUMÉRO REJET | NOMBRE DE DONNÉES | DÉBIT ($m^3/h$) | CONCENTRATION/100 ml | | FLUX/24h | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | | | *E. Coli* | *Strep. f.* | *E. Coli* | *Strep. f.* |
| 3 | 3R1 | 1 | 0,001 | 93 | 1 500 | 2.2E5 | 3.6E6 |
| LOON-PLAGE | 3R3 | 2 | 0,24 | 150 000 | 110 000 | 2.7E10 | 4.1E9 |
| | 3R4 | 1 | 0,21 | 240 000 | 460 000 | 1.2E10 | 2.3E10 |
| | 3R5 | 1 | 0,18 | 24 000 000 | 110 000 | 1.0E12 | 4.8E9 |
| 4 | 3R6 | 1 | 0,36 | 1 100 000 | 1 500 000 | 9.5E10 | 1.3E11 |
| GRAVELINES | 4R1 | 1 | 4,2 | 43 | 93 | 4.3E7 | 9.3E7 |
| | **Total secteur Dunkerque ouest** | | | | | **1.1E12** | **1.6E11** |

| NUMÉRO PLANCHE | NUMÉRO REJET | NOMBRE DE DONNÉES | DÉBIT ($m^3/h$) | CONCENTRATION/100 ml | | FLUX/24h | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | | | *E. Coli* | *Strep. f.* | *E. Coli* | *Strep. f.* |
| 4 | 4R2 | 52 | 580 000 | < 3 | 15.6 | | 2.E12 |
| GRAVELINES | 4R3 | 1 | 1.4 | 20 000 000 | 1 800 000 | 6.9E12 | 6.2E11 |
| | 4R4 | 1 | 380 | 4 500 | 720 | 1.5E12 | 2.4E11 |
| | 4R5 + 4R6 | 1 | 27 000 | 640 | 43 | 3.0E12 | 4.1E11 |
| | 4R7 | 1 | 13.4 | 1 900 000 | 5 600 000 | 6.1E12 | 1.7E13 |
| | 4R8 | 1 | 2.9 | 1 100 000 | 750 000 | 7.7E11 | 5.2E11 |
| | **Total secteur Gravelines** | | | | | **1.7E13** | **1.8E13** |

**Secteur Calais**

Aucun rejet ne semble exister sur la commune de Marck, l'égout du Centre Aéré (5R1) étant à sec.

A Calais, les principaux rejets sont constitués par trois canaux (6R5, 6R9, 6R10) dont deux ont une contamination élevée : le canal de Marck (6R5) et le canal d'Asfeld, exutoire du canal des Pierrettes (6R10).

Le débit important du canal d'Asfeld est responsable de l'apport principal (80 % du total de l'agglomération de Calais).

A Sangatte, un seul petit rejet (7R1), en principe pluvial, atteint la mer. Les autres effluents de l'agglomération vont en direction de Calais via le canal des Pierrettes. Le chantier du tunnel sous la Manche pourrait créer un second rejet sur cette commune.

| NUMÉRO PLANCHE | NUMÉRO REJET | NOMBRE DE DONNÉES | DÉBIT ($m^3/h$) | CONCENTRATION/100 ml | | FLUX/24h | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | | | *E. Coli* | *Strep. f.* | *E. Coli* | *Strep. f.* |
| 5 | 5R1 | | | | | 0 | 0 |
| MARCK | 6R4 | | 0 | pas de données | | | |
| 6 | 6R5 | 7 | 1 440 | 150 000 | 21 000 | 5.2E13 | 7.3E12 |
| CALAIS | 6R7 | 1 | 1 | 150 000 | 23 000 | 3.6E10 | 5.5E9 |
| | 6R8 | 1 | 1 | 930 | 9 300 | 2.2E8 | 2.2E9 |
| | 6R9 | 7 | 3 960 | 1 900 | 3 100 | 1.8E12 | 3.0E12 |
| | 6R10 | 7 | 7 560 | 140 000 | 88 000 | 2.5E14 | 1.7E14 |
| | 6R11 | | 0 | pas de données | | | |
| 7 WISSANT | 7R1 | 1 | 0,1 | 4 300 | 9 300 | 1.0E8 | 2.2E8 |
| | **Total secteur Calais** | | | | | **3.0E14** | **1.8E14** |

**Secteur Baie de Wissant** (Escalles à Griz-Nez)

A Escalles, le seul rejet (7R2) est l'exutoire du réseau unitaire de la commune. Les projets d'épuration à l'étude rencontrent un certain nombre de difficultés dues au site (site classé, pente forte et proximité d'un captage d'eau de distribution).

A Wissant, plusieurs petits ruisseaux côtiers débouchent sur le territoire de la commune (7R3, 7R4, 7R5). Un seul, le ruisseau d'Herlen (7R5), présente une contamination importante, car il reprend les effluents d'une grande partie de la commune. Un projet de station d'épuration par infiltration dunaire reprenant ce ruisseau est à l'étude.

A Tardinghen, le ruisseau des Anguilles (8R1) est moyennement pollué, par des habitations implantées dans la dune, par un camping et quelques fermes situés en amont.

A Audinghen, sur la plage, s'écoule un exutoire (8R2) qui reprend les effluents bruts des habitations implantées sur la côte du Phare et dans le vallon jusqu'au hameau de Framzelle.

**Secteur Nord-Boulogne** (Gris-Nez à Wimereux)

**A Audresselles,** les rejets se font directement sur la plage, mais l'apport le plus important est constitué par le ruisseau de la Manchue (8R8), exutoire de la station d'épuration d'Ambleteuse.

**A Ambleteuse**, à l'exception de la rivière la Slack (9R2), qui représente 90 % des apports, un égout important (9R1) se jette dans la partie aval de l'estuaire de la Slack.

**A Wimereux,** quelques rejets se font sur la plage (9R3, 9R5, 9R6), mais le flux le plus important est constitué par la rivière le Wimereux (9R4), qui représente à elle seule la quasi totalité du flux. Cette rivière reçoit sur sa partie terminale, outre divers rejets, l'effluent de la station d'épuration de Wimille-Wimereux.

| NUMÉRO PLANCHE | NUMÉRO REJET | NOMBRE DE DONNÉES | DÉBIT ($m^3/h$) | CONCENTRATION/100 ml | | FLUX/24h | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | | | *E. Coli* | *Strep. f.* | *E. Coli* | *Strep. f.* |
| 7 WISSANT | 7R2 | 13 | 7.6 | 2 500 000 | 1 000 000 | 4.6E12 | 1.8E12 |
| | 7R3* | 4 | 25 | 77 | 8 | 4.6E8 | 4.9E7 |
| | | 4 | 0.9 | 380 | 140 | 7.9E7 | 2.9E7 |
| | 7R4 | 2 | 300 | 130 | 100 | 9.6E9 | 7.2E9 |
| | 7R5 | 35 | 670 | 100 000 | 45 000 | 1.6E13 | 7.2E12 |
| 8 GRIS-NEZ | 8R1 | 14 | 330 | 3 200 | 320 | 1.7E11 | 3.3E10 |
| | 8R2 | 15 | 3.5 | 320 000 | 25 000 | 2.3E11 | 2.3E10 |
| | **Total secteur Baie de Wissant** | | | | | **2.1E13** | **9.1E12** |

* Rejets distincts regroupés

| NUMÉRO PLANCHE | NUMÉRO REJET | NOMBRE DE DONNÉES | DÉBIT ($m^3/h$) | CONCENTRATION/100 ml | | FLUX/24h | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | | | *E. Coli* | *Strep. f.* | *E. Coli* | *Strep. f.* |
| 8 GRIS-NEZ | 8R3 | 2 | 3.5 | 7 400 | 430 | 6.2E9 | 3.6E8 |
| | 8R4 | 2 | 0.015 | 2 300 000 | 230 000 | 8.3E9 | 8.4E8 |
| | 8R5 | 1 | 0.6 | 9 300 000 | 930 000 | 1.3E11 | 1.3E10 |
| | 8R6* | 2 | 0.01 | 930 000 | 93 000 | 5.0E10 | 2.8E9 |
| | | 2 | 0.001 | 430 000 | 93 000 | 4.6E8 | 6.8E7 |
| | 8R7 | 2 | 0.05 | 15 000 000 | 230 000 | 1.8E11 | 2.8E9 |
| | 8R8 | 14 | 120 | 160 000 | 25 000 | 4.7E12 | 7.0E11 |
| | **Total Audresselles** | | | | | **5.1E12** | **7.2E11** |
| 9 BOULOGNE | 9R1* | 13 | 0.001 | 93 000 | 39 000 | 2.7E7 | 9.0E6 |
| | | 13 | 4.5 | 160 000 | 25 000 | 1.8E11 | 2.4E10 |
| | 9R2 | 24 | 2 400 | 2 700 | 560 | 1.6E12 | 3.2E11 |
| | **Total Ambleteuse** | | | | | **1.8E12** | **3.4E11** |
| | 9R3 | 2 | 10 | 13 000 | 3 000 | 3.0E10 | 7.3E9 |
| | 9R4 | 24 | 4 000 | 27 000 | 7 800 | 2.6E13 | 7.5E12 |
| | 9R5 | 23 | 32 | 25 000 | 2 500 | 1.9E11 | 1.9E10 |
| | 9R6 | 5 | 2.5 | 2 300 | 1 100 | 1.4E9 | 6.6E8 |
| | | 5 | 6 | 9 700 | 3 500 | 1.4E10 | 5.0E9 |
| | | 5 | 250 | 43 | 2 300 | 7.0E5 | 8.0E7 |
| | **Total Wimereux** | | | | | **2.6E13** | **7.5E12** |

| NUMÉRO PLANCHE | NUMÉRO REJET | NOMBRE DE DONNÉES | DÉBIT ($m^3/h$) | CONCENTRATION/100 ml | | FLUX/24h | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | | | *E. Coli* | *Strep. f.* | *E. Coli* | *Strep. f.* |
| 9 BOULOGNE | 9R7* | 17 | 0.005 | 430 | 1 500 | 5.0E5 | 1.0E6 |
| | | 17 | 60 | 69 000 | 69 000 | 1.0E12 | 1.0E12 |
| | | 17 | 3.6 | 2 300 000 | 1 200 000 | 2.0E12 | 1.0E12 |
| | | 17 | 0.18 | 690 000 | 6 300 000 | 3.0E10 | 2.8E11 |
| | | 17 | 0.18 | 690 000 | 230 000 | 3.0E9 | 1.0E9 |
| | | 17 | 4.7 | 44 000 | 16 000 | 5.0E10 | 1.8E10 |
| | | 17 | 0.9 | 1 300 | 3 200 | 2.7E8 | 7.0E8 |
| | 9R8 | 2 | 19 | 480 000 | 1 100 000 | 2.2E12 | 4.9E12 |
| | 9R9 | 4 | 0.5 | 1 300 000 | 1 000 000 | 1.6E11 | 1.2E11 |
| | 9R10 | 4 | 115 | 3 200 000 | 980 000 | 8.8E13 | 2.7E13 |
| | 9R11 | 24 | 12 600 | 19 000 | 3 100 | 5.7E13 | 9.4E13 |
| | 9R12 | 4 | 200 | 440 000 | 380 000 | 2.1E13 | 1.8E13 |
| | 9R13 | 4 | 10 | 2 800 000 | 1 300 000 | 6.7E12 | 3.2E12 |
| | 9R14 | 4 | 18 | 1 800 000 | 810 000 | 7.6E12 | 3.5E12 |
| | 9R15* | 3 | 750 | 170 | 430 | 3.0E10 | 7.7E10 |
| | | 3 | 20 | 23 000 | 230 | 2.0E10 | 8.6E9 |
| | 9R16 | 1 | 750 | 1 500 | 2 300 | 2.7E11 | 4.0E11 |
| | 9R17 | 2 | 4 | 59 000 | 310 000 | 5.7E10 | 3.0E11 |
| | 9R18 | 1 | 6 400 | 230 | 2 300 | 3.5E11 | 3.5E12 |
| | 9R19 | 2 | 8.2 | 460 | 730 | 9.1E8 | 1.4E9 |
| | **Total secteur Boulogne** | | | | | **1.9E14** | **1.6E14** |

* Rejets distincts regroupés.

| NUMÉRO PLANCHE | NUMÉRO REJET | NOMBRE DE DONNÉES | DÉBIT ($m^3/h$) | CONCENTRATION/100 ml | | FLUX/24h | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | | | *E. Coli* | *Strep. f.* | *E. Coli* | *Strep. f.* |
| 9 BOULOGNE | 9R20 | 2 | 10 | 3 | 3 | 7.2E6 | 7.2E6 |
| | 9R21* | 3 | 0.5 | 9 | 130 | 1.1E6 | 1.6E7 |
| | | 3 | 16 | 3 | 3.6 | 1.2E7 | 1.4E7 |
| | 9R22* | 22 | 89 | 2 100 000 | 590 000 | 4.5E13 | 1.3E13 |
| | | 22 | 84 | 2 200 000 | 580 000 | 4.4E13 | 1.2E13 |
| | 9R23 | 6 | 96 | 250 000 | 110 000 | 5.8E12 | 2.5E12 |
| | 9R24 | 2 | 25 | 60 000 | 150 000 | 3.6E11 | 9.0E11 |
| | **Total Le Portel** | | | | | **9.6E13** | **3.3E13** |
| 10 HARDELOT | 10R1* | 33 | 7.7 | 11 000 000 | 12 000 000 | 2.0E13 | 2.3E13 |
| | | 33 | 10 | 13 000 | 3 800 | 3.0E10 | 9.0E9 |
| | 10R2* | 11 | 7.7 | 1 400 000 | 540 000 | 2.6E12 | 1.0E12 |
| | | 11 | 0.025 | 43 000 | 230 000 | 5.0E8 | 3.0E9 |
| | 10R3 | 11 | 98 | 10 000 | 4 200 | 2.4E11 | 9.9E10 |
| | **Total Equihen** | | | | | **2.3E13** | **2.4E13** |
| | 10R4 | 24 | 680 | 23 000 | 1 000 | 3.8E12 | 1.6E11 |
| | 10R5 | 2 | | 150 | 60 | | |
| | **Total Hardelot** | | | | | **3.8E12** | **1.6E11** |
| | 10R6 | 2 | | 100 | 460 | | |
| | 10R7 | 2 | | 730 | 730 | | |
| | 10R8 | 2 | 180 | 2 300 | 100 | 1.0E11 | 4.3E9 |
| | **Total Dannes** | | | | | **1.0E11** | **4.3E9** |
| | 10R9 | 10 | 220 | 98 000 | 10 000 | 5.2E12 | 5.5E11 |
| | 10R10* | 3 | 3 | 9 300 000 | 2 300 000 | 6.7E12 | 1.7E12 |
| | | 3 | 25,3 | 69 | 14 | 4.2E8 | 8.5E7 |
| | **Total Camiers** | | | | | **1.2E13** | **2.3E12** |

* Rejets distincts regroupés.

### Secteur Boulogne

Boulogne, à l'égal des autres grandes agglomérations portuaires, est un ensemble complexe dans lequel on peut distinguer plusieurs sous-ensembles : la Liane (9R11), la rive nord (9R7 à 9R10), la rive sud (9R12 à 9R19).

La Liane reçoit les eaux de la station d'épuration de Boulogne et traverse une zone très urbanisée sur sa partie terminale.

La rive nord du port est surtout contaminée dans sa partie proche de la Liane. Tous les rejets du boulevard Sainte-Beuve (9R7) s'écoulent sur la plage, mais ne représentent que 2 % du total des rejets boulonnais.

La rive sud est en évolution ces dernières années, car des travaux d'assainissement sont en cours : renvois sur la station d'épuration, suppression du rejet de la capitainerie (9R13).

Les rejets 9R15 à 9R19 ont pour exutoire la rade de Boulogne. Ceux des aciéries SFPO (9R15, 9R16, 9R18) correspondent à des eaux de refroidissement.

### Secteur Sud-Boulogne

**Au Portel**, le principal rejet est celui de l'Epi (9R22) qui représente l'un des flux les plus importants de la région. C'est l'exutoire du réseau conçu à l'origine comme uniquement pluvial. On constate que le flux correspondant au rejet est dix fois moins important que celui de la station du Portel (9R23).

**A Equihen**, la station d'épuration (10R1) représente la plus grande part des apports ; c'est une station ancienne, souvent en surcharge, dont l'extension est à l'étude. On peut signa-

ler des rejets relativement importants face à la rue du Battez (10R2).

**A Hardelot**, le ruisseau de la Becque (10R4) recueille des eaux usées provenant des communes situées en amont.

**A Dannes**, trois ruisseaux côtiers (10R6, 10R7, 10R8) arrivent sur le territoire de la commune ; le seul dont le flux soit important est le ruisseau Crevé (10R8).

**A Camiers**, le ruisseau de Dannes (10R9) et le rejet des campings se jetant dans le ruisseau du Beau Rocher (10R10) sont la cause d'un flux important par rapport à la taille de l'agglomération.

| NUMÉRO PLANCHE | NUMÉRO REJET | NOMBRE DE DONNÉES | DÉBIT ($m^3/h$) | CONCENTRATION/100 ml | | FLUX/24h | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | | | *E. Coli* | *Strep. f.* | *E. Coli* | *Strep. f.* |
| 11 LE TOUQUET | 11R1 | 4 | 22.5 | 810 000 | 490 000 | 4.4E12 | 2.6E12 |
| | 11R2* | 10 | 0.001 | 1 800 000 | 9 900 | 4.0E8 | 2.3E6 |
| | | 10 | 0.25 | 3 000 000 | 76 000 | 1.8E11 | 4.6E9 |
| | | 10 | 0.25 | 3 000 000 | 64 000 | 1.8E11 | 3.8E9 |
| | | 10 | 4. | 6 300 000 | 99 000 | 6.0E12 | 9.5E11 |
| | | 10 | 0.02 | 3 000 000 | 31 000 | 1.4E10 | 1.3E8 |
| | 11R3* | 10 | 0.75 | 89 000 | 610 000 | 1.4E10 | 1.0E11 |
| | | 10 | 0.7 | 750 000 | 240 000 | 1.6E11 | 4.0E10 |
| | | 10 | 0.045 | 150 000 | 2 800 | 1.6E9 | 3.0E7 |
| | | 10 | 0.8 | 100 000 | 7 300 | 2.0E10 | 1.4E9 |
| | | 10 | | | | 1.0E5 | 5.0E5 |
| | 11R4 | 2 | | | | 1.9E13 | 2.7E11 |
| | 11R5* | 9 | 0.05 | 150 | 200 | 1.8E6 | 2.4E6 |
| | | 9 | | | | 5.5E4 | 8.6E3 |
| | | 9 | | | | 1.3E5 | 1.4E4 |
| | | 9 | | | | 2.0E8 | 2.0E7 |
| | 11R6 | 2 | 25 | 1 700 000 | 1 700 000 | 1.0E13 | 1.0E13 |
| | 11R7 | 8 | 54 000 | 2 500 | 470 | 3.2E13 | 6.1E12 |
| | **Total Etaples** | | | | | **7.2E13** | **2.0E13** |

| NUMÉRO PLANCHE | NUMÉRO REJET | NOMBRE DE DONNÉES | DÉBIT ($m^3/h$) | CONCENTRATION/100 ml | | FLUX/24h | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | | | *E. Coli* | *Strep. f.* | *E. Coli* | *Strep. f.* |
| 11 LE TOUQUET | 11R8 | 0 | | | | | |
| | 11R9 | 6 | 130 | 700 | 140 | 2.1E10 | 4.1E9 |
| | 11R10 | 2 | | | | 2.2E11 | 1.0E11 |
| | 11R11 | 2 | | | | 5.5E8 | 5.5E8 |
| | 11R12* | 12 | 0 | | | | |
| | | 12 | 0.5 | 150 | 1 500 | 1.8E7 | 1.8E8 |
| | | 12 | | | | 5.0E9 | 1.0E10 |
| | | 12 | 1.5 | 4 300 | 1 000 000 | 2.4E7 | 1.4E9 |
| | | 12 | | | | 1.0E11 | 2.2E11 |
| | | 12 | 0.05 | 920 | 2 300 | 1.1E7 | 2.8E7 |
| | | 12 | 0.5 | 43 000 | 7 500 | 5.2E9 | 9.0E8 |
| | | 12 | 0.1 | 210 000 | 540 000 | 5.0E9 | 1.3E10 |
| | 11R13* | 1 | 146 | 40 000 | 75 | 2.0E4 | 2.0E4 |
| | 11R14 | 2 | | | | 3.4E8 | 2.5E7 |
| | **Total Le Touquet** | | | | | **3.7E11** | **3.5E11** |
| | 11R15 | 2 | 55 | 320 | 33 | 4.2E9 | 4.4E8 |
| | 11R16 | 2 | 1.5 | 4 400 000 | 94 000 | 1.6E12 | 3.4E10 |
| | **Total Merlimont** | | | | | **1.6E12** | **3.4E10** |

* Rejets distincts regroupés.

**Secteur Etaples-Le Touquet**

**A Etaples**, la présence de la Canche (11R7) ne suffit pas à expliquer le flux important : elle n'en apporte que la moitié environ. On note l'existence de nombreux rejets dont les plus importants sont : la station d'épuration (11R1), l'égout du quartier Pasteur (11R2) et surtout les deux égouts des rues Dezoteux (11R4) et du square (11R6). La capacité de la station d'épuration est passée en 1987 à 15 000 habitants.

**Au Touquet**, la mise en service, en 1985, de la station d'épuration (11R9) a amélioré récemment la situation, surtout grâce à une chloration efficace qui est prévue pour fonctionner toute l'année. De nombreux égoûts subsistent sur la rive gauche de la Canche. Un rejet important (11R10) devrait être supprimé prochainement.

**A Merlimont**, un égout important (11R16) est à signaler car il reprend des eaux usées brutes et représente la quasi-totalité du flux.

**Secteur Berck**

A Berck, peu de rejets se font sur la façade maritime. La station d'épuration (12S5) se rejette, après un long parcours dans les fossés, au fond de la Baie de l'Authie.

A Waben, la rivière l'Authie (12R4) a un flux important qui s'explique plutôt par son débit que par les concentrations bactériennes mesurées qui sont assez faibles.

| NUMÉRO PLANCHE | NUMÉRO REJET | NOMBRE DE DONNÉES | DÉBIT ($m^3/h$) | CONCENTRATION/100 ml | | FLUX/24h | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | | | *E. Coli* | *Strep. f.* | *E. Coli* | *Strep. f.* |
| 12 BERCK | 12R1 | 2 | | | | 7.0E11 | 5.5E11 |
| | 12R2 | 0 | | pas de données | | | |
| | 12R3 | 0 | | pas de données | | | |
| | 12R4 | 24 | 23 400 | 810 | 410 | 4.5E12 | 2.3E12 |
| | **Total secteur Berck** | | | | | **5.1E12** | **2.8E12** |

## 2.2. Remarques sur la désinfection des eaux usées

Certaines stations d'épuration disposent d'un équipement spécifique pour diminuer la charge bactérienne d'origine fécale de l'effluent traité. On vise, grâce à cet équipement, le maintien d'une bonne qualité sanitaire des eaux littorales.

Parmi les divers systèmes de désinfection utilisables, le plus répandu sur le littoral régional est le procédé par chloration. Onze stations, soit près de la moitié du parc, sont équipées d'un système d'injection de chlore. Huit d'entre elles sont situées sur la façade ouest. Les grandes agglomérations dont les effluents débouchent à proximité de secteurs fréquentés pour la baignade et la conchyliculture, sont pour la plupart équipées (tableau 4).

D'autres procédés plus rustiques permettent de diminuer la charge bactérienne. Ils ont été mis en place récemment dans des communes à faible densité de population : le lagunage (à Camiers, à Audresselles) et l'infiltration dans les sables dunaires (projet de Wissant).

On admet qu'une épuration est efficace lorsqu'elle ramène la charge bactérienne à un taux résiduel inférieur ou égal à 3 unités de logarithme par 100 ml (soit une réduction d'un facteur 1 000 du niveau de contamination). Les performances des dispositifs de désinfection en place ont été contrôlés en 1984 (21). Les charges bactériennes après désinfection sont en général significativement plus faibles. Les concentrations sont ramenées à des niveaux de l'ordre de 3 à 4 unités de logarithme par 100 ml pour les effluents des stations récentes de Le Touquet (11R9), de Wimereux (9R4), de Boulogne (9R11). On atteint 5 unités de logarithme par 100 ml pour ceux de Le Portel (9R23) et d'Etaples (11R1).

Par comparaison, la charge en *Escherichia coli* d'un effluent non désinfecté ou d'un égout est de l'ordre de 6 à 8 unités de logarithme par 100 ml (chapitre 2, première partie). Certes la désinfection produit une diminution des charges bactériennes et donc des flux à la mer, mais les rendements sont très variables selon les installations, et dans certains cas, insuffisants. Les raisons en sont multiples (21). Il peut s'agir du coût du désinfectant qui incite à limiter son emploi, mais il peut s'agir aussi de la conception même du dispositif. Ceci explique en partie que les flux bactériens ayant fait l'objet d'une désinfection restent malgré tout parmi les plus élevés de la région d'autant qu'ils concernent toujours des débits importants.

De plus, la désinfection n'est pas permanente. Elle intervient au mieux en période estivale pour garantir la qualité des eaux de baignade. Elle est rare en hiver, période lors de laquelle les flux bactériens à la mer sont probablement les plus élevés. Dans ces conditions, la salubrité des eaux au regard des normes conchylicoles ne peut être atteinte.

En conclusion, on est conduit à recommander le maintien et l'amélioration des systèmes de désinfection en place. Cela consiste à les utiliser de manière effective, et à instaurer une surveillance des paramètres bactériologiques en appui aux exploitants des stations d'épuration. Le désinfectant devra être appliqué en quantités optimales, sachant que le chlore résiduel et les dérivés chlorés (chloramines) sont toxiques. L'amélioration des bassins de chloration sera recherchée, l'injection de désinfectant par asservissement au débit, son mélange, le temps de contact optimal sont autant d'éléments qui seront recherchés (21).

En zone conchylicole, une désinfection hors période estivale devrait être étudiée. D'une manière générale, on constate que beaucoup de rejets ne sont pas désinfectés, c'est en particulier le cas de certaines agglomérations et de rejets isolés. Leur raccordement à un réseau d'assainissement est, dans ce cas, un préalable indispensable.

Enfin, on cherchera à promouvoir, lorsqu'ils sont utilisables, les procédés "extensifs" d'épuration, performants au plan bactériologique. Ce sont le lagunage et l'infiltration dans les sols, qu'il s'agisse d'assainissement collectif ou d'assainissement autonome. Ces procédés font d'ailleurs l'objet d'un développement progressif dans la Région. Ils sont moins coûteux que les procédés intensifs et peuvent accepter des variations saisonnières de population pour peu qu'ils aient été dimensionnés à cet effet. Ils sont particulièrement adaptés aux rejets éloignés et aux possibilités des communes isolées.

## 2.3. Cas des dragages portuaires à Boulogne et à Calais

La contamination bactérienne des sédiments a été étudiée dans les ports de Boulogne et de Calais (49).

A Boulogne, les concentrations présentent un gradient décroissant depuis le fond du port jusque vers la sortie de la rade. Les concentrations médianes, par gramme de sédiment, sont de l'ordre de 160 pour les *E. coli* et 400 pour les streptocoques fécaux.

A Calais, les concentrations sont plus uniformes, et aussi plus élevées ; 250 pour les *E. coli* et 1 000 pour les streptocoques fécaux. Compte tenu des volumes dragués, plus importants à Boulogne qu'à Calais, les flux annuels estimés pour ces deux ports sont équivalents : 3,9 E13 pour les *E. coli* et 1,2 E14 pour les streptocoques fécaux.

Ce résultat confirme les observations faites sur l'importance des matières en suspension dans le transfert des germes fécaux. De plus, les *streptocoques fécaux* montrent une affinité plus grande pour les sédiments vaseux portuaires que les *E. coli* (29).

## 2.4. Bilan des apports bactériens

Tous les rejets identifiés sur le littoral régional (cartographie, chapitre 5 de la première partie) ont fait l'objet d'une estimation des flux bactériens apportés à la mer. Les analyses disponibles sont en nombre variable selon le rejet considéré. Ces flux fixent les ordres de grandeur (exprimés en germes fécaux par 24 heures), et font apparaître les plus importants.

**La figure 24** représente les apports bactériens majeurs en termes d'apports supérieurs à E12 (10 puissance

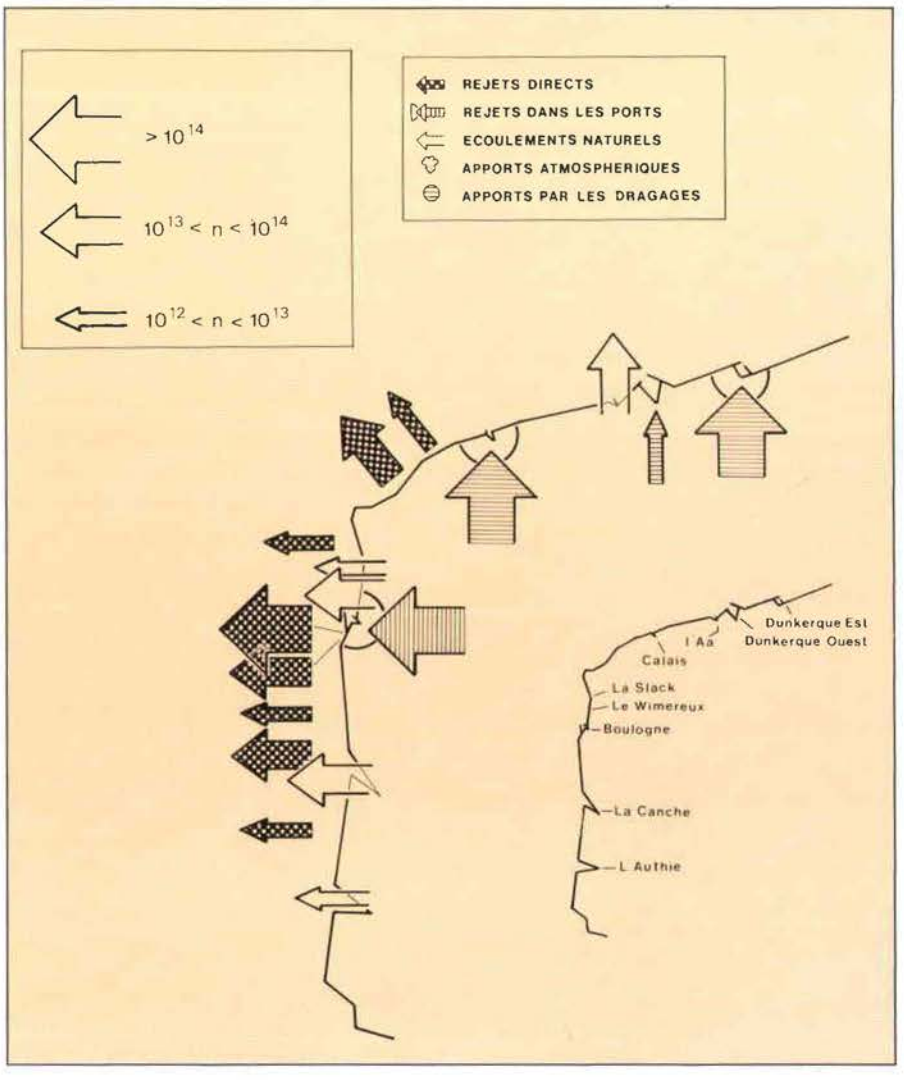



Figure 24 - Les apports bactériens (*E. Coli*/24 h)

12) *E. coli* par 24 heures. Ce sont ceux des grandes agglomérations littorales suivantes, citées par ordre d'importance décroissante :

— **Boulogne-sur-Mer** : nombreux égouts se jetant directement dans le port et, dans une moindre mesure, la Liane ;

— **Le Portel** : les égouts de l'Epi situés sur la plage et se déversant directement à la mer, ainsi que le rejet de la station d'épuration ;

— **Equihen** : les égouts directs sur la plage et le rejet de la station d'épuration ;

— **Calais** : nombreux égouts urbains, et le canal d'Asfeld recevant en particulier le rejet de la station d'épuration, ainsi que les autres canaux ;

— **Dunkerque** : le canal exutoire (véhiculant le rejet de la station d'épuration urbaine) et de nombreux égouts.

*Les rejets des stations d'épuration* correspondent à des flux bactériens notables. L'agglomération Boulogne-Le Portel-Equihen est le secteur où les flux bactériens apportés à la mer sont les plus importants de la Région.

*Les écoulements naturels*, rivières et ruisseaux, sont aussi des voies d'apports importants à cause des effluents urbains s'y déversant dans leurs parties terminales. Ainsi, on trouve dans un ordre décroissant d'importance :

— **L'Aa** : les égouts de Petit-Fort-Philippe, la station d'épuration de Grand-Fort-Philippe, la rivière Aa elle-même, le watergang Scheflvliet.

— **La Canche** : les égouts urbains d'Etaples, et le rejet de la station d'épuration,

— **L'Authie**.

Sur un autre plan, *les rejets côtiers secondaires*, isolés, peuvent constituer des apports notables, susceptibles de poser un problème local. On peut citer :

— les égouts débouchant en baie de Wissant (7R1 à 8R2),

— les égouts d'Ambleteuse (9R1), de Wimereux (9R4, 9R5),

— les égouts de Boulogne (9R7),

— les égouts du Portel (9R22 à 9R24) et d'Equihen (10R1 à 10R3),

— le ruisseau de la Becque à Hardelot (11R4),

— les égouts de Merlimont (11R6) et de Berck (12R1).

On remarque que ces rejets sont situés à proximité de plages largement fréquentées, et qu'ils sont les responsables principaux de la mauvaise qualité sanitaire des eaux de baignade.

Enfin, sur le plan géographique, la **figure 24**, confrontée aux cartes d'état du milieu : qualité des eaux de baignade et salubrité des coquillages, publiée dans la synthèse précédente (32), révèle quelques points marquants. On note une opposition entre les côtes de Flandre maritime, caractérisées par des apports importants qui transitent dans les enceintes portuaires, et les côtes du Boulonnais qui subissent de nombreux apports directs, et dans une moindre mesure, du Marquenterre. Cette observation est à mettre en relation avec la différence significative de qualité estivale des eaux de baignade entre les façades maritimes nord et ouest de la région. La présence simultanée de gisements conchylicoles et de très nombreux rejets sur cette façade ouest y justifie des actions prioritaires d'épuration adaptées.

# 3. LES FLUX PARTICULAIRES, ORGANIQUES ET NUTRITIFS

LES flux particulaires, organiques et nutritifs sont exprimés respectivement, en tonnes par an de matières en suspension totales (MES), de matières oxydables (MO), d'azote minéral dissous (N) et de phosphates dissous (P). Rappelons que les matières oxydables, qui représentent sensiblement les matières organiques totales, sont calculées selon la formule des Agences de l'Eau : MO = (DCO + 2DBO5)/3 dans laquelle la DCO est la Demande Chimique en Oxygène et la DBO5, la Demande Biologique en Oxygène en 5 jours.

Les flux sont présentés du nord au sud, regroupés par secteurs géographiques ; ils ont été évalués pour tous les rejets directs inventoriés dans la cartographie du chapitre 5 de la première partie et pour lesquels on disposait de données. Dans certains cas, on a fait référence à d'autres sources de calcul conduisant à des valeurs de flux différentes ; elles sont signalées par le numéro bibliographique correspondant au bas des tableaux par secteur.

Pratiquement, ces flux ne sont estimés que pour les principaux écoulements naturels, les canaux et quelques rejets industriels et stations d'épuration rejetant en mer ; la plupart des multiples égouts urbains et industriels et petits ruisseaux débouchant directement en mer ne sont pas comptabilisés pour cause d'absence de données analytiques et de débits.

## 3.1. Les apports directs à la mer

### 3.1.1. Flux par secteurs géographiques

**Secteur Zuydcoote**

On note un seul rejet direct en mer pour lequel on ne dispose d'aucune donnée.

**Secteur Dunkerque-Est**

Le canal exutoire des wateringues (2R1) est le flux le plus important. Il reçoit, surtout dans sa partie terminale, des effluents divers, industriels et urbains, comme celui de la station d'épuration de Dunkerque (2S1).

Il représente, en importance, le 2e flux régional pour le phosphore (150 t/an) et pour les matières organiques (8 200 t/an). L'origine est urbaine et surtout industrielle (21 800 t/an de Demande Chimique en Oxygène),

Le flux particulaire correspondant est relativement faible à cause des petits débits. Il représente environ 20 % des apports sur toute la façade nord, et le double des apports par les industries du bassin à flot. Quant au flux d'azote, 70 % correspondent au rejet de la station d'épuration, avec des teneurs élevées en azote ammoniacal.

Les industries du bassin à flot épurent leurs effluents dans l'ensemble, ce qui explique des flux relativement secondaires. Ceux-ci représentent 10 % du flux total de matières organiques, et 30 % du flux particulaire total.

| N° REJET | FLUX (t/an) **Secteur Dunkerque-Est** | | | |
|---|---|---|---|---|
| | MES | MO | N | P |
| 2R1 | 2 200 | 8 200 | 700 | 150 |
| 2R2 | 174 | 120 | — | — |
| 2R4 | — | — | — | — |
| 2R7 | 2 | 120 | — | — |
| 2R8 | 216 | 73 | — | — |
| 2R9 | 43 | 85 | — | — |
| 2R10 | 151 | 232 | 420 | — |
| 2R11 | 105 | 148 | — | — |
| 3R7 | 27 | 50 | 3 | — |
| 3R8 | 180 | 96 | — | — |
| 3R9 | — | — | — | — |
| 3R10 | 107 | 62 | 91 | — |
| 3R11 | 9 | 2 | < 1 | — |
| Total | 3 214 | 9 188 | 1 214 | 150 |

### Secteur Dunkerque-Ouest

Le rejet principal est celui de la centrale thermonucléaire EDF (4R2) qui rejette à l'extérieur de l'avant-port un débit considérable (plus de 200 $m^3/s$ d'eau de mer pompée dans l'avant-port) et un flux essentiellement particulaire. Celui-ci résulterait du traitement physico-chimique de grosses quantités d'eau douce utilisée pour le fonctionnement de la centrale. Il est aussi important que celui du canal exutoire.

| N° REJET | FLUX (t/an) Secteur Dunkerque-Ouest | | | |
|---|---|---|---|---|
| | MES | MO | N | P |
| 3R5 | — | — | — | — |
| 3R6 | — | — | — | — |
| 4R1 | — | — | — | — |
| 4R2 | 2 200 | 2 | — | — |

### Secteur Gravelines

L'Aa (4R5) est l'apport majeur de ce secteur. Il cumule les caractères d'une rivière (bassin versant), d'un exutoire (réseau de canaux de Flandre), et d'un collecteur d'effluents urbains qui se jettent dans son estuaire terminal. Il reçoit deux watergangs (Schelfvliet et rivière d'Oye), ainsi que l'effluent de la station d'épuration de Grand-Fort-Philippe (4 R 7).

L'Aa se caractérise par un flux de matériel particulaire important, qui représente près de la moitié de ceux débouchant sur la façade nord, ainsi que par des apports organiques et nutritifs notables. Le flux d'azote sous forme de nitrates est le plus élevé de la région ; ceci confirme les observations réalisées sur le milieu et consignées dans le rapport de synthèse sur la qualité du milieu marin (32).

| N° REJET | FLUX (t/an) Secteur Gravelines | | | |
|---|---|---|---|---|
| | MES | MO | N | P |
| 4R4 | — | — | — | — |
| 4R5 | 6 900 | 3 780 | 2 620 | 128 |
| | — | — | (1 356)* | (113)* |
| 4R6 | — | — | — | — |
| 4R7 | 15 | 28 | 30 | — |
| Total | 6 915 | 3 818 | 2 650 | 128 |

* *Source (52)*

### Secteur Calais

Les flux sont dans l'ensemble très significatifs. Les canaux, largement utilisés comme collecteurs d'eaux usées, sont les principaux flux de ce secteur, en particulier le canal d'Asfeld (6 R 10), exutoire principal du canal de la Rivière Neuve. Ce dernier reçoit des effluents industriels (Courtaulds, 6 S 8), et urbains, en particulier celui de la station d'épuration de Calais (6 S 10). Le canal d'Asfeld apporte le plus gros flux de matières organiques de la région (8 800 t/an). La plus grande part est biodégradable (5 700 t/an de Demande Biologique en Oxygène).

| N° REJET | FLUX (t/an) Secteur Calais | | | |
|---|---|---|---|---|
| | MES | MO | N | P |
| 6R2 | — | — | — | — |
| 6R3 | 1 570 | 547 | — | — |
| 6R5 | 190 | 1 000 | 41 | 47 |
| 6R6 | — | — | — | — |
| 6R9 | 230 | 534 | 130 | 33 |
| 6R10 | 4 860 | 8 792 | 1 252 | 370 |
| 6R12 | — | — | — | — |
| Total | 6 850 | 10 873 | 1 423 | 450 |

Le canal d'Asfeld est également le plus gros flux régional de sels nutritifs, pour le phosphore comme pour l'azote (1 250 t/an).

Deux autres rejets sont également importants localement : Tioxide (6 R 3) pour son flux particulaire, et le canal de Marck (6 R 5) pour le flux de matières organiques.

On rappelle que l'activité de la papeterie Boucher (6 R 2) est stoppée depuis 1985. Globalement, le secteur de Calais est celui des flux les plus élevés apportés au milieu marin littoral.

### Secteur Baie de Wissant

On ne dispose d'aucune donnée concernant les petits rejets côtiers qui sont pour la plupart de petits écoulements naturels draînant des bassins versants à dominante agricole, et à occupation estivale touristique.

### Secteur Nord-Boulogne (Gris-Nez à Wimereux)

Les seules données disponibles concernent les deux rivières Slack (9 R 2) et Wimereux (9 R 4) qui reçoivent des effluents à dominante urbaine dont ceux issus des stations d'épura-

tion d'Ambleteuse (8 S 3) et de Wimille-Wimereux (9 S 2). Les flux paraissent au demeurant peu élevés, mais ils sont susceptibles de varier notablement à l'occasion des pointes de débits (crues) consécutives aux précipitations.

**Secteur Boulogne**

La Liane (9 R 11) représente un flux particulaire majeur au plan local. Les sédiments se déposent dans sa partie terminale sous l'effet des écluses à marée (Pont Marguet). Il faut lui ajouter les flux de la station d'épuration de Boulogne (9 S 9).

La Liane et la station d'épuration sont équivalents à la zone industrielle de Capécure (9 R 13, 9 R 14, 9 R 17) en ce qui concerne les flux de matières organiques. La zone industrielle de Capécure regroupe une multitude d'établissements divers (transformation du poisson) dont les effluents sont véhiculés en partie vers la station d'épuration et en partie vers le port de Boulogne.

Les apports par les multiples égouts rejetant directement en mer ou dans le ports ne sont pas quantifiés.

**Secteur Sud-Boulogne**

Les apports directs à la mer, ainsi que les quelques écoulements naturels côtiers, ne sont pas quantifiés. Les flux des stations d'épuration de Le Portel (9 R 23) et de Equihen (10 R 1) sont faibles, mais les rejets se font au niveau des plages.

**Secteur Etaples-Le Touquet**

La Canche (11 R 7) constitue l'apport majeur de ce secteur et se place au premier plan régional. Les flux sont élevés à cause des forts débits. Ce sont surtout des apports particulaires (40 % des flux totaux de la région) et d'azote sous forme de nitrates (2 300 t/an). Les flux organiques sont assez élevés et résultent pour une grande part d'effluents urbains plus ou moins épurés en provenance d'Etaples. Les stations d'épuration d'Etaples (11 R 1) et du Touquet (11 R 9) ont des flux relativement faibles.

| N° REJET | FLUX (t/an) **Secteur Nord-Boulogne** | | | |
|---|---|---|---|---|
| | MES | MO | N | P |
| 9R2 | 530 | 730 | 287 | 16 |
| 9R4 | 130 | 480 | 90 | 7 |
| Total | 660 | 1 210 | 377 | 23 |

| N° REJET | FLUX (t/an) **Secteur Boulogne** | | | |
|---|---|---|---|---|
| | MES | MO | N | P |
| 9R11 | 2 400 | 715 | 354 | 25 |
| 9S9 | 132 | 272 | 300 | — |
| 9R15, 16, 18 | 892 | 35 | 310 | — |
| 9R13, 14, 17 | 511 | 1 022 | 183 | — |
| Total | 3 935 | 2 044 | 1 147 | 25 |

| N° REJET | FLUX (t/an) **Secteur Sud-Boulogne** | | | |
|---|---|---|---|---|
| | MES | MO | N | P |
| 9R23 | 11 | 5 | 64 | — |
| 10R1 | 5 | 17 | — | — |
| Total | 16 | 22 | 64 | — |

| N° REJET | FLUX (t/an) **Secteur Etaples-Le Touquet** | | | |
|---|---|---|---|---|
| | MES | MO | N | P |
| 11R1 | 0,3 | 7 | 6 | 76 |
| 11R7 | 23 000 | 3 690 | 2 290 | — |
| | — | — | (1 040)* | (315)* |
| 11R9 | 13 | 52 | 96 | — |
| Total | 23 013 | 3 749 | 2 392 | 76 |

* *Source (52)*

**Secteur Berck**

L'Authie (12 R 4) est l'apport majeur, comme la Canche, à cause des forts débits. Elle représente 30 % des apports particulaires de la région et constitue un flux important de nitrates.

| N° REJET | FLUX (t/an) Secteur Berck | | | |
|---|---|---|---|---|
| | MES | MO | N | P |
| 12R4 | 16 500 | 2 704 | (600)* | (78)* |

* *Source (52)*

### 3.1.2. Cas des écoulements naturels (figure 25)

Comme cela a déjà été signalé, tous les flux évalués dans les écoulements naturels sont sous-évalués car ils ne prennent pas en compte les périodes de forts débits, en particulier les phénomènes exceptionnels de crues. On discutera, ci-après, les ordres de grandeur des flux calculés les uns par rapport aux autres afin de faire ressortir quelques points marquants.

- **Matières en suspension totales (MES)**

Les rivières, et en particulier celles du Marquenterre dont les débits sont élevés, sont les principaux apports de matières particulaires. Avec 40 000 t/an, la Canche et l'Authie représentent les deux tiers des apports par écoulements naturels dans la région ; il s'agit, pour l'essentiel, des alluvions provenant des bassins versants.

Sur la façade nord, les apports (14 000 t/an) sont de trois fois inférieurs à ceux de la façade ouest ; ceci s'explique par les faibles pentes et les petits débits des canaux de Flandre. La moitié est apportée par la rivière Aa, le reste par le canal de la Rivière Neuve, et par le canal exutoire de Dunkerque.

- **Matières organiques (MO)**

Les flux de matières organiques les plus importants sont ceux des écoulements de la façade nord : canal de la Rivière Neuve (d'Asfeld) à Calais, canal exutoire à Dunkerque, Aa. Considérant les données de Demande Chimique en Oxygène et de Demande Biologique en Oxygène, on peut globalement considérer que les apports sont plutôt d'origine industrielle à Dunkerque et plutôt d'origine urbaine à Calais.

- **Matières nutritives (N, P)**

Les flux les plus importants d'azote des nitrates sont ceux des rivières dont les bassins versants ont une vocation agricole dominante (Canche, Authie, Aa). L'Aa présente les concentrations les plus élevées et constitue le plus gros apport régional avec le canal de la Rivière Neuve (d'Asfeld).

L'azote ammoniacal est apporté surtout sur la façade nord : l'origine urbaine est marquée, en particulier, aux débouchés de Calais (canal de la Rivière Neuve) et de Dunkerque-Est (canal exutoire).

Les flux de phosphore des phosphates sont également les plus importants sur la façade nord : les teneurs sont très élevées dans les canaux et dans la rivière Aa. Les flux sur la façade ouest sont plus faibles en relation avec des teneurs plus basses.

### 3.1.3. Cas des rejets urbains : réseaux d'assainissement et stations d'épuration (tableau 22)

De nombreux rejets urbains se déversent directement dans le milieu marin, en particulier dans les grandes agglomérations portuaires et sur le littoral de la façade ouest. Les effluents correspondants ne sont pas collectés par des réseaux d'assainissement et ne sont donc pas épurés. Ce constat d'une insuffisance générale de raccordement à l'égout a été dressé par l'Agence de l'Eau qui estime à 50 % le nombre d'usagers effectivement raccordés et considère que l'efficacité de l'assainissement (pollution éliminée par rapport à la pollution produite) est actuellement de l'ordre de 35 %, ce qui peut être considéré globalement comme insuffisant. L'objectif à atteindre serait de 70 %.

La qualité du littoral régional apparaît donc surtout tributaire du bon fonctionnement des réseaux de collecte des eaux usées et du raccordement des usagers. Les caractéristiques des effluents entrant dans les stations d'épuration montrent fréquemment une dilution par les eaux parasites (53, 54). On peut admettre qu'il s'agit d'un problème prioritaire dans la mesure où le parc des stations d'épuration est globalement suffisant en capacité et satisfaisant en efficacité d'épuration par rapport aux paramètres particulaires, organiques et nutritifs.

On a dressé, dans le **tableau 22**, un récapitulatif des flux rejetés par les principales stations d'épuration de la région. Chaque station d'épuration correspond, soit à un rejet direct en mer (lettre R), soit à une source d'apport (lettre S) dont l'exutoire est un écoulement naturel, rivière, canal aboutissant à la mer.

Les flux de **Matières en Suspension** et de **Matières Organiques** rejetés par les stations d'épuration sont faibles ; globalement, ils représentent moins de 10 % des flux des cours d'eau (rivières et canaux) dans lesquels sont rejetés ces effluents.

**L'Azote** est relativement moins bien éliminé par les stations d'épuration. Les rendements sont rarement supérieurs à 40 %.

Rappelons d'une manière générale que ces flux sont étroitement liés au

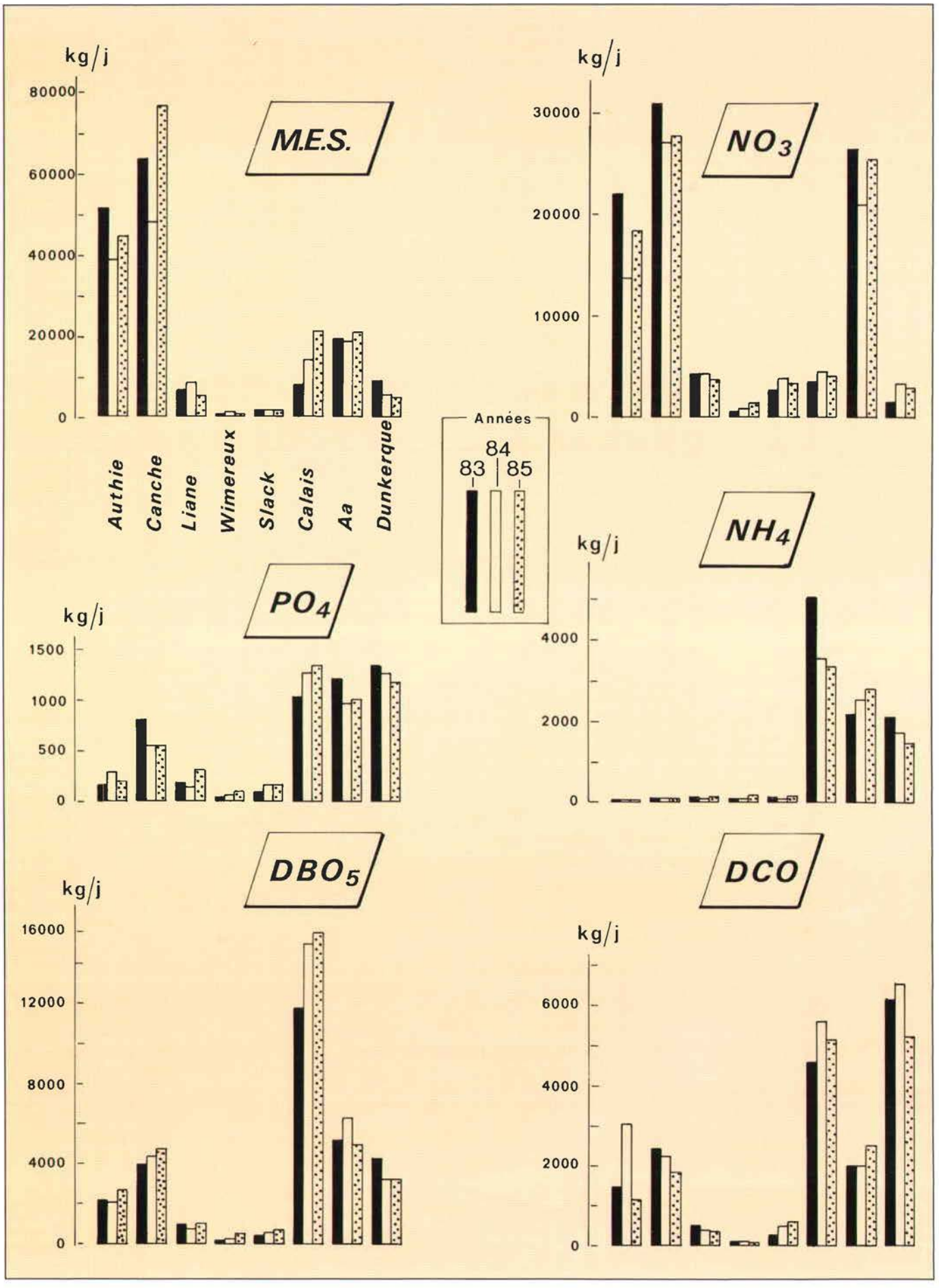



Figure 25 - Les apports particulaires, organiques et nutritifs par les écoulements superficiels

**Tableau 22 - Flux rejetés en 1985 (tonnes/an) par les principales stations d'épuration**

| COMMUNES LITTORALES | | MES | MO | N | MILIEU RÉCEPTEUR FINAL |
|---|---|---|---|---|---|
| Bray-Dunes | (1S1) | 3,3 | 7 | 1,5 | |
| Ghyvelde | (1S2) | 0,3 | 1,5 | 1 | |
| sous-total | | 3,3 | 8,5 | 2,5 | vers la Belgique |
| Dunkerque | (2S1) | 146 | 430 | 435 | |
| Grande-Synthe | (2S7) | 18 | 69 | 70 | |
| Loon-Plage | (3S4) | 7 | 10 | 7 | |
| sous-total | | 171 | 509 | 512 | canal exutoire |
| Grand-Fort-Philippe | (4R7) | 15 | 28 | 30 | |
| Gravelines | (4S2) | 10 | 20 | 24 | |
| Oye-Plage | (4S5) | 1,5 | 3 | 1 | |
| sous-total | | 26,5 | 51 | 55 | mer (via l'Aa) |
| Marck | (5S2) | 6 | 22 | 16 | |
| Calais | (6S10) | 226 | 445 | 193 | |
| Sangatte | (7S1) | 12 | 15 | 1 | |
| sous-total | | 244 | 482 | 210 | canaux de Calais |
| Ambleteuse | (8S3) | 0,3 | 0,3 | 0,3 | mer (via la Slack) |
| Wimereux | (9S1) | 3 | 9 | 6,6 | |
| Wimille | (9S2) | 1 | 8 | 1,5 | |
| sous-total | | 4,3 | 17,3 | 8,4 | mer (via le Wimereux) |
| Boulogne | (9S9) | 132 | 272 | 300 | |
| Isques | (10S3) | 1 | 5 | 1 | |
| sous-total | | 133 | 277 | 301 | mer (via la Liane) |
| Le Portel | (9R23) | 11 | 5 | 64 | mer |
| Equihen | (10R1) | 5 | 17 | — | mer |
| Neufchatel-Hardelot | (10S7) | 0,3 | 5 | 1,5 | mer |
| Etaples | (11R1) | 0,3 | 7 | 6 | |
| Le Touquet | (11S5) | 13 | 52 | 96 | |
| sous-total | | 13,3 | 59 | 102 | mer |
| Berck | (12S5) | 26 | 85 | 176 | mer (via l'Authie) |
| **Total des rejets vers le littoral** | | **630** | **1 510** | **1 430** | |

*Source (53, 54)*

type de réseaux de collecte des eaux usées : il est admis pour les réseaux unitaires que les débits excédentaires d'eaux pluviales soient déversés directement dans les milieux naturels récepteurs. Aucune information ne permet d'évaluer la fraction des flux bruts d'origine urbaine qui échappent ainsi aux traitements d'épuration.

## 3.2. Les apports diffus

### 3.2.1. Apports particulaires par les retombées atmosphériques

A partir des données acquises par les jauges de sédimentation relatives aux poussières totale recueillies sur plusieurs sites, il est possible de calculer les flux correspondants exprimés en kilogramme de poussières par an pour une zone de 1 km$^2$. Les principaux résultats sont rassemblés dans **le tableau 23**. Une double constatation peut être faite.

Pour 1983 comme pour 1984, les apports atmosphériques à Dunkerque sont plus conséquents qu'à Boulogne. La différence observée n'est cependant pas en proportion avec les rejets potentiels de poussières qui, selon les estimations de la DRIR, sont dans un rapport de 1 à 10 entre ces deux sites.

A Dunkerque, les flux trouvés apparaissent élevés, au vu des émissions du site (12 000 tonnes par an selon la DRIR). Ceci s'explique, soit à partir d'une sous-estimation des émissions, soit à partir de la situation des jauges de sédimentation. On conçoit aisément que leur grande proximité vis à vis des sources favorise l'obtention de flux importants et que de telles valeurs sont difficilement extrapolables au milieu marin. Pour le calcul des apports atmosphériques à la mer, une meilleure approche est obtenue avec des sites d'expérimentation plus éloignés des sources, et donc plus représentatifs du niveau moyen de concentration de l'air.

Les flux particulaires ont été calculés pour trois secteurs marins correspondant aux trois agglomérations et exprimés en tonnes par an par 125 km$^2$. Les résultats globaux résultent de la multiplication par 365 des valeurs du tableau 23 ; ils sont présentés sur la **figure 26.** ; chaque secteur a une dimension fixée à 25 kilomètres de longueur de trait de cote et de 5 kilomètres vers le large. Les flux calculés sont deux fois plus importants sur le secteur de Dunkerque que sur ceux de Calais et Boulogne qui sont comparables.

### 3.2.2. Apports particulaires par les dragages portuaires

Les activités de dragages ont été présentées au chapitre 3 de la deuxième partie. Elles sont à l'origine de flux particulaires très importants. Ces flux, exprimés en tonnes de matières sèches totales, se résument pour les quatre grands ports en valeurs moyennes annuelles :

— Dunkerque-Est : 528 000 t/an,
— Dunkerque-Ouest : 951 000 t/an,
— Calais : 133 000 t/an,
— Boulogne-sur-Mer : 256 000 t/an.

Si l'on considère les pourcentages des sédiments dragués dans des zones confinées et des zones intermédiaires (tableau 17), on constate que, excepté à Calais, l'essentiel du flux particulaire relargué en mer est dragué dans les zones à échange. Une grande partie de ces sédiments proviendrait donc de la sédimentation de particules fines en suspension présentes dans les eaux littorales. A ce titre, une partie des dragages pourrait être considérée comme un transfert de matériaux d'origine marine ou ayant déjà séjournés en mer.

## 3.3. Bilan des apports particulaires, organiques et nutritifs au milieu marin régional

### 3.3.1. Les apports particulaires (figure 26)

Les matières particulaires sont apportées principalement par les dragages des quatre ports. Le tonnage total moyen est d'environ 2 millions de tonnes de sédiments par an, ce qui représente la quasi-totalité des apports.

L'origine des matériaux dragués ne peut s'expliquer par les seuls apports directs dans les zones por-

| SITES ÉTUDIÉS | TENEUR PAR SITES | | TENEUR MOYENNE POUR L'AGGLOMÉRATION |
|---|---|---|---|
| | 1983 | 1984 | 1983 et 1984 |
| Fort Mardyck | 507 | 436 | |
| Dunkerque 1 | 823 | 680 | Dunkerque |
| Dunkerque 2 | — | 680 | **643** |
| Dunkerque 3 | — | 691 | |
| Le Portel | 507 | 249 | Boulogne-sur-Mer |
| Outreau | 215 | 287 | **397** |
| Boulogne 1 | 482 | 458 | |
| Boulogne 2 | 579 | 398 | |
| Calais | 435 | 221 | Calais **328** |

*Source (23)*

**Tableau 23 - Poussières sédimentables sur le littoral du Nord - Pas de Calais (kg.km$^{-2}$.j$^{-1}$)**

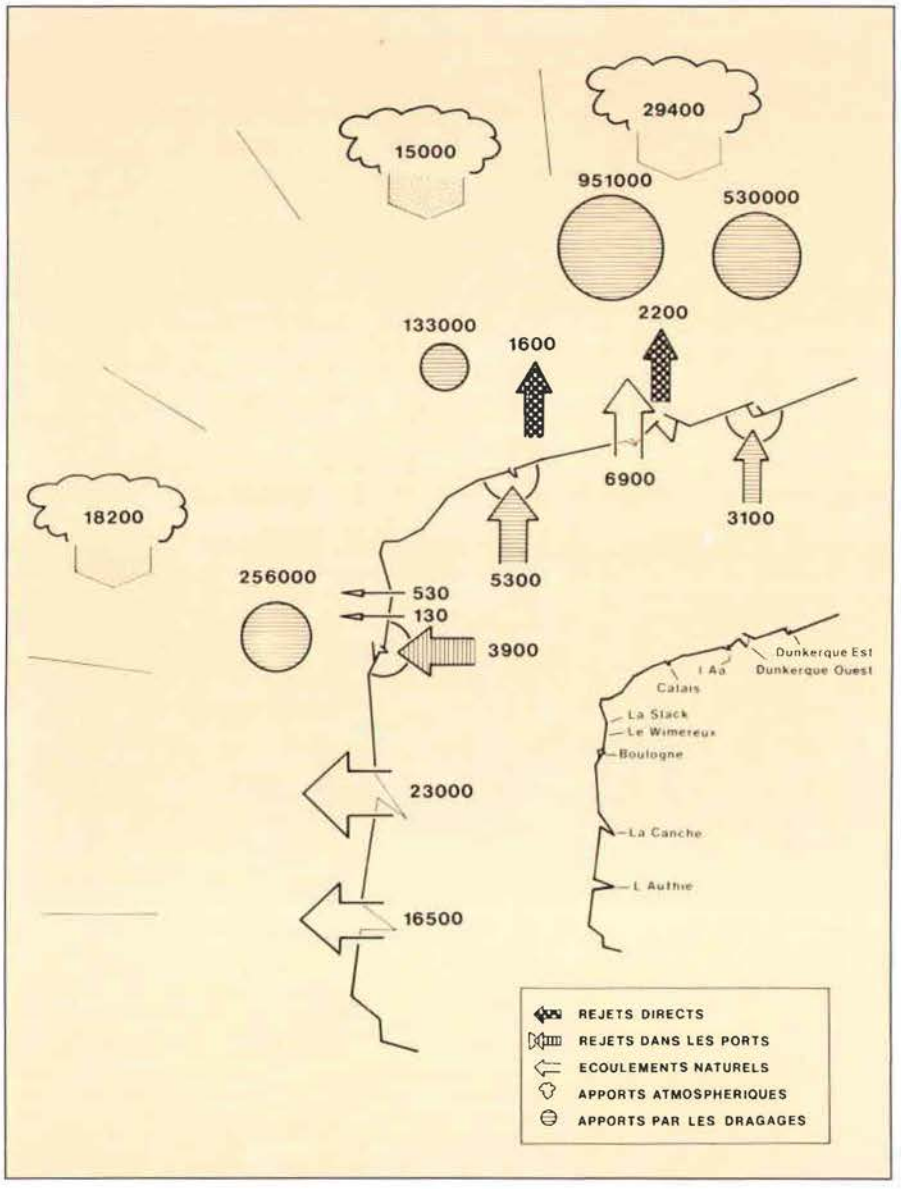



**Figure 26 - Les apports à la mer des matières en suspension** (tonnes/an)

tuaires. En effet, les apports par les écoulements naturels et les rejets directs dans les enceintes portuaires sont très faibles, moins de 1 % du total apporté. On est donc conduit à admettre qu'une partie importante de ces sédiments est d'origine marine et que les immersions de produits de dragages portuaires constituent, en partie, un retour vers le milieu marin de produits apportés par la mer. Pour une autre partie, on élimine par dragages des matériaux sédimentaires collectés par ruissellement vers les enceintes portuaires. Ces quantités de matériaux apportés ne sont pas quantifiables compte tenu des variations de charge pendant les périodes exceptionnelles, de forts débits, de lessivage des zones industrielles... Ce sont les ports de Dunkerque, et en particulier le port ouest, qui sont à l'origine des plus gros apports (1,5 million de tonnes/an).

Les écoulements naturels constituent le deuxième ensemble d'apports particulaires à la mer. Ils se font principalement par les rivières du sud, Canche et Authie (environ 40 000 t/an), et peu par l'Aa (6 900 t/an). Globalement, ils ne représentent que 2,5 % du total, mais ces estimations sont très vraisemblablement sous-estimées car elles ne prennent pas en compte les périodes de crues.

Les retombées atmosphériques, plus importantes sur le secteur nord (Dunkerque) que sur le secteur ouest, sont du même ordre de grandeur que les apports par les écoulements naturels.

Les apports directs à la mer de la centrale nucléaire de Gravelines (2 200 t/an) et de l'usine Tioxide (1 600 t/an) sont significatifs.

### 3.3.2. Les apports organiques
(figure 27)

Ces apports ne sont évalués que pour les écoulements naturels et certains rejets urbains et industriels notables.

Les apports sur la façade nord dus aux écoulements naturels de Flandre sont les plus importants. Le canal de la Rivière Neuve apporte à lui seul, via Calais, environ le tiers (10 000 t/an) des apports. Avec le canal exutoire (8 200 t/an), on atteint plus de la moitié des apports régionaux. Les canaux de Flandre, ainsi que l'Aa, présentent généralement des concentrations élevées de matières organiques dont l'origine paraît imputable aux nombreux rejets urbains (à Calais) et industriels (à Calais et à Dunkerque).

Les apports sur la façade ouest sont trois fois moins importants. Ils se répartissent entre les rivières du Marquenterre (les débits sont élevés, mais les concentrations sont relativement faibles) et l'agglomération de Boulogne à cause des effluents urbains (station d'épuration) et industriels (ZI de Capécure).

Les apports d'origine industrielle correspondent à environ 10 % des apports par les cours d'eau. Ce sont principalement les industries portuaires de Dunkerque (1 000 t/an), les industries de traitement des produits de la mer de la Z.I. de Capécure à Boulogne (1 000 t/an) et de l'usine Tioxide à Calais (550 t/an).

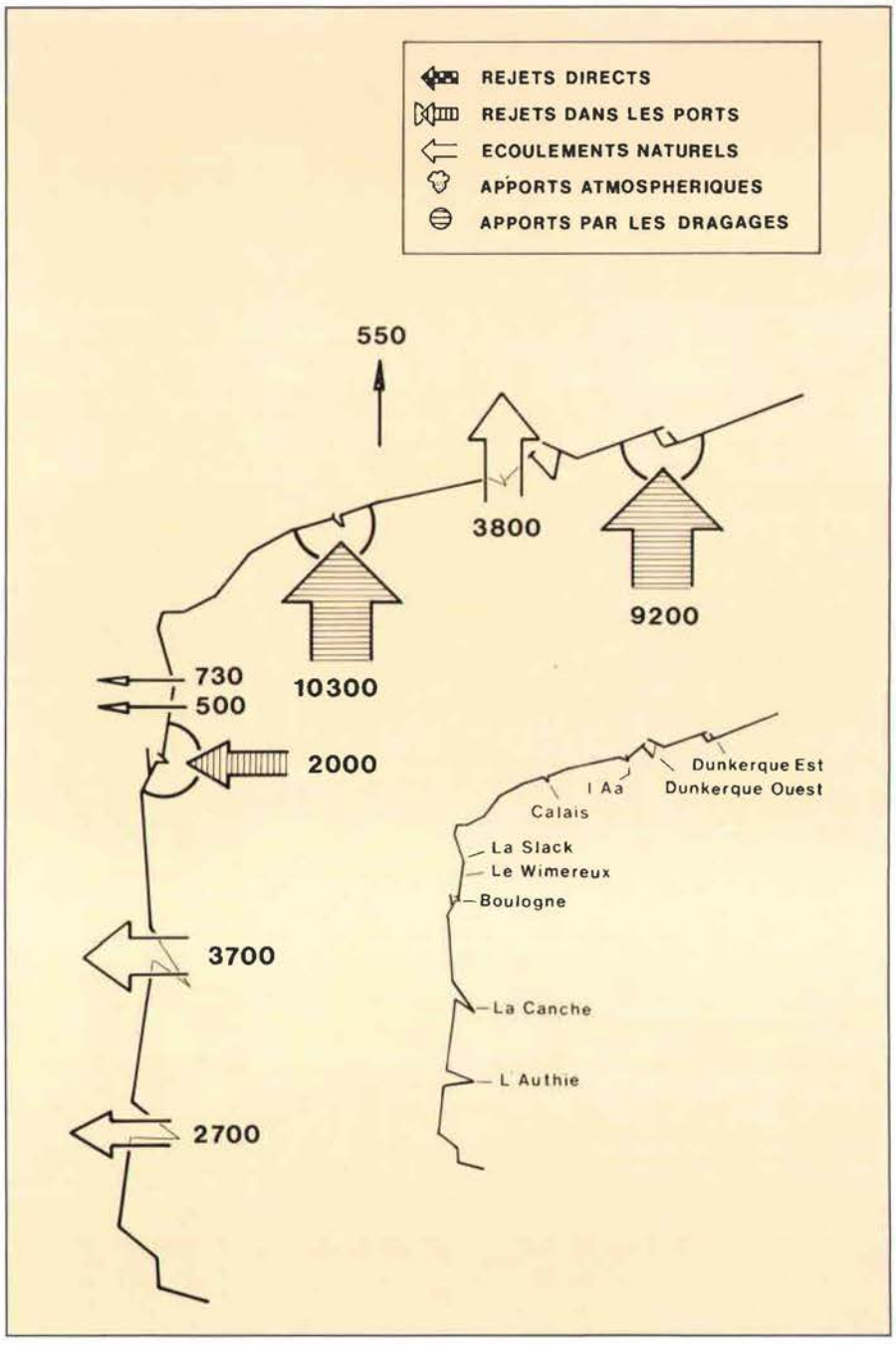



**Figure 27 - Les apports à la mer de matières organiques** (tonnes/an)

### 3.3.3. Les apports nutritifs
(figures 28 et 29)

Les apports d'azote concernent tout le littoral. Ils ont été évalués dans les rivières et dans les effluents urbains des grandes agglomérations. Il ressort que les principaux apports sont, premièrement l'Aa et les rivières du Marquenterre dont les bassins versants sont caractérisés par une agriculture intensive, et deuxièmement les villes de Calais, de Dunkerque et Boulogne dont les stations d'épuration ont des rendements d'élimination de l'azote faibles.

Les activités industrielles sont une source d'apport du même ordre de grandeur que les stations d'épuration des grandes villes. A titre d'exemple, on peut noter : les industries rejetant dans le bassin à flot de Dunkerque et les industries de la Z.I. de Capécure à Boulogne-sur-Mer.

Les apports de phosphore n'ont été évalués que pour les écoulements naturels. Les conclusions sont les mêmes que celles relatives à l'azote. Les apports les plus importants se font sur la façade nord par les canaux de Flandre.

Rappelons le caractère très approximatif de ces évaluations de flux qui ne tiennent pas compte des fluctuations de débit dues aux précipitations atmosphériques.

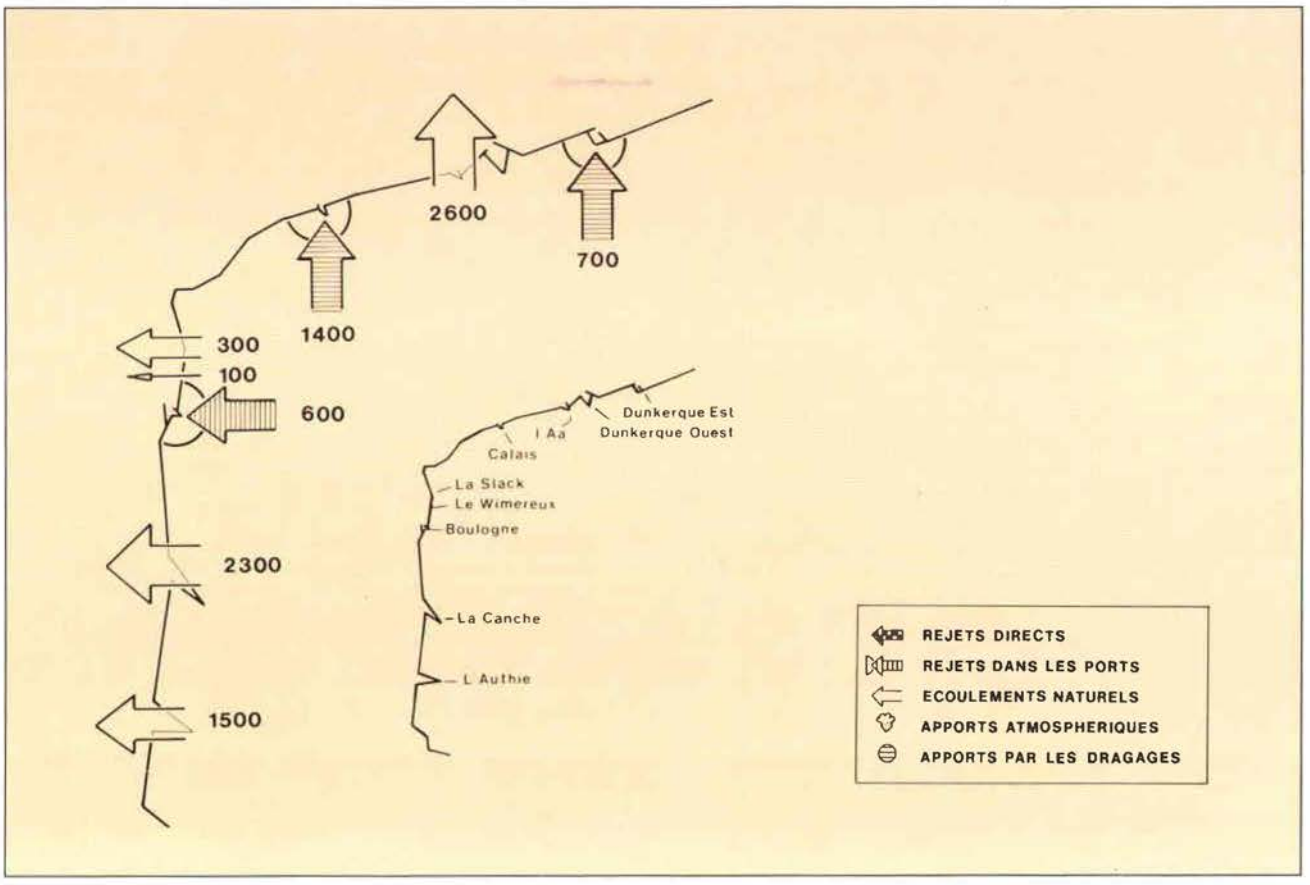



**Figure 28 - Les apports à la mer d'azote** (tonnes/an)

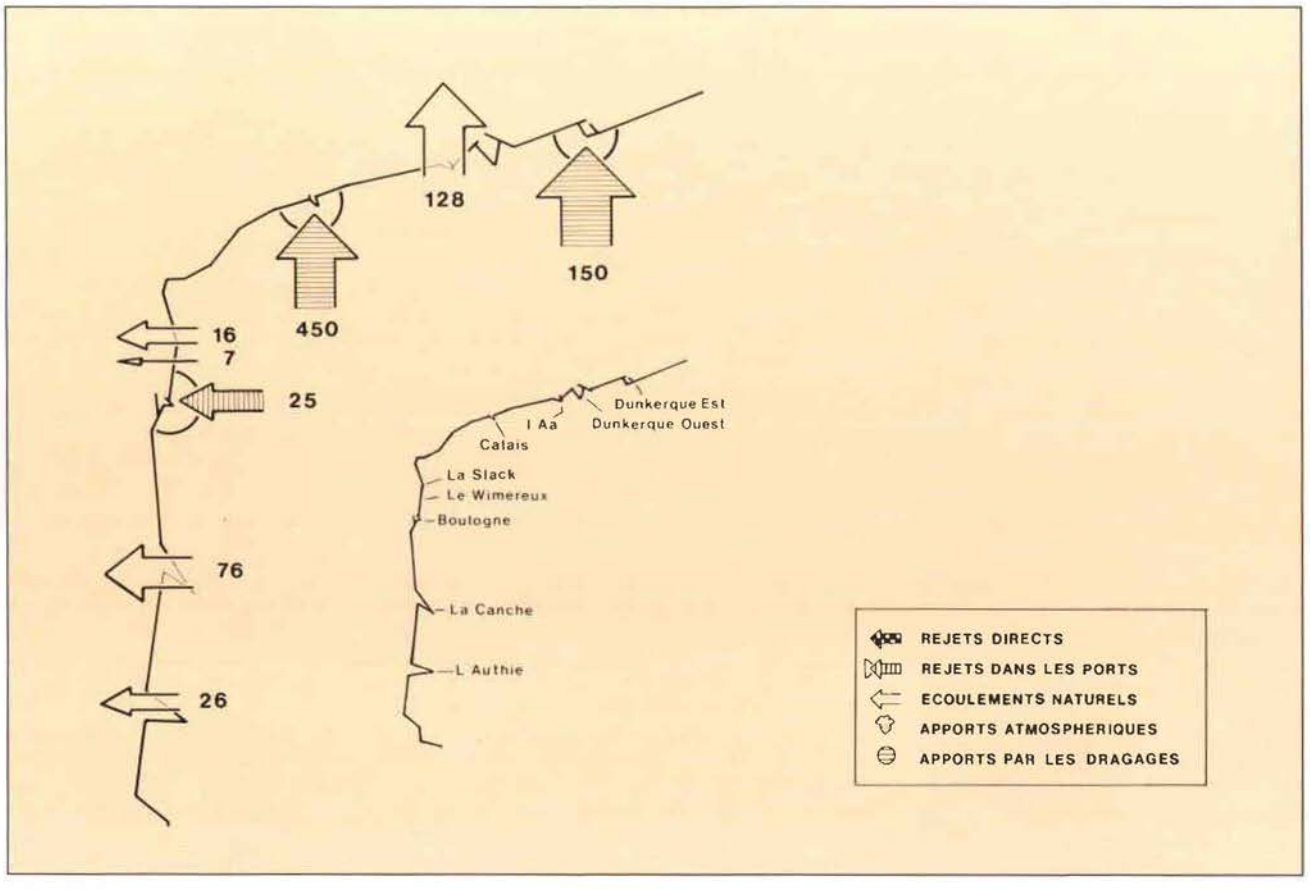



**Figure 29 - Les apports à la mer de phosphore** (tonnes/an)

# 4. LES FLUX DE CONTAMINANTS CHIMIQUES A LA MER

LES contaminants retenus pour le calcul des flux sont ceux qui sont étudiés de façon courante et qui ont été identifiés dans le milieu marin régional à des niveaux élevés (32). Ce sont les micropolluants minéraux (plomb, mercure, zinc, cadmium, cuivre) et les micropolluants organiques (hydrocarbures, polychlorobiphényles-PCB).

Ces flux ont été calculés à partir des données disponibles, pour les apports directs à la mer: écoulements naturels, rejets industriels et urbains, et pour les apports diffus: immersions de produits de dragages portuaires, retombées atmosphériques. D'autres données d'études particulières sont signalées par le numéro bibliographique correspondant et présentées, dans les tableaux par secteur, à titre de comparaison.

La plupart des analyses relatives aux contrôles réglementaires et aux études du programme régional ont été réalisées par le laboratoire du Service des Eaux de l'Institut Pasteur, ce qui garantit une bonne homogénéité des méthodes analytiques utilisés.

Concernant la représentativité des flux calculés, les mêmes remarques concernant les flux bactériens, particulaires, organiques et nutritifs doivent être faites: ces flux sont très approximatifs car ils reposent sur un nombre limité de données et surtout parce qu'ils ne prennent pas en compte les phénomènes des pointes de débit dans les apports.

## 4.1. Les apports directs à la mer

### 4.1.1. Flux par secteurs géographiques

**Secteur Dunkerque-Est**

On distingue trois rejets importants issus de grosses industries:

— le canal exutoire (2R1), principal apport local avec des flux élevés de cuivre et de plomb,

— Sollac-Dunkerque (2R10), principal apport régional de zinc (après le canal de la Rivière Neuve à Calais),

— la raffinerie BP (2R8) pour le cuivre et les hydrocarbures.

Il convient d'ajouter les nombreuses autres industries de ce secteur et, en particulier, les industries pétrolières qui seraient à l'origine de flux importants de plomb. Globalement, la zone de Dunkerque se caractérise par des apports importants en zinc et en cuivre.

**Secteur Dunkerque-Ouest**

Des rejets locaux (3R5, 3R6) sont identifiés dans l'avant-port. Cependant, on ne dispose d'aucune donnée permettant d'évaluer leurs flux. Il en est de même pour le rejet de la centrale nucléaire EDF (4R2).

**Secteur Gravelines**

L'Aa (4R5) est le seul rejet pour lequel les flux peuvent être calculés.

| N° REJET | FLUX (kg/an) Secteur Dunkerque-Est | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| | Plomb | Mercure | Zinc | Cuivre | Cadmium | PCB |
| 2R1 | 693 | — | 2 500 | 1 825 | — | — |
| 2R2 | — | — | — | — | — | — |
| 2R4 | — | — | — | — | — | — |
| 2R7 | 2,4 | — | 3,3 | 2,4 | 0,04 | — |
| 2R8 | 37 | 2,5 | — | 474 | 24 | — |
| 2R9 | — | — | 61 | 121 | — | — |
| 2R10 | 528 | 3 | 32 845 | 136 | 26 | — |
| 2R11 | — | — | — | — | — | — |
| 3R7 | 1,8 | < 1 | 23 | 15 | < 1 | — |
| 3R8 | 21 | — | 842 | 47 | — | — |
| 3R9 | — | — | — | — | — | — |
| 3R10 | 20 | 0,08 | 174 | 15 | 0,8 | — |
| 3R11 | — | — | — | — | — | — |
| Total | 1 303 | 6 | 36 448 | 2 635 | 51 | — |

Les concentrations en zinc peuvent être considérées comme élevées pour une rivière. Les flux de plomb et de micropolluants organiques (PCB) sont importants.

**Secteur Calais**

Les données sont relativement plus nombreuses à Calais, et présentent des résultats assez variables. Les ordres de grandeur font apparaître plusieurs flux importants qui coexistent. Le canal de la Rivière Neuve (qui se termine par le canal d'Asfeld, 6R10) est un apport essentiel sur l'ensemble de la région. C'est le plus gros flux régional de zinc et de PCB, (les concentrations en zinc y sont particulièrement élevées, peut être en relation avec les activités de l'usine Courtaulds). C'est aussi le deuxième flux régional de mercure et le troisième pour le plomb et le cadmium. Les autres canaux, Marck (6R5), de Calais (6R9), représentent des flux importants au plan local. Le flux de l'usine Tioxide (6R3) constitue le deuxième flux au plan local ; en outre, ce rejet contient tout un cortège d'autres contaminants métalliques (fer, magnésium, aluminium, chrome).

**Secteur Baie de Wissant**

Ce secteur est à dominante rurale. On peut admettre l'absence de flux significatif de pollution chimique sur ce secteur, pour les paramètres contrôlées.

**Secteur Nord-Boulogne (Gris Nez à Wimereux)**

On ne dispose d'aucune donnée relative aux rejets identifiés sur cette partie du littoral. On peut admettre que les flux de pollution sont faibles, sous la réserve que les apports en provenance des carrières du Boulonnais dans l'arrière pays, ou de Marquise qui pourraient être véhiculés par la Slack (9R2) et le Wimereux (9R4) soient négligeables.

**Secteur Boulogne**

On peut distinguer quatre ensembles d'apports débouchant tous dans le port de Boulogne.

| N° REJET | FLUX (kg/an) **Secteur Gravelines** | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| | Plomb | Mercure | Zinc | Cuivre | Cadmium | PCB |
| 4R4 | — | — | — | — | — | — |
| 4R5 | 700* | 0,7* | 2 400* | 450* | 50* | 19* |
| 4R6 | — | — | — | — | — | — |
| Total | 700 | 0,7 | 2 400 | 450 | 50 | 19 |

* *Source (38)*

| N° REJET | FLUX (kg/an) **Secteur Calais** | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| | Plomb | Mercure | Zinc | Cuivre | Cadmium | PCB |
| 6R2 | — | — | — | — | — | — |
| 6R3 | 730 | 2,2 | 22 000 | 730 | 22 | — |
| 6R5 | 84 | | 503 | 171 | | |
| | 240* | < 1* | 10 430* | 490* | 10* | 2* |
| 6R6 | — | — | — | — | — | — |
| 6R9 | 208 | | 525 | 347 | — | — |
| | 270* | 3* | 4 400* | 670* | 30* | 3* |
| 6R10 | 1 168 | — | 148 000 | 1 168 | — | — |
| | 1 700* | 7* | 318 500* | 1 290* | 40* | 57* |
| 6R12 | — | — | — | — | — | — |
| Total | 2 190 | 13 | 171 028 | 2 416 | 102 | 62 |

* *Source (49)*

— la SFPO (9R15, 9R16, 9R18) est un flux majeur de pollution au plan régional. C'est le plus gros flux de plomb, le deuxième pour le cadmium et le mercure (5 kg/an), et le troisième pour le zinc. Ces apports se caractérisent par un cortège de plusieurs métaux. Des aires de stockages de minerais ou de scories non prises en compte ici, sont susceptibles d'être à l'origine d'apports par entraînement (vent, lessivage par les pluies, ...), rappelons que la mise en service d'une station d'épuration a notablement amélioré la situation,

— la Liane (9R11) est le deuxième flux local. Elle véhicule de nombreux effluents industriels et urbains collectés dans sa partie terminale, et en particulier au niveau de la zone industrielle. Elle se caractérise par des flux importants en divers métaux, dont le mercure et le cuivre,

— l'ensemble des émissaires urbains, au demeurant très nombreux présentent des flux faibles individuellement. Les deux égouts situés à proximité du pont Marguet (9R10 et 9R12) sont cependant des flux non négligeables.

Pour la zone de Capécure (industries alimentaires, traitement des produits de la mer) les données sont inexistantes. On peut admettre que les apports de contaminants chimiques sont faibles.

Globalement, l'agglomération de Boulogne apporte à la mer les flux de plomb et de mercure parmi les plus importants de la Région, ainsi que de cadmium et de zinc. Les apports de micropolluants organiques apparaissent relativement faibles.

| N° REJET | FLUX (kg/an) Secteur Boulogne | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| | Plomb | Mercure | Zinc | Cuivre | Cadmium | PCB |
| 9R7 | 7* | 0,05* | 25* | 2,7* | 0,2* | — |
| 9R9 | 0,06* | — | 1,8* | 0,02* | — | — |
| 9R10 | 11* | 0,9* | 110* | 39* | 0,3* | 0,1* |
| 9R11 | — | — | — | 420 | 32 | 5,5 |
| | 420* | 23* | 5 300* | 370* | 32* | 6* |
| 9R12 | 25* | 0,5* | 260* | 14* | 6* | 0,1* |
| 9R13 | 2,9* | 0,02* | 19* | 1,2* | 0,4* | 0,02* |
| 9R14 | 2,4* | 0,05* | 49* | 3,8* | 0,07* | 0,04* |
| 9R15, à 18 | 3 181 | 5 | 14 000 | 660 | 106** | — |
| | 1 122* | 4,4* | 12 600* | 69* | 37* | — |
| Total | 3 649 | 30 | 19 765 | 1 141 | 145 | 6 |

* *Source (49)*
*Données DRIR 1987 pour 9R15 à R18 : Plomb : 400 kg/an ; Cadmium : 60 kg/an*

**Secteur Sud-Boulogne**

Ce secteur à dominante rurale ne compte que des petits rejets côtiers. L'apport des cimenteries de Dannes, pour lesquelles aucune donnée n'est disponible, pourrait être significatif.

**Secteur Etaples-Le Touquet**

La Canche (11R7) est l'apport majeur de ce secteur à cause de ses forts débits et des quelques rejets industriels situés en amont. C'est le plus grand flux régional de cuivre (1 à 6 t/an), le deuxième pour le plomb (1 à 3 t/an) et les PCB, et le troisième pour le cadmium. Les concentrations sont cependant généralement faibles, ce qui interdit une estimation précise des flux.

**Secteur Berck**

L'Authie (12R4) est l'apport principal de ce secteur. Elle représente le plus grand flux régional de cadmium (170 kg/an), élément qui est retrouvé dans les mollusques sur ce secteur. C'est aussi le deuxième flux régional de cuivre et le troisième pour le plomb et les PCB. Les concentrations en métaux lourds sont plutôt élevées pour cette rivière, compte tenu de la faible urbanisation existante en amont.

| N° REJET | FLUX (kg/an) Secteur Etaples - Le Touquet | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| | Plomb | Mercure | Zinc | Cuivre | Cadmium | PCB |
| 11R7 | 2 847 | 1,6 | 8 139 | 6 059 | — | — |
| | 930* | — | 4 100* | 750* | 110* | 41* |

* *Source (38)*

| N° REJET | FLUX (kg/an) Secteur Berck | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| | Plomb | Mercure | Zinc | Cuivre | Cadmium | PCB |
| 12R4 | 1 825 | 1,0 | 5 000 | 3 431 | — | — |
| | 570* | — | 3 200* | 950* | 170* | 20* |

* *Source (38)*

## 4.1.2. Cas des écoulements naturels

Les écoulements naturels sont de véritables collecteurs d'effluents industriels et urbains. Particulièrement dans leurs parties terminales, les rejets sont nombreux dans les agglomérations. Aussi, les flux qu'ils véhiculent à la mer sont parmi les plus importants de l'ensemble des rejets directs à la mer de la région **(tableau 24).** Ils représentent environ les deux tiers des apports totaux de polluants métalliques directs à la mer.

Leurs flux, présentés par ordre décroissant d'importance, se caractérisent pour les contaminants étudiés comme suit.

— le zinc est apporté par le canal d'Asfeld à Calais qui représente à lui seul près des deux-tiers des apports totaux directs à la mer,
— le cuivre provient des deux rivières du Marquenterre (9,5 t/an) qui représentent plus de la moitié des apports totaux directs à la mer,
— le plomb est surtout apporté par les canaux de Flandre, et en particulier le canal d'Asfeld à Calais, mais aussi par les rivières du Marquenterre,
— le cadmium est présent surtout dans les rivières du Marquenterre, et en particulier dans l'Authie,
— les PCB sont apportés par les rivières du Marquenterre et le canal d'Asfeld à Calais.

Ces estimations restent très imprécises et ne prennent pas en compte les variations saisonnières de concentrations et de débits qui sont propres aux écoulements naturels (cas des crues). On sait qu'elles peuvent être très importantes. Des teneurs élevées ont été observées dans la période printemps-été et au début de l'hiver (38).

On peut donc distinguer deux groupes d'écoulements dans la région selon les flux de pollution apportés à la mer :
— d'une part, les canaux de Flandre maritime débouchant à Dunkerque et à Calais, et la Liane pour sa partie terminale, qui se caractérisent par

des écoulements lents, de faibles débits, avec des concentrations généralement élevées en micropolluants à cause des nombreux rejets collectés,
— d'autre part, les rivières pouvant être qualifiées de "naturelles" comme celles du Boulonnais et du Marquenterre dont les flux sont liés aux débits élevés, mais qui présentent le plus souvent de faibles concentrations,

Enfin, l'Aa peut être considéré comme un écoulement mixte, à la fois rivière surtout dans sa partie amont, mais aussi exutoire de wateringues dans sa partie aval canalisée.

| COURS D'EAU | Pb | Zn | Cu | Cd | PCB |
|---|---|---|---|---|---|
| Canal exutoire (2R1) | 700 | 2 500 | 1 850 | — | — |
| Aa (4R5) | 700 | 2 400 | 450 | 50 | 19 |
| 3 canaux de Calais (6R5, 6R9, 6R10) | 1 500 | 149 000 | 1 700 | 80 | 62 |
| Slack (9R2) | — | — | — | — | — |
| Wimereux (9R4) | — | — | — | — | — |
| Liane (9R11) | 400 | 5 300 | 450 | 30 | 6 |
| Canche (11R7) | 2 850 | 8 100 | 6 100 | 110 | 41 |
| Authie (12R4) | 1 850 | 5 000 | 3 450 | 170 | 20 |
| **TOTAL arrondi** | **8 000** | **172 300** | **14 000** | **440** | **150** |

**Tableau 24 - Récapitulatif des estimations des flux contaminants des principaux cours d'eau débouchant en mer (kg/an)**

### 4.1.3. Cas des rejets industriels

Les flux de contaminants chimiques issus des rejets industriels directs à la mer sont connus par les contrôles d'auto-surveillance réalisés par les industriels eux-mêmes et par les quelques résultats du programme régional. Pratiquement, seules les données de métaux lourds sont utilisables. Globalement, les apports directs à la mer par les rejets industriels constituent le deuxième ensemble d'apports à la mer par l'importance des tonnages (**tableau 25**). Ils représentent pour les contaminants métalliques contrôlés (excepté le cuivre) le tiers de tous les apports directs.

| ZONES | Pb | Hg | Zn | Cu | Cd | AUTRES CONTAMINANTS | MI équitox/j |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| **Dunkerque** (Sollac Dunkerque) (2R10) | 610 | 6 | 33 900 | 810 | 52 | Cr = 2 000<br>Mn = 7 120<br>Fe = 33 820<br>Ni = 220<br>CN = 5 050 | 21 700 |
| **Calais** (Tioxide) (6R3) | 730 | 2 | 22 000 | 730 | 22 | Cr = 146 000<br>Mn = 168 000<br>Mg = 3 070<br>Fe = $9.10^6$<br>SO4 = $136.10^6$ | 3.935 000 |
| **Boulogne** (SFPO) (9R15, 16, 18) | 3 181<br>400* | 5 | 14 000 | 660 | 106<br>60* | Mn = 36 600<br>18 600*<br>Fe = 9 340<br>4 600*<br>CN = 75 000<br>96 500* | 218 200 |
| **TOTAL arrondi** | **4 520**<br>**1 740*** | **13** | **69 900** | **2 200** | **180**<br>**134*** | | **4 175 000** |

( ) : apport majeur du secteur
MI : Matières inhibitrices (test daphnies)
* Données récentes (DRIR 1987)

**Tableau 25 - Flux estimés des principaux rejets industriels directs (kg/an)**

Les flux majeurs de ces contaminants métalliques se localisent géographiquement de la façon suivante : pour le zinc et le mercure à Dunkerque-Est, pour le plomb et le cadmium à Boulogne, et pour le cuivre sur l'ensemble des trois zones portuaires.

Des mesures de toxicité globale de ces effluents industriels, par tests biologiques (test daphnie), ont montré l'importance prépondérante des apports du secteur de Calais. Tioxide représente à lui seul près de 80 % des apports toxiques de toute la région. Avec Courtaulds, on atteint 90 %, avec la SFPO 95 %, et avec les autres industries de Calais, on atteint 99 %. La faible épuration qui paraît caractériser les rejets industriels du secteur de Calais explique ce constat. A Calais, une partie des flux toxiques pourrait s'écouler dans le réseau urbain au risque de perturber le fonctionnement de la station d'épuration urbaine.

L'importance de la toxicité des effluents industriels peut s'expliquer en partie au vu des autres contaminants rejetés (tableau 25). On remarque en effet des quantités importantes de métaux divers (chrome, manganèse, et surtout fer) dans les rejets de Tioxide ou de cyanures dans les rejets de la SFPO.

Quelques flux ont été calculés concernant les hydrocarbures totaux pour les raffineries BP (150 t/an), CFR (36 t/an) et pour COPENOR (30 t/an). Ces résultats ne donnent qu'une vue très incomplète des apports de micropolluants organiques : on a signalé à plusieurs reprises la présence de solvants chlorés, de polychlorobiphényles... dans certains rejets industriels (voir chapitre 3 de la première partie).

## 4.2. Les apports diffus

Les flux de contaminants métalliques par les apports diffus ont fait l'objet d'études approfondies dans le cadre du programme régional intégré ; il s'agit des apports par les retombées atmosphériques et par les déblais des dragages portuaires.

### 4.2.1. Apports par les retombées atmosphériques

Les retombées métalliques globales, présentées dans **le tableau 26**, sont exprimées en kilogramme par kilomètre carré et par an ($kg.km^{-2}.an^{-1}$) et comparées aux flux observés, ces dernières années, dans d'autres pays limitrophes de la mer du Nord. Les chiffres sont du même ordre de grandeur, confirmant l'hypothèse déjà signalée d'un flux de retombées sensiblement uniforme sur l'Europe du Nord-Ouest.

Cette approche globale du littoral Nord-Pas de Calais ne doit cependant pas masquer l'existence de flux importants localement. Dans le **tableau 28** qui regroupe les résultats détaillés, on constate que le manganèse est très élevé sur le site de Wimereux. De même, comparativement au site le moins contaminé (site des Deux Caps, Tardinghen), les flux sont approximativement multipliés par un facteur deux pour les sites de Gravelines et de Bray-Dunes qui entourent le complexe industriel Dunkerquois.

Enfin, les flux les plus élevés apparaissent à l'extrémité nord du littoral (Bray-Dunes), ce qui est en accord avec, d'une part, la prédominance locale des vents de secteur Sud-Ouest sur ceux de secteur Nord-Est, et d'autre part, une très probable influence anthropique d'origine belge. Par contre, les flux de plomb et surtout de zinc sont plus importants à l'est de Dunkerque, ce qui laisse supposer l'existence d'autres sources (Calais).

Signalons que les mesures du réseau de la DRIR (23) donnent des moyennes de retombées globales (1983 et 1984) sur les trois agglomérations portuaires (**tableau 27**), très supérieures aux résultats des études du programme régional (**tableau 28**). Ceci s'explique par la situation des stations de mesures de la DRIR, très proches des sources d'émission.

Il est nécessaire de comparer avec prudence les flux de retombées sèches et les flux de retombées humides résultant de la différence entre retom-

| ZONES | Al | Fe | Mn | Pb | Zn | Cu | Cd |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Région Nord - Pas de Calais | 288-461 | 211-587 | 14,1-53,5 | 5,6-13,5 | 20,6-55,6 | 6,1-16,2 | 0,3-1,4 |
| — mer du Nord (Cambray, 1979) | 290 | 195 | 7,7 | 11 | 31 | 10,5 | — |
| — partie méridionale de la mer du Nord (Dehairs, 1984) | — | 129,5 | 5,0 | 10 | 78,1 | 15,8 | 1,2 |
| — Allemagne (Rohbock, 1982) | — | 110-550 | 9-26 | 12-58 | — | — | 0,4-1,5 |
| — Allemagne (Nurnberg, 1984) | — | — | — | 10-24 | 12-71 | 2,3-8,5 | 0,2-0,7 |

*Source (26)*

**Tableau 26 - Flux des retombées métalliques mesurées dans le Nord - Pas de Calais comparés à ceux de différentes zones de l'Europe du Nord ($kg.km^{-2}.an^{-1}$)**

bées globales et retombées sèches. En effet, les périodes d'échantillonnage, les techniques de récupération des poussières et celles de traitement de données sont différentes.

— Les retombées sèches sont naturellement inférieures aux retombées globales, exception faite dans quelques cas, pour le plomb. Ceci est imputable à la taille particulièrement faible des particules vecteurs de cet élément trace, la moindre imprécision dans la détermination du diamètre entraînant alors une grande fluctuation de la vitesse de dépôt et donc du flux sec. Malgré cette incertitude, il ressort que les apports de plomb s'effectuent principalement par voie sèche, tout comme le zinc et le cadmium. Inversement, l'essentiel des retombées se fait, pour les autres métaux, par voie humide : le manganèse et le cuivre sont largement présents dans les eaux de pluie, ce qui est en accord avec la bonne solubilité de ces composés. Par contre, les quantités importantes trouvées pour l'aluminium et le fer dans les retombées humides peuvent surprendre au vu de la faible solubilité de ces éléments. En fait, la capture de ces particules par la pluie se fait par aspiration lors de la chute des gouttes sans qu'il y ait dissolution ;

— Aucune évolution franche ne se dégage quant au rapport flux sec par rapport au flux global selon les sites pour chaque métal. En effet, si le dépôt sec peut refléter assez fidèlement l'état particulaire atmosphérique local (on observe effectivement des retombées sèches relativement plus importantes sur la façade nord, en accord avec la plus grande densité industrielle), la charge particulaire acquise par une masse nuageuse lors de sa formation et son déplacement va être "étrangère" au site. Il y a donc une homogénéité plus grande en contaminants dans les retombées humides que dans les retombées sèches.

Enfin, à partir des valeurs du flux moyen des retombées globales sur le littoral, les apports atmosphériques annuels en métaux trace ont été calculés pour une zone marine de 125 kilomètres de long (de la baie de Somme à la frontière belge) et d'une largeur de 5 kilomètres.

Les résultats acquis en chacune des cinq stations de mesures ont été extrapolés à une bande de 25 kilomètres de longueur, centré approximativement sur le point de mesure. Les flux ainsi calculés sont reportés sur les **figures 30** (plomb), **31** (zinc), **32** (cuivre), **33** (cadmium).

| Agglomération | Al | Fe | Pb | Zn | Mn |
|---|---|---|---|---|---|
| Dunkerque | 1 230 | 22 900 | 190 | 3 450 | 635 |
| Calais | 460 | 1 780 | 420 | 1 150 | 140 |
| Boulogne | 710 | 3 140 | 285 | 820 | 3 460 |

*Source (23)*

**Tableau 27 - Moyenne des retombées globales pour les années 1983 et 1984 ($kg.km^{-2}.an^{-1}$)**

### Cas des retombées de plomb atmosphérique

Une attention particulière a été portée sur le plomb en raison de sa

| SITES ÉTUDIÉS | Na | Al | Fe | Pb | Cu | Cd | Zn | Mn |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Fort-Mahon | 12 200<br>405 | 461<br>54 | 209<br>64 | 11,3<br>4,9 | 16,2<br>1,5 | 0,5<br>0,3 | 44<br>29 | 14<br>2 |
| Wimereux | 13 700<br>370 | 433<br>70 | 304<br>84 | 13,5<br>7,1 | 15,8<br>2,0 | 0,5<br>0,3 | 51<br>25 | 526<br>28 |
| Tardinghen | 7 500<br>317 | 288<br>60 | 211<br>76 | 5,6<br>8,1 | 6,1<br>2,0 | 0,3<br>0,3 | 21<br>30 | 53<br>26 |
| Gravelines | 7 500<br>322 | 306<br>76 | 355<br>154 | 11,2<br>12,5 | 6,3<br>5,4 | 0,9<br>0,2 | 56<br>46 | 21<br>6 |
| Bray-Dunes | 4 900<br>445 | 360<br>102 | 587<br>163 | 9,0<br>14,1 | 15,9<br>4,8 | 1,4<br>0,6 | 39<br>38 | 49<br>7 |
| Moyenne littorale | 8 560<br>362 | 363<br>71 | 308<br>101 | 9,7<br>8,7 | 10,9<br>2,8 | 0,6<br>0,3 | 40<br>33 | 52<br>10 |

**Tableau 28 - Comparaison des flux des retombées métalliques site par site ($kg.km^{-2}.an^{-1}$)**
**première ligne : retombées globales - deuxième ligne : retombées sèches**

toxicité. Les données précédentes ont mis en évidence des flux importants (de 5,6 à 13,5 $kg.km^{-2}.an^{-1}$) y compris près de sites assez éloignés des zones industrielles (Fort-Mahon Plage).

Les sources naturelles sont faibles au regard des émissions d'origine anthropique, à savoir :

— les émissions liées au trafic routier : 75 % du plomb présent dans les essences sous forme de plomb tétraalkyle sont rejetés dans l'atmosphère sous forme de particules très fines,

— les émissions industrielles liées principalement à la métallurgie (sidérurgie et non-ferreux)

Il était intéressant, pour le littoral Nord-Pas de Calais, de connaître la répartition de ces deux types d'émission. La différenciation entre les deux sources principales a pu être faite par l'analyse des isotopes stables du plomb. En effet, les abondances de ces isotopes (en particulier Pb204, Pb206, Pb207) varient fortement suivant l'origine et le gisement du minerai. Or, la composition isotopique du plomb attribuée à la source automobile est relativement constante et nettement différente des autres sources. Des mesures effectuées à deux ans d'intervalle dans une zone où seul un plomb d'origine "automobile" peut être impliqué (croisement des autoroutes A1 et A27) ont confirmé la stabilité du rapport Pb206/Pb207. Par ailleurs, un prélèvement d'aérosol, réalisé au voisinage d'Usinor-Dunkerque, choisi comme témoin de la composante industrielle, met en évidence un rapport Pb206/Pb207 nettement différent.

L'abondance relative des isotopes 206 et 207 du plomb a été mesurée sur différents échantillons d'aérosols et de sédiments (**tableau 29**). Une variation de 0,003 sur le rapport Pb206/Pb207 est significative de plomb d'origines différentes, on constate que :

— pour les échantillons prélevés à Wimereux, la composante "automobile" est prépondérante. Cependant, par un vent de direction Nord-Est (Wimereux, le 14.09.82), le rapport isotopique augmente, mettant en évidence l'influence industrielle de Dunkerque,

— pour l'échantillon prélevé à Gravelines, un rapport Pb206/Pb207 est nettement plus élevé en accord avec la proximité immédiate du complexe industriel,

— le plomb des sédiments des ports de Dunkerque et de Boulogne a une origine nettement industrielle. Si l'explication apparaît évidente dans le cas du port de Dunkerque au vu de la composition des aérosols, la pollution dans le port de Boulogne est imputable à des rejets industriels directs dans le port.

| SITES ÉTUDIÉS | | Pb 206/Pb 207 |
|---|---|---|
| Wimereux | (14.09.82) | 1,111 |
| | (15.11.83) | 1,090 |
| Gravelines | (22.06.82) | 1,116 |
| Croisement autoroute A1-A27 | (24.04.86) | 1,096 |
| Usinor-Dunkerque | (8.06.84) | 1,141 |
| Sédiment portuaire | - Boulogne | 1,159 |
| | - Dunkerque | 1,166 |

**Tableau 29 - Rapports isotopiques pour le plomb**

## 4.2.2. Apports par les produits de dragages portuaires

Les flux bruts à la mer en provenance des activités de dragages des zones portuaires ont été estimés à partir des volumes moyens déclarés par les ports (années 1981 à 1985) et des concentrations en micropolluants mesurées dans le cadre du programme régional. Il y a totale concordance entre les flux ainsi calculés et les déclarations portuaires dont certains résultats analytiques ont d'ailleurs été utilisés afin de compléter les informations sur certains contaminants, par exemple les micropolluants : polychlorobiphényles (PCB), hydrocarbures aromatiques polycycliques (PAH).

Tous les résultats sont rassemblés dans le **tableau 30**.

- **Zones portuaires confinées**

La contamination des zones confinées est directement liée aux apports des écoulements naturels et des rejets directs ; elle est à l'origine d'une part importante des apports totaux :

— à Dunkerque-Est, dans 5 % du tonnage total de sédiments dragués, on trouve la moitié de la masse totale de plomb évacué par le port et le tiers du zinc, du cuivre et des PCB,

— à Calais, dans 8 % du tonnage total de sédiments dragués, on trouve plus de la moitié de la masse totale de plomb et de zinc évacuée par le port et plus du tiers du cuivre, du cadmium et des hydrocarbures polyaromatiques. On peut signaler à cet égard le cas du bassin Carnot où des pertes reconnues lors du déchargement du minerai sont à l'origine d'une contamination notable par le zinc.

Le volume annuel de vases (à 40 % de matières sèches en moyenne), draguées dans les zones portuaires confinées, s'élève à 72 000 $m^3$/an (tableau 16). A titre de comparaison, sur la base d'un volume de 2 litres de

| DÉSIGNATION | MATIÈRES SÈCHES (t/an) | CONTAMINANTS (kg/an) | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | Cd | Hg | Pb | Zn | Cu | PCB | PAH |
| **Dunkerque Est** | | | | | | | | |
| zone à échanges | 490 000 | 294 | 83 | 24 500 | 58 000 | 7 007 | 22 | — |
| zone intermédiaire | 13 000 | 14 | 3 | 2 145 | 5 244 | 746 | 7,5 | — |
| zone confinée | 25 000 | 63 | 7 | 16 382 | 26 350 | 3 157 | 20 | 211 |
| sous-total | 528 000 | 371 | 93 | 43 028 | 90 394 | 10 910 | 50 | 211 |
| **Dunkerque Ouest** | | | | | | | | |
| zone à échanges | 951 300 | 741 | 143 | 54 685 | 109 432 | 14 273 | 73 | — |
| **Calais** | | | | | | | | |
| zone à échanges | 36 000 | 15 | 5 | 828 | 3 252 | 312 | 3,1 | 7,2 |
| zone intermédiaire | 86 200 | 93 | 72 | 4 176 | 37 672 | 1 760 | 9 | 52,6 |
| zone confinée | 10 400 | 67 | 11 | 10 123 | 35 946 | 1 062 | 3,1 | 34,5 |
| sous-total | 132 600 | 175 | 90 | 15 127 | 76 870 | 3 134 | 15 | 94 |
| **Boulogne-sur-Mer** | | | | | | | | |
| zone à échanges | 208 000 | 127 | 19 | 3 380 | 8 216 | 1 397 | 4 | 10 |
| zone intermédiaire | 46 800 | 63 | 48 | 9 296 | 22 434 | 3 498 | 14,5 | 130 |
| zone confinée | 900 | 1,5 | 0,3 | 135 | 558 | 194 | 0,1 | 2,3 |
| sous-total | 255 700 | 192 | 67 | 12 811 | 31 208 | 5 089 | 15 | 142 |
| **TOTAUX arrondis (tonnes/an)** | **1,9 million** | **1,5** | **0,4** | **126** | **308** | **33** | **0,15** | **0,45** |
| Autres flux totaux (tonnes/an) | Fer : 24 500<br>Manganèse : 782<br>Chrome : 83<br>Nickel : 53<br>Cyanures : 53 | | | | | | | |

**Tableau 30 - Flux de contaminants dus aux immersions des déblais de dragage**
(moyenne des tonnages 1981 à 1985)

boues d'épuration (à 10 % de matières sèches) par jour et par habitant, cette fraction des produits dragués correspond, en volume, à une population équivalente de l'ordre de 150 000 habitants, dont 70 % pour Dunkerque-Est, 27 % pour Calais et 3 % pour Boulogne. On notera que cet ordre de grandeur, donné à titre strictement indicatif, correspond à des volumes de boues résiduaires classiquement traitées dans les stations d'épuration urbaines.

- **Zones portuaires à échanges**

Comme cela a été signalé précédemment, il est vraisemblable qu'une part significative des sédiments qui se déposent dans les zones à échanges provient des eaux marines littorales qui sont très turbides. Les particules fines, support des micropolluants, se déposeraient dans les zones d'échanges où l'hydrodynamisme est amoindri. Particulièrement dans le cas de l'avant-port de Dunkerque-Ouest, cette hypothèse peut être avancée ; en effet, les flux exportés par les produits de dragages sont extrêmement importants (en proportion avec les grands volumes de sédiments dragués) et sont sans commune mesure avec les estimations des flux arrivant dans cet avant-port par rejets directs.

Dans ce cas de Dunkerque-Ouest, les sédiments sont relativement peu contaminés (**tableau 18**), mais les flux bruts sont les plus importants de tous les ports (**tableau 30**). Des calculs ont été réalisés pour évaluer ce que seraient les flux "nets" des contaminants, déduction faite des quantités de contaminants qui pourraient avoir été apportés par les matières en suspension des eaux littorales. Pour cela on a pris les teneurs sur la fraction fine du sédiment moyen régio-

nal et considéré que les volumes apportés par la mer étaient égaux aux volumes dragués. Ces flux nets sont très approximatifs car ils ne tiennent pas compte de la dynamique de remplissage et de vidange de l'avant-port sous l'effet de la marée, non plus des retombées atmosphériques et autres apports. Par rapport aux flux bruts, présentés dans le tableau 30, ces flux "nets" représentent, en ordre de grandeur, des abattements de 100 % (mercure, PCB) et de 30 % (plomb, cuivre) à 50 % (cadmium, zinc). Même si l'on considère, d'après ces calculs, que la totalité du mercure et des PCB proviennent des eaux littorales, il n'en reste pas moins que la présence de quantités de contaminants, plomb, cuivre, cadmium et zinc, à des niveaux élevés, reste inexpliquée par rapport aux apports terrigènes connus.

- **Zones portuaires intermédiaires**

L'examen de la qualité des sédiments intraportuaires (deuxième partie, chapitre 3) a conduit à une zonation dans laquelle les zones intermédiaires se situent entre des zones aux caractéristiques bien tranchées (accès aux ports d'un côté, bassins fermés de l'autre). Elles peuvent présenter aussi bien des gradients de teneurs que des taches de fortes teneurs pouvant correspondre à des activités spécifiques ou à des rejets identifiés. Le **tableau 30** renseigne sur des anomalies de ce type ; dans la zone intermédiaire de Calais, les flux de zinc sont à mettre en relation avec les apports du canal d'Asfeld et vraisemblablement les rejets de l'usine Courtauld. Dans la zone intermédiaire de Boulogne, les flux de plomb et de cuivre sont en relation avec les activités de l'usine SFPO.

Les zones portuaires sont sous la dépendance de deux phénomènes concourant tous les deux à l'élévation du niveau des sédiments du fond :

— l'importance du marnage : l'alternance du remplissage et de la vidange des ports amplifie la sédimentation des matières en suspension contenues dans les eaux littorales,

— l'importance des bassins versants dont les écoulements aboutissent dans les ports : les apports particulaires par les rivières et canaux qui recueillent de multiples eaux résiduaires urbaines et surtout industrielles souvent non épurées.

Les connaissances acquises ne permettent pas de savoir quel phénomène est prépondérant et expliquerait l'importance des quantités de matériaux dragués chaque année, ce d'autant que comme cela a été rappelé à maintes reprises, les phénomènes exceptionnels, de crues par exemple, ne sont pas pris en compte dans le présent bilan.

## 4.3. Bilan des apports de contaminants chimiques au milieu marin régional

Les flux calculés ci-dessus ont été comparés entre eux dans le but de faire ressortir les principales voies d'accès des pollutions à la mer. On présentera, ci-après, les apports directs majeurs de contaminants chimiques par ordre d'importance décroissante. Pour les retombées atmosphériques, les flux présentés dans les figures 30 à 33 correspondent à cinq secteurs marins littoraux de 5 km de large et 25 km de longueur, chacun d'eux étant axé sur un point de mesures. Pour les produits de dragages, les flux sont présentés dans les figures 30 à 33 par des cercles proportionnels aux quantités immergées.

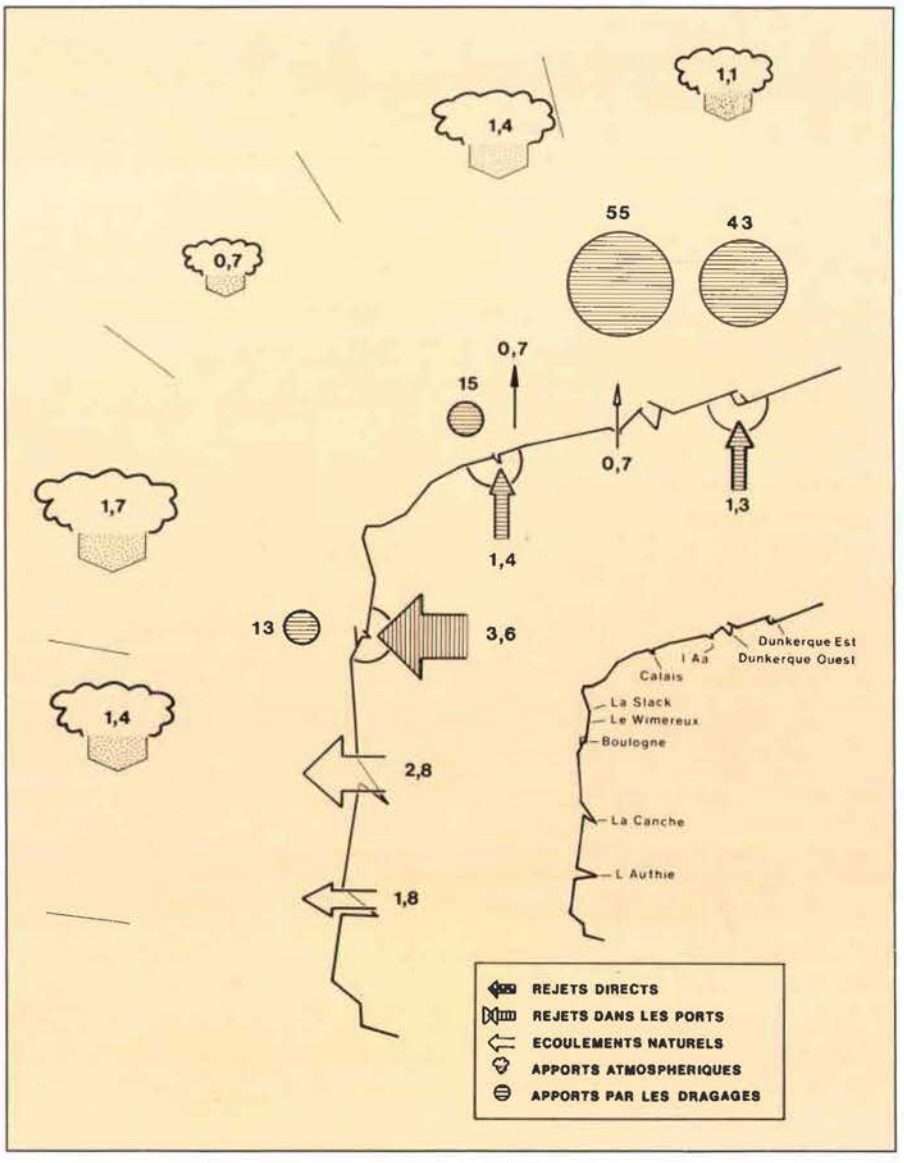



**Figure 30 - Les apports de plomb à la mer** (tonnes/an)

### 4.3.1. Les apports de micropolluants métalliques

- **les apports de plomb (figure 30)**

Les produits de dragages des ports constituent l'essentiel (90 %) des apports de plomb (126 t/an) au milieu marin régional. Ils proviennent surtout de la façade nord, des ports est et ouest de Dunkerque (98 t/an). Les autres apports sont nettement plus faibles, que ce soient les rejets industriels, les cours d'eau ou les retombées atmosphériques.

Les écoulements naturels et les rejets industriels situés dans les ports apparaissent comme l'origine principale du plomb en mer. On peut citer deux apports importants sur la façade ouest : la SFPO à Boulogne-sur-Mer et la Canche (2,8 t/an). A Calais, on trouve les canaux (1,4 t/an, dont 80 % par le canal de la Rivière Neuve) et Tioxide (0,4 t/an), et à Dunkerque, le canal exutoire (0,7 t/an) et les rejets industriels du bassin à flot (0,6 t/an).

Les retombées atmosphériques sont d'importance comparable aux apports par les écoulements naturels. Leur répartition géographique confirme l'importance des apports dans le secteur de Boulogne.

- **Les apports de zinc** (figure 31)

Ces apports se font au niveau des ports et tout particulièrement à Calais, via le canal de la Rivière Neuve. Celui-ci est le plus gros apport au plan régional (148 000 t/an). Divers rejets industriels situés en amont (Courtaulds, ...) pourraient en être à l'origine. Ces apports expliquent en partie les flux relativement élevés des dragages portuaires de Calais.

Les dragages des ports restent les flux majeurs vers le milieu marin (308 t/an), en particulier ceux des ports de Dunkerque (199 t/an) et de Calais (77 t/an).

Les apports par les retombées atmosphériques et les écoulements naturels sont beaucoup plus faibles. On trouve moins de 20 t/an pour l'ensemble des cours d'eau régionaux autres que le canal de la Rivière Neuve.

Les rejets industriels apparaissent donc comme l'origine principale du zinc trouvé en mer. Parmi les flux majeurs identifiés, on peut citer Usinor à Dunkerque (33 t/an), Tioxide à Calais (22 t/an) et la SFPO à Boulogne (14 t/an).

Globalement, les apports de zinc ont lieu surtout sur la façade nord, devant les ports de Calais et Dunkerque.

- **Les apports de cuivre** (figure 32)

Les dragages des ports sont les principaux apports de cuivre à la mer (33 t/an), en particulier au niveau des ports de Dunkerque (25 t/an).

Les apports côtiers sont nombreux et répartis sur tout le littoral régional. Les plus importants sont ceux des écoulements naturels comme le canal exutoire de Dunkerque (1,8 t/an), les rivières du Marquenterre, la Canche (6 t/an) et l'Authie (3,4 t/an), et les canaux de Calais (2,5 t/an). La part des rejets industriels est plus faible : Tioxide (0,7 t/an) et la SFPO (1 t/an).

Les apports atmosphériques sont significativement plus faibles que les apports par les écoulements naturels.

- **Les apports de cadmium** (figure 33)

Les apports par les dragages des ports sont les plus importants pour le cadmium (1,5 t/an), dont la moitié provient du port-ouest de Dunkerque.

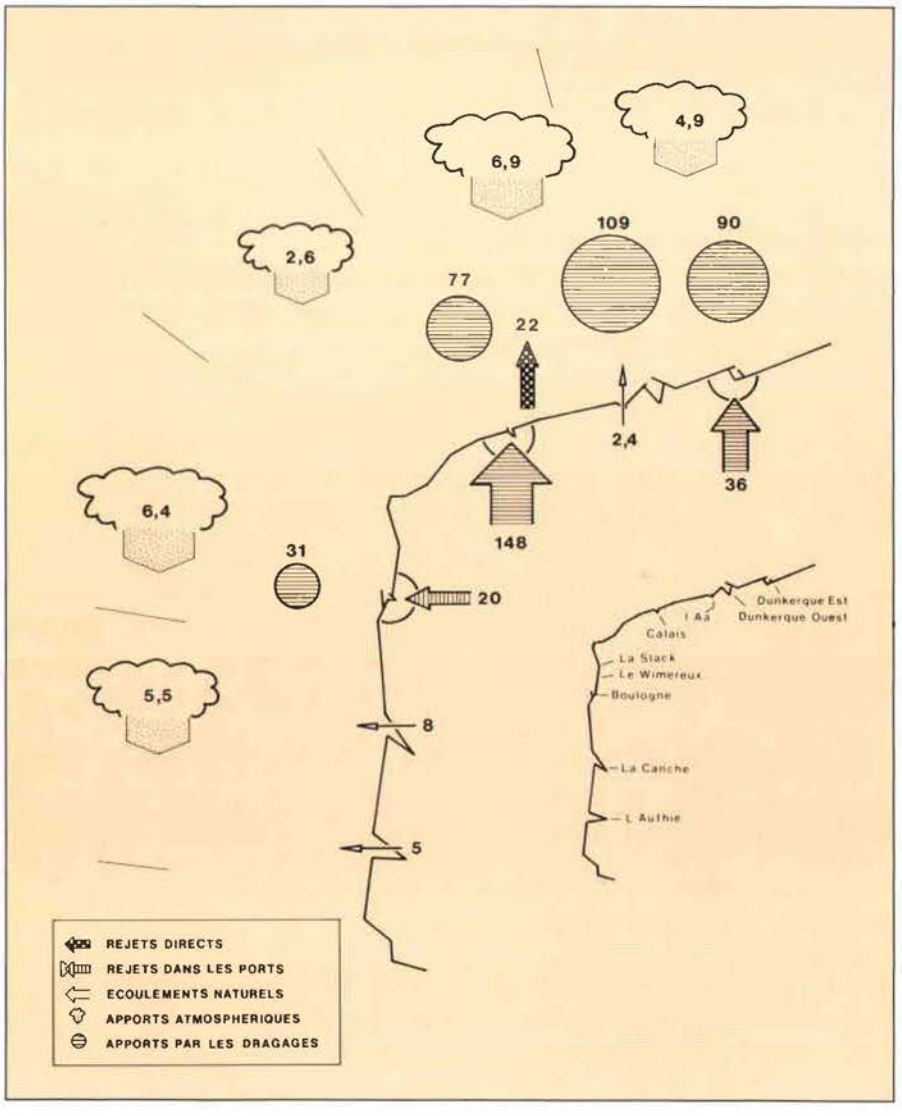



**Figure 31 - Les apports de zinc à la mer** (tonnes/an)

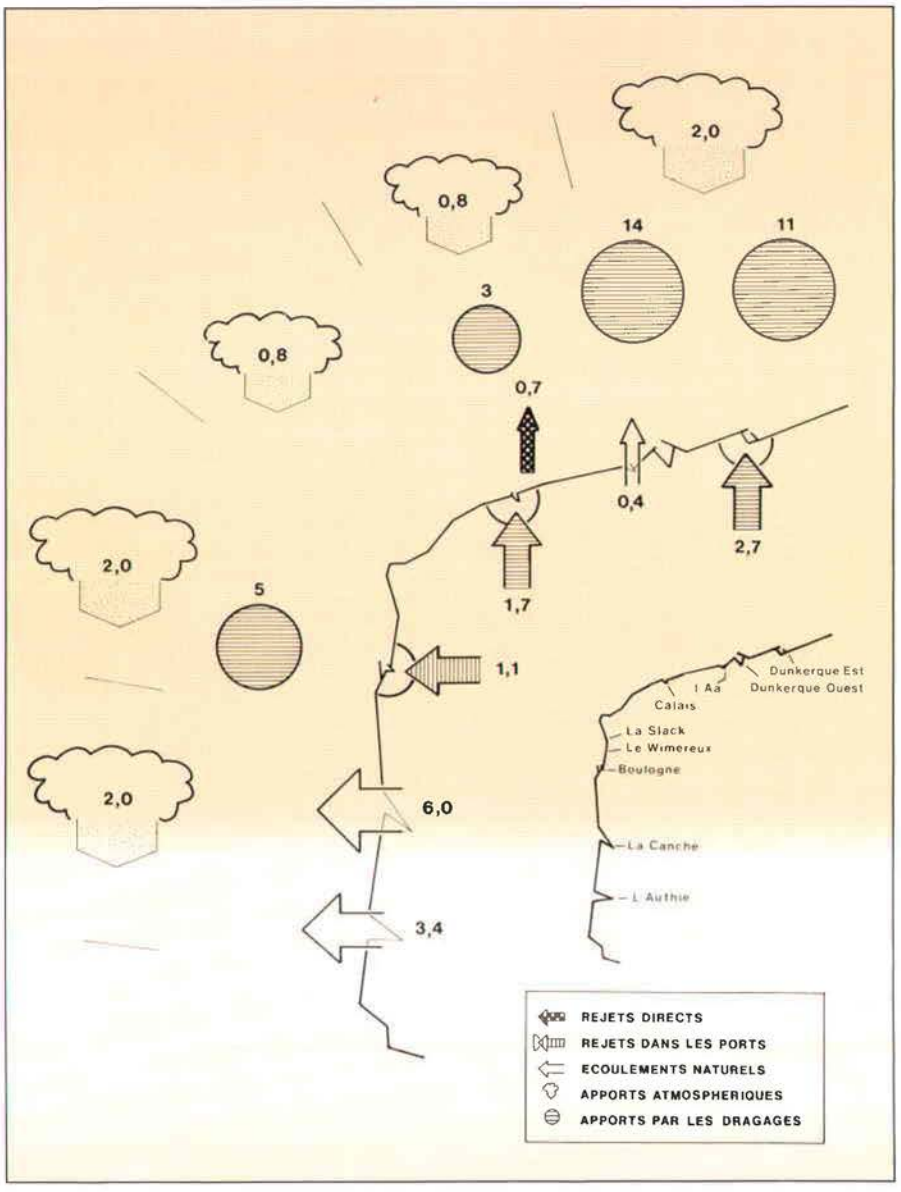



**Figure 32 - Les apports de cuivre à la mer** (tonnes/an)

Parmi les apports côtiers, les plus notables sont ceux qui se situent sur la façade ouest. Ce sont la Liane et la SFPO à Boulogne (0,10 t/an) et les rivières du Marquenterre, la Canche (0,11 t/an) et surtout l'Authie (0,17 t/an). Les apports d'origine atmosphérique apparaissent au contraire plus importants sur la façade nord que sur la façade ouest.

- **Les autres apports**

Pour les autres contaminants métalliques qui n'ont pas été étudiés de façon systématique sur les différents types d'apports, il est impossible d'établir un bilan comparatif. Seules les informations marquantes seront rapportées, ci-après.

**Le mercure,** présent dans les sédiments portuaires, est apporté par les dragages (0,4 t/an). Les flux par les écoulements naturels sont non significatifs en raison des trop faibles concentrations détectées. Des sources industrielles ont pu être identifiées à Boulogne-sur-Mer (SFPO : 0,03 t/an), à Calais (0,013 t/an) et à Dunkerque (0,006 t/an).

**Le manganèse** est apporté par les dragages portuaires (780 t/an), en particulier ceux de Dunkerque (719 t/an). Les apports côtiers les plus importants proviennent de la SFPO à Boulogne (37 t/an jusqu'en 1987, 19 t/an depuis la mise en service de la station d'épuration) et des canaux de Calais (19 t/an) dont plus de la moitié par le canal de Marck.

**Le chrome** est apporté par les effluents de Tioxide à Calais (146 t/an) en quantité plus importante que par les dragages portuaires (83 t/an) dont ceux de Dunkerque-Ouest (46 t/an).

**Le fer** est contenu dans les effluents de Tioxide (9 560 t/an), mais les dragages portuaires constituent l'apport principal (24 500 t/an), en particulier ceux de Dunkerque-Ouest (14 100 t/an).

L'ensemble de ces résultats obtenus pour les contaminants métalliques confirme l'importance des apports par les dragages portuaires en relation avec les rejets industriels débouchant dans les ports, directement ou via les écoulements naturels et vraisemblablement en relation avec les matières en suspension des eaux littorales.

### 4.3.2. Les apports de micropolluants organiques

Les apports de polychlorobyphényles (PCB) se font par les dragages (0,15 t/an) dont la moitié par Dunkerque Ouest, ainsi que par les écoulements naturels (0,15 t/an). Ces derniers se répartissent entre les canaux de Calais (0,06 t/an) et les rivières du Marquenterre (0,06 t/an).

Pour les autres micropolluants organiques seules des données fragmentaires sont disponibles :

— les apports d'hydrocarbures aromatiques polycycliques (PAH) par les dragages peuvent être estimés à 0,45 t/an,

— les apports d'hydrocarbures totaux sont liés aux industries pétrolières situées à proximité des ports, et au trafic maritime (déchargements, rejets accidentels ou non, déballastages, ...).

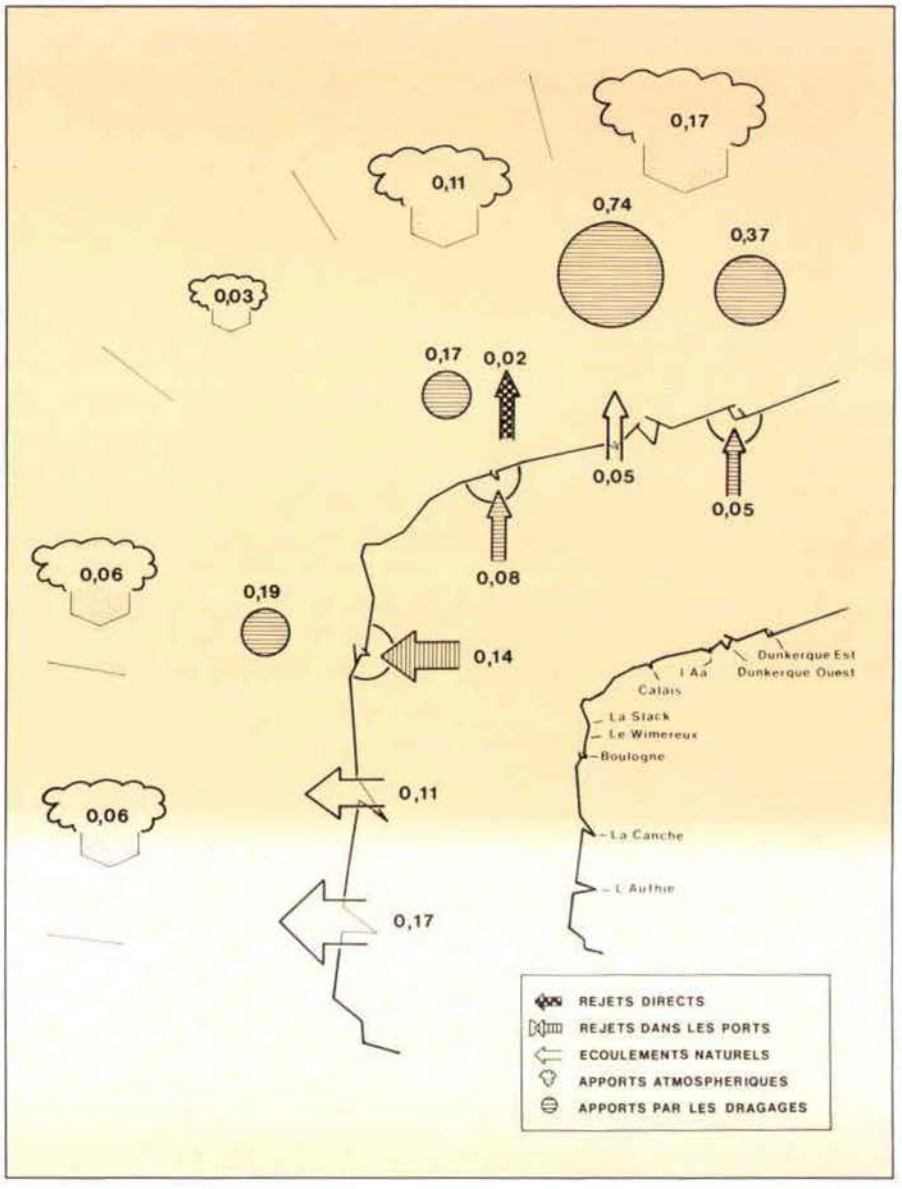



**Figure 33 - Les apports en cadmium à la mer** (tonnes/an)

Des sources potentielles d'hydrocarbures existent, en particulier à Dunkerque. Mais, pour l'ensemble de la Région, peu d'observations de nappes d'hydrocarbures ont été faites sur le domaine maritime. On peut donc admettre a priori que les apports d'hydrocarbures sont assez limités.

Les flux à la mer de contaminants organiques sont en quantité beaucoup plus faibles que pour les métaux. Les apports par les cours d'eau sont aussi importants que les dragages portuaires.

Rappelons une dernière fois que toutes ces informations sur les flux n'ont qu'une valeur indicative compte tenu des très grandes approximations dues aux données utilisées, mesures trop peu nombreuses en regard des variations de débit importantes et mal connues, et aux méthodes de calcul.

# Conclusion
# Recommandations

Yves DESPEYROUX

# CONCLUSION

LE bilan des apports au milieu marin de la région Nord-Pas de Calais (de la frontière belge à l'Authie) a été réalisé à partir de données multiples, d'origines diverses : d'une part, les travaux propres au programme régional intégré sur l'environnement marin, d'autre part, les nombreux résultats issus des organismes officiels ayant localement des missions de surveillance et de contrôle.

La présente synthèse est originale car elle prend en compte tous les types d'apports à la mer, égouts urbains, rejets industriels, écoulements naturels, immersions des produits de dragages, retombées atmosphériques, circulation maritime.

Les études lancées dans le cadre du programme régional intégré ont largement contribué à compléter les connaissances sur les apports grâce à des travaux spécifiques concernant, plus précisément, les retombées atmosphériques, les apports bactériens et les rejets dans les ports.

Dans ce bilan général, on a distingué les apports directs à la côte (égouts et écoulements) et les apports diffus en mer (retombées atmosphériques et immersions).

Un effort particulier a été fait pour visualiser les différents apports directs à la côte ainsi que les sources potentielles de pollution situées à proximité du littoral. Une cartographie au 1/50 000 en 12 planches a été dressée ; elle sert d'outil de base pour repérer les arrivées de contaminants de nature différente (bactériologiques, chimiques).

Globalement, la façade nord se caractérise par trois débouchés majeurs : l'estuaire de l'Aa et les ports de Dunkerque-Est et de Calais, réceptacles des réseaux d'écoulements des wateringues de la Flandre maritime. En outre, il existe deux gros rejets directs : la centrale EDF de Gravelines et l'usine Tioxide à Calais. Sur la façade ouest, on note, à côté du port de Boulogne exutoire de la rivière la Liane, plusieurs rivières et de multiples rejets urbains directs en mer.

On a résumé dans **le tableau 31**, sur la base des connaissances acquises, les résultats des calculs de flux relatifs aux différents types d'apports. Il est très délicat de les comparer entre eux, principalement pour des raisons méthodologiques inhérentes à ce type d'évaluation. Ainsi, **les apports par les cours d'eau** sont très certainement sous-évalués, car ils ne prennent pas en compte le détail des variations saisonnières et les phénomènes exceptionnels tels que les crues. A l'inverse, **les apports par les produits de dragage** sont en partie sur-évalués dans la mesure où ils comptabilisent vraisemblablement dans certains cas des matériaux d'origine marine. Enfin, **les rejets urbains et industriels** ayant fait l'objet d'évaluations, même s'ils sont en général parmi les plus importants, ne représentent en nombre qu'une petite fraction de tous les rejets directs identifiés. Globalement, les flux urbains et industriels sont donc sous-estimés.

On présentera, ci-après, quelques points marquants concernant les flux bactériens, les flux particulaires, organiques et nutritifs et les flux de contaminants chimiques ; les résultats globaux sont ceux qui sont récapitulés dans le tableau 31, exprimés en tonnes par an et en pourcentages.

- **Les flux bactériens**

Les cours d'eau, en particulier ceux débouchant dans les grandes agglomérations portuaires, correspondent aux flux les plus importants ; en effet, ceux-ci collectent, dans leur partie terminale, de nombreux rejets d'effluents urbains y compris ceux des stations d'épuration. Les apports directs à la mer, égouts et surtout rejets des stations d'épuration dont les effluents ne sont pas désinfectés, constituent la seconde source en importance. Rappelons par ailleurs que la mauvaise qualité sanitaire du milieu peut également être en relation avec des rejets secondaires qui posent problèmes en période d'afflux touristique (site des Caps).

- **Les flux particulaires, organiques et nutritifs**

Bien que sous-évalués, les apports particulaires par les cours d'eau, en particulier les rivières naturelles du Marquenterre au sud de la Région, sont les plus importants. Les apports par les écoulements débouchant dans les ports par les canaux de Flandre sont très inférieurs. On remarque globalement que les quantités de matières particulaires draguées dans les ports sont dans un rapport de 200 à 1, comparées aux matières arrivant dans ces ports par les écoulements ; ceci conduit à admettre que, même en tenant compte de la sous-évalua-

| DÉSIGNATION DES APPORTS | FLUX (en valeurs arrondies) | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | BACTERIENS | PARTICULAIRES, ORGANIQUES ET NUTRITIFS | | | CONTAMINANTS | | | | |
| | $10^{14}$ *E coli* par 24 h | MES | MO | N | Pb | Zn | Cd | Cu | PCB |
| **Apports directs** | | | | | | | | | |
| - urbains | 3<br>(36) | 100<br>(< 1) | 100<br>(< 1) | 500<br>(5) | — | — | — | — | — |
| - industriels | — | 6 600<br>(10) | 2 900<br>(8) | 1 000<br>(9) | 5<br>(36) | 70<br>(29) | 0,2<br>(29) | 2<br>(15) | — |
| - cours d'eau : | | | | | | | | | |
| • débouchant dans les ports (*) | 5<br>(53) | 10 000<br>(16) | 19 500<br>(57) | 2 500<br>(23) | 2<br>(20) | 153<br>(64) | 0,1<br>(18) | 4<br>(24) | 0,1<br>(46) |
| • autres (**) | 1<br>(11) | 47 100<br>(74) | 11 400<br>(34) | 6 700<br>(63) | 5<br>(44) | 16<br>(7) | 0,3<br>(53) | 10<br>(6) | 0,1<br>(54) |
| **TOTAL** | 9<br>(100) | 63 700<br>(100) | 33 900<br>(100) | 10 700<br>(100) | 12<br>(100) | 239<br>(100) | 0,6<br>(100) | 16<br>(100) | 0,2<br>(100) |
| **Apports diffus** | | | | | | | | | |
| atmosphériques | — | 100 000<br>(5) | — | 700 (***) | 6<br>(5) | 26<br>(8) | 0,4<br>(22) | 8<br>(19) | —<br>— |
| dragages | 1 (****) | 1 900 000<br>(95) | — | — | 126<br>(95) | 308<br>(92) | 1,5<br>(78) | 33<br>(81) | 0,2 |
| **TOTAL** | — | 2 000 000 | — | — | 132 | 334 | 1,9 | 41 | — |

(*) Canal exutoire, canaux de Calais, Liane à Boulogne,
(**) Aa, Slack, Wimereux, Canche, Authie
(***) 1,2 g/m²/an (34)
(****) Boulogne et Calais

**Tableau 31 - Bilan des flux apportés à la mer (t/an) selon les types d'apports**
(pourcentages entre parenthèses)

tion des flux des écoulements, une part notable des matériaux dragués serait d'origine marine.

Concernant les matières organiques et nutritives, le petit nombre de rejets directs urbains et industriels qui ont pu être évalués, ne permet pas une comparaison précise avec les flux dus aux écoulements naturels ; ces derniers apparaissent comme étant les plus importants ; en particulier, on retrouve l'influence de nombreux apports urbains et industriels, plus ou moins épurés, collectés dans les zones portuaires. Dans le cas des cours d'eau débouchant directement sur le littoral, on remarque l'influence des activités agricoles de certains bassins versants, en particulier de celui de l'Aa.

Globalement, les flux de matières organiques et nutritives sur la façade Nord sont plus importants que sur la façade ouest.

- **Les flux de contaminants chimiques**

Les activités industrielles situées autour des zones portuaires sont à l'origine des principaux apports directs de micropolluants. Les flux de contaminants métalliques par les produits de dragages sont particulièrement élevés. On constate qu'ils sont de 2 à 60 fois plus importants que ceux des écoulements et des rejets industriels débouchant dans les ports réunis. On conçoit donc, comme dans le cas des flux particulaires, soit que des apports directs importants ne sont pas pris en compte dans le présent bilan, soit que la méthodologie de calcul est trop imprécise, soit vraisemblablement que les zones portuaires recueillent des apports d'origine marine.

Sur la base d'un découpage des zones intraportuaires en trois types de zones dites, à échanges, intermédiaires et confinées, et d'une comparaison de celles-ci entre elles, on a pu démontrer que les quantités de contaminants étaient très élevées dans les zones dites confinées. Ainsi, à Dunkerque-Est et à Calais, plus de la moitié des contaminants évacués en mer sont contenus dans moins de 10 % des produits dragués.

Les activités industrielles rejetant directement dans le milieu marin sont à l'origine du tiers des apports directs, y compris le rejet de l'usine Tioxide. Certaines d'entre elles rejettent dans les zones draguées, on peut alors constater une augmentation de la contamination des sédiments, par exemple, le plomb et le manganèse à Boulogne-sur-Mer, le zinc à Calais et Dunkerque, le fer à Dunkerque.

Concernant les apports atmosphériques, les flux de retombées globales calculés sur une surface de 125 × 5 kilomètres sont du même ordre de grandeur que ceux de tous les écoulements naturels réunis et sont, en valeurs spécifiques, tout à fait comparables à ceux mesurés dans les pays de l'Europe du Nord, voisins de la région Nord-Pas de Calais. Il a pu être démontré, par ailleurs, par le rapport des isotopes du plomb que les retombées atmosphériques de ce métal sont liées à la combustion des essences par le trafic automobile, sauf dans le cas de Dunkerque et de Boulogne-sur-Mer, où l'origine serait en relation avec les activités sidérurgiques.

Enfin, il existe peu de données sur les micropolluants organiques. On remarquera, d'après les calculs effectués, que les apports sont dus autant aux cours d'eau qu'aux produits de dragages portuaires.

Globalement, les flux de contaminants chimiques sont plus importants sur la façade nord que sur la façade ouest.

Du point de vue des apports à la mer, comme du point de vue de la qualité du milieu marin, il se confirme que le littoral régional peut se subdiviser en quatre secteurs différenciés.

• **Le secteur Calais-Dunkerque** qui se caractérise par une forte pression urbaine et surtout industrielle. La présence de gros rejets directs en mer, et les plus forts tonnages dragués expliquent que les apports de pollution y soient les plus importants de tout le littoral régional. La priorité sur cette façade paraît être la maîtrise des rejets industriels directs ou non et des canaux débouchant dans les ports de Calais et de Dunkerque.

• **Le site des Caps** et la baie de Wissant représentent une zone tampon entre les deux façades nord et ouest. Les apports sont limités à quelques flux bactériens notables, qui sont susceptibles de nuire à la qualité des plages, et qui devront être épurés. Ce secteur naturel, à vocation touristique, constitue néanmoins une référence régionale par la bonne qualité de son milieu marin. A ce titre, il doit être protégé.

• **Le Boulonnais** (cap Gris-Nez - cap d'Alprech) se caractérise par de nombreux petits écoulements côtiers directs à la mer dont les flux sont à dominante bactérienne. Leur prise en compte doit être systématique si l'on veut protéger la vocation touristique et conchylicole de ce secteur.

Sur le secteur de Boulogne, les apports sont chimiques et bactériens. La priorité paraît être la suppression des égouts se déversant dans le port et la désinfection des rejets urbains, particulièrement ceux de Le Portel-Equihen. On notera que les rejets de dragages sont bien évacués vers le Nord par les courants marins.

• **Le Marquenterre** présente de nombreux apports côtiers collectant principalement des effluents domestiques, et deux grande rivières de bonne qualité. C'est une zone de référence pour sa qualité chimique. Les flux sont à dominante bactérienne et rendent nécessaire un effort d'assainissement visant à protéger la baignade et la conchyliculture.

# RECOMMANDATIONS

NOUS avons jugé utile, à l'issue de ce travail de synthèse des connaissances acquises sur les apports de contaminants au littoral de la Région Nord-Pas de Calais, de dégager des recommandations à l'intention d'utilisateurs potentiels et particulièrement des gestionnaires et aménageurs.

De plus, dans un souci de continuité avec le premier travail de synthèse qui portait sur la qualité du milieu marin littoral régional, il convenait, en tout état de cause, que nous apportions quelques précisions aux recommandations que nous avions alors exprimées.

Toutefois, nous devons procéder à quelques rappels préliminaires qui ont pour objet de relativiser aux yeux du lecteur l'information sur laquelle notre analyse peut s'appuyer. Rappelons tout d'abord que les calculs de flux que nous avons réalisés fournissant une information indéniablement utile, ils n'en restent pas moins limités pour les raisons suivantes.

- Les données de débits et de concentrations pour chaque apport littoral sont peu nombreuses, ceci induit donc une faible précision des flux estimés ;

- Les variations des apports au milieu marin sont en conséquence fort mal caractérisées, qu'il s'agisse de variations :

— d'ordre chronologique : les activités humaines et par voie de conséquence les rejets qu'elles induisent varient à l'échelle de la journée, de la semaine, de la saison et évoluent d'année en année,

— d'ordre climatique : effet de chasse dû aux pluies ou à l'inverse effet autoépurateur renforcé du réseau hydrographique en périodes "sèches",

— imprévisibles par nature telles que les pollutions accidentelles.

Indiquons aussi que les résultats analytiques dont nous disposons sont généralement globaux alors qu'au plan toxicologique la forme chimique des polluants s'avère déterminante. Il est ainsi possible d'imaginer à flux équivalents d'un même métal des effets toxiques très différents selon la nature des formes chimiques rejetées. Nous ne sommes pas à même d'apprécier de telles nuances.

Il faut aussi mentionner ici que le devenir des flux rejetés est déterminé par les caractéristiques du milieu marin au point de rejet. Ainsi, un flux contaminant en apparence mineur, rejeté en zone confinée, peut être plus dommageable pour l'environnement littoral qu'un flux plus important rejeté en zone de forte dispersion.

La sensibilité des écosystèmes littoraux aux polluants rejetés constitue enfin une donnée essentielle pour la définition des priorités en matière de gestion et de réduction des apports au milieu marin littoral. Les travaux en cours sur le devenir et les effets des polluants du littoral régional viendront, dans un avenir proche, compléter les données dont nous disposons sur les apports, présentées par ce document.

Ceci étant rappelé, pour ce qui concerne **les contaminants chimiques**, nous pouvons constater que les zones portuaires confinées sont systématiquement des zones contaminées, ce qui confirme l'origine amont des contaminants (écoulements naturels et rejets directs). Dans le cas des deux ports principaux de la façade nord, une proportion inférieure à 10 % du tonnage dragué contient plus du tiers, voire plus de la moitié de la masse rejetée en mer des principaux contaminants (plomb, zinc, cuivre, hydrocarbures polyaromatiques, minéraux et organiques polychlorobiphényles). Dans ces conditions, une action volontariste supposerait, soit un traitement à la source au niveau des unités industrielles (des efforts ont déjà été engagés dans ce sens, mais restent insuffisants, comme le signale l'Agence de l'Eau Artois-Picardie dans son V$^{e}$ programme d'intervention), soit un traitement et une élimination à terre des boues draguées les plus chargées.

Ce premier paragraphe consacré aux zones portuaires ne doit pas masquer l'importance des rejets industriels directs qui, pour certains paramètres, constituent des apports majeurs (tableau 25). A titre d'exemple, le rejet de Tioxide constitue la source majeure de chrome pour le littoral régional.

Concernant la **contamination microbiologique** du littoral, nous observons macroscopiquement une bonne correspondance entre la structure des apports et le niveau de contamination des grands secteurs côtiers de la région. Ainsi, le littoral nord où la

quasi-totalité des apports directs à la mer convergent ou transitent via les zones portuaires, présente une qualité bactériologique plus satisfaisante que la façade ouest qui reçoit à l'inverse de très nombreux apports directs et parsemés. Cette dernière description s'applique particulièrement dans le cas de la région boulonnaise qui se caractérise par une insalubrité chronique des gisements conchylicoles et des eaux de baignade. Nul doute qu'un effort important d'assainissement (collecte et épuration des eaux usées) reste à poursuivre prioritairement dans cette zone et plus généralement sur la façade ouest de la Région. A noter que le V$^{e}$ programme de l'Agence de l'Eau Artois-Picardie reflète cette nécessité de lutte contre la pollution bactérienne.

Enfin, nous pouvons rappeler que les apports de matières nutritives les plus importants sont observés sur la façade nord sans que cela semble poser de problèmes majeurs en l'état actuel. Une surveillance des effets de ces apports est cependant recommandable de façon à permettre dès que nécessaire le déclenchement d'actions de prévention. Indiquons à cet égard que des cartes de zones à risques d'eutrophisation sont en cours d'élaboration actuellement à l'initiative du Secrétariat d'Etat chargé de l'Environnement.

# BIBLIOGRAPHIE


1. AGENCE DE L'EAU ARTOIS-PICARDIE, octobre 1980. La pollution industrielle dans le bassin Nord-Artois-Picardie. Bilan des années 1969-1979. Cahiers Techniques N° 1.

2. AGENCE DE L'EAU ARTOIS-PICARDIE, 1980. Techniques propres dans l'industrie : 22 exemples du Bassin Nord-Artois-Picardie. 53 p.

3. AGENCE DE L'EAU ARTOIS-PICARDIE, 1984. Bassin Nord-Artois-Picardie : qualité des cours d'eau, 1981-84

4. AGENCE DE L'EAU ARTOIS-PICARDIE, novembre 1984. Cartes d'objectifs de qualité ; Région Nord-Pas de Calais. 11 p.

5. AGENCE DE L'EAU ARTOIS-PICARDIE, 1984. Cartes d'objectifs de qualité ; département de la Somme. 26 p.

6*. AGENCE DE L'EAU ARTOIS-PICARDIE, 1985. Inventaire des rejets dans le milieu marin ; fiches de description et cartes de localisation au 1/25 000. Départements du Nord et du Pas-de-Calais.

7*. AGENCE DE L'EAU ARTOIS-PICARDIE, octobre 1986. Flux bactériens et variabilité des rejets dans le milieu marin

8. AGENCE DE L'EAU ARTOIS-PICARDIE, décembre 1986. Le 5e programme d'interventions de l'Agence de l'Eau Artois-Picardie. 103 p.

9. ASSOCIATION FRANCAISE POUR L'ÉTUDE DES EAUX, décembre 1974. Pollution de la mer due aux rejets d'eaux usées urbaines et industrielles. Etude technique de synthèse. 96 p.

10. ATLAS RÉGIONAL DU NORD-PAS DE CALAIS, 1985. (ADER) 5e fascicule, 26 planches.

11*. ARNAL O., 1987. Suivi de masses d'eaux côtières en Manche-Mer du Nord par flotteurs Argos. Campagne FLOTANOR. Rapport IFREMER-DERO 88.11 EL. 30 p. Annexes.

12. AVOINE J., 1985. Evaluation des apports fluviatiles dans l'estuaire de la Seine. Actes de colloque N° 4 1986 CNRS-IFREMER. p. 117-123.

13*. BENTLEY D., DUPONT J. et RICHARD A., 1981. Campagne HYDROBIOS I : Hydrologie - Station Marine de Wimereux.

14. CAPLUN E., PETIT D., PICCIOTTO E. Le plomb dans l'essence. *La Recherche* 15 (152), p. 270-280, 1984.

15. CEDRE, 1987. Préparation à la lutte contre les pollutions accidentelles par substances dangereuses : programme 1986-1987. 221 p.

16. CETE NORD-PICARDIE, décembre 1980 (2). Etude de l'assainissement de la zone industrielle de Boulogne-sur-Mer ; DDE Boulogne-sur-Mer, 25 p.

17. CIPLINOR, 1979.Bilan des apports telluriques sur trois années de mesures sur le littoral du Nord en 1976, 1977, 1978. Port autonome de Dunkerque, 11 p. + annexes.

18. DELABRE D., 1985. Les métaux lourds dans les sédiments du littoral Nord de la France et leur disponibilité lors des rejets de dragages. Université des Sciences et Techniques de Lille. Thèse 3e cycle, 151 p.

19*. OUDART E., L'HOPITAULT J.-C., PHILIPO A., DESPEYROUX Y., novembre 1984. Dynamique et pollution de l'estuaire de la Canche. Institut Pasteur de Lille, Service des eaux, U.S.T.L. Laboratoire de sédimentologie, 85 p.

20*. DELESMONT R. et DELATTRE J.M., février 1983. Estuaires 82 : Microbiologie des eaux. Institut Pasteur de Lille, service des eaux, 35 p.

21. DELESMONT R., DELATTRE J.M. et LEPERCQ E., 1984. Efficacité de la chloration des effluents des stations d'épuration littorales. Rapport d'étude réalisé par le Service des Eaux de l'Institut Pasteur de Lille. DDASS Nord-Pas de Calais, 67 p. (Complément en 1985 sur la station d'épuration du Touquet).


---

* Rapports réalisés dans le cadre du Programme Régional Intégré IFREMER - RÉGION NORD-PAS DE CALAIS

22. D.R.A.S.S. Rapport sur l'état sanitaire du littoral Nord-Pas de Calais". Bilans 1984 (82 p.), 1985 (25 p.), 1986 (60 p.).

23. D.R.I.R. Mesure de la pollution atmosphérique dans la région Nord-Pas de Calais en 1983 et 1984.

24. D.R.I.R., 1986. L'industrie au regard de l'environnement. Risques et pollutions, année 1984, édition 1986.

25. EDF-LNH, 1971. Nouvel avant-port de Dunkerque : mesures de courants, Direction Etudes et Recherches, 35 p.

26. FLAMENT P., 1985. Les métaux-trace associés aux aérosols atmosphériques : Apports au milieu marin du littoral Nord-Pas-de-Calais. Thèse Lille 1985.

27. FLAMENT P., NOEL S., AUGER Y., LEMAN G., PUSKARIC E., WARTEL M., 1984. Les retombées atmosphériques sur le littoral Nord-Pas de Calais. Poll. Atmos. 104, 262-270, 1984.

28. GELDREICH E., KENNER B.A., 1969. Concepts of fecal streptococci in stream pollution. Journal of Water Pollution Control Federation N° 41, p. 336-352.

29*. HERNANDEZ J.F., octobre 1985. Qualité des eaux portuaires de Boulogne ; Etude de la matière en suspension et son rôle dans le transfert de polluants. Aspect bactériologique. Institut Pasteur de Lille, service des eaux, contrat IFREMER N° 84/3322, 62 p.

30*. IFREMER - Ministère de l'Environnement, 1985. RNO : résultats de la campagne INTERSITE I du 7 au 20 octobre 1983. 94 p.

31. IFREMER, 1984. Inventaire des secteurs conchylicoles du littoral français, CSRU, 82 p.

32*. IFREMER, RÉGION NORD-PAS DE CALAIS, décembre 1986. Le Littoral de la Région Nord-Pas de Calais : qualité du milieu marin. *Rapport scientifique et Technique de l'IFREMER*, N° 3-1986, 152 p.

33. INSTITUT DE RECHERCHE DES TRANSPORTS, 1977. Etude du traffic dans le Pas de Calais. Secrétariat Général de la Marine Marchande, 8 p. Annexes.

34. International Conference on the Protection of the North Sea. Deutsches hydrographisches Institut, Hamburg, 1986. Quality Status of the North Sea. Bremen conference 31 oct.-10 nov. 1984) - Department of the Environment London 1988. Quality Status of the North Sea. London conference (24-25 Nov. 1987).

35. IRCHA, 1975, 1976. Pollution du littoral Calais - Gravelines - Dunkerque : estimation des apports terrestres au milieu marin. SECADU, 1975, 39 p., 1976, 50 p.

36. KANTIN R., 1988. Les risques de pollution liés au transport maritime des produits chimiques autres que les hydrocarbures. Séminaire "Devenir des polluants chimiques", Ministère de l'Environnement Groupe MER, Brest, 26-27 janvier 1988, 16 p.

37*. L'HOPITAULT J.C., PHILIPPO A. et al, janvier 1982. Influence du dragage des ports sur la pollution marine dans la région Nord-Pas de Calais, 60 p. + Annexes.

38*. L'HOPITAULT J.C., PHILIPPO A., THOMAS P., février 1983. Estuaires 82 : Micropolluants des eaux. Institut Pasteur de Lille, service des eaux, 30 p. + Annexes.

39. MINISTÈRE DE L'ENVIRONNEMENT ET DE LA QUALITÉ DE LA VIE, 1983. Assainissement en zone littorale. *Cahiers techniques de la Direction de la prévention des pollutions*, N° 11, 92 p.

40. MEINCK F., STOOFF H., CAOHLSCHUTTER H., 1970. Les eaux résiduaires industrielles. Masson Editeur, 865 p.

41*. MOREL M. *et al*, juin 1984. Origine des germes responsables de la pollution bactérienne des mollusques sur le littoral Nord-Pas de Calais. IFREMER, Centre de Boulogne, 8 p. + Annexes.

42. OGER C., DELATTRE J.M et DELESMONT R, janvier 1983. Qualité microbiologique des eaux de plage à Bray-Dunes. Institut Pasteur de Lille, service des eaux, 25 p.

43. OGER C. et DELATTRE J.M., novembre 1985. Rapport d'étude sur la contamination de divers rejets sur le littoral du parc boulonnais. Institut Pasteur de Lille, service des eaux, concours financier de l'E.N.R., 11 p.

44. OGER C., DELESMONT R. et DELATTRE J.M., décembre 1985. Influence de l'Aa sur le milieu marin. Etude bactériologique. Institut Pasteur de Lille, service des eaux, concours financier de la DDASS du Nord, 24 p.

45. OUDART E. et DELATTRE J.M., 1983. Le canal exutoire de Dunkerque. Etude microbiologique. Institut Pasteur de Lille, service des eaux, concours financier du Port autonome de Dunkerque et de l'Agence de L'Eau Artois-Picardie, 80 p.

46. OUDART E. et DELATTRE J.M., novembre 1983. Canal des Moeres et canal exutoire de Dunkerque. Etude micro-biologique. Institut Pasteur de Lille, service des eaux, concours financier du Port autonome Dunkerque et de l'agence de L'Eau Artois-Picardie, 1 p.

47. OUDART E. et DELATTRE J.M., mai 1984. Les canaux de Dunkerque ; étude microbiologique et physico-chimique. Institut Pasteur de Lille, service des eaux, 17 p. + annexes.

48. OUDART E., L'HOPITAULT J.C., DELATTRE J.M., 1985. Etude physico-chimique des rejets industriels dans les bassins à flot du port de Dunkerque-Est. Institut Pasteur de Lille, service des eaux, 60 p.

49*. OUDART E., PROIX N. et al., novembre 1986. Les ports de Boulogne-sur-Mer et Calais ; étude physico-chimique et bactériologique. Etude conjointe IPL, service des eaux et USTL, laboratoire de chimie analytique et marine, 58 p. + annexes.

50. PETIT D., Etudes sur la pollution de l'environnement par le plomb en Belgique - Les isotopes stables du plomb en tant qu'indicateurs de son origine. Thèse Université Libre de Bruxelles, 1977.

51. PORT AUTONOME DE DUNKERQUE, 1984, 1985, 1986. Immersion en mer des déblais de dragages. Rapports annuels d'activités.

52*. RICHARD A. et al, 1983. Estuaire 1982 ; hydrobiologie. Université des Sciences et Techniques de Lille, 47 p.

53. SATESE - NORD. Rapport sur le fonctionnement des Stations d'Epuration des collectivités locales du Département du Nord, année 1985. Agence de l'eau Artois-Picardie. 2 vol.

54. SATESE - PAS DE CALAIS. Rapport sur le fonctionnement des Stations d'Epuration des collectivités locales du Département du Nord, année 1985. Agence de l'Eau Artois-Picardie. 2 vol.

55. SAUNIER EAU ET ENVIRONNEMENT, mai 1984. Etude nationale sur les eaux de pollution des plages classées en catégorie D. Rapport de synthèse et fiches descriptives.

56. SERVICE HYDROLOGIQUE CENTRALISATEUR, 1986. Données débimétrisques des cours d'eaux du Bassin Artois-Picardie.

57. SERVICE MARITIME DES PORTS DE BOULOGNE-SUR-MER ET CALAIS, 1982. Inventaire des rejets en mer ou sur le domaine public maritime ; situation 1981. 4 cartes et 3 annexes.

58. SERVICE MARITIME DES PORTS DE BOULOGNE-SUR-MER ET CALAIS, 1984. Surveillance des estuaires (Authie - Canche - Liane - Wimereux - Slack). Résultats de l'hiver 83-84.

59. SERVICE MARITIME DES PORTS DE BOULOGNE-SUR-MER ET CALAIS, 1984, 1985, 1986. Immersion en mer des déblais de dragages. Rapports annuels d'activités.

60. SERVICE MARITIME DU NORD, 1986. Inventaire des Rejets pour le Département du Nord. Cellule de lutte contre la pollution marine. 5 cartes.

61. SOGREAH, décembre 1981. Amélioration de la qualité des eaux du littoral Artois-Picardie. Analyse de l'état actuel ; utilité et efficacité de rejets urbains par émission en mer. 70 p. + 9 annexes.

62. SOGREAH, avril 1983. Etude de l'impact des rejets des eaux usées et pluviales sur le milieu récepteur de l'aire boulonnaise. DDE Pas-de-Calais. 113 p.

63. SRAE-LILLE. Etudes qualitatives des eaux - La Slack (février 1979), La Canche (décembre 1980), Le Wimereux (juillet 1983), La Liane (février 1984), 166 p. Annexes.

64. VERGES D., 1986. Essai de détermination des flux de pollution d'origine agricole arrivant au milieu marin. Rapport de stage, IFREMER centre de Brest, 105 p.

65. WALLING D.E. et WEBB W., 1985. Estimating the discharge of contaminants to coastal waters by rivers : some cautionary comments. *Marine Pollution Bulletin*, vol 16, N° 12, p. 448-492.

66*. WARTEL M. et al, 1983. Apports atmosphériques sur le littoral Nord-Pas de Calais. Contrat CNEXO 81/6632. Université des Sciences et Techniques de Lille, 26 p. Annexes.

67*. WARTEL M. et AUGER, 1984. Retombées atmosphériques sur le littoral Nord-Pas de Calais. Université des Sciences et Techniques de Lille, 79 p. Annexes.

68*. WARTEL M. et al, octobre 1985. Qualité des eaux portuaires et rôle des particules en suspension dans le transport des contaminants chimiques. Université des Sciences et Techniques de Lille, 43 p.

# ORGANISMES ET SERVICES PUBLICS CONSULTÉS

**AEAP**

Agence de l'Eau du bassin Artois-Picardie
764, bd Lahure, B.P. 818, 59508 DOUAI CEDEX
tél. 27.87.01.94

**AEH**

Arrondissement Etudes et Hydrologie
Direction régionale de la navigation
92, avenue Pasteur, B.P. 39, 59831 LAMBERSART CEDEX
tél. 20.92.61.51

**AREMAD**

Association pour le Réseau de Mesure et d'Alarme de la pollution atmosphérique de Dunkerque
rue du Pont de Pierre, B.P. 35, 59820 GRAVELINES

**CEDRE**

Centre de Documentation de Recherches et d'Expérimentation sur les pollutions accidentelles des eaux
B.P. 70, 29263 BREST CEDEX
tél. 98.49.12.66

**CEPPOL**

Commission d'Etudes Pratiques de lutte antipollution
"Brest Naval", 29240 BREST
tél. 98.22.10.80

**CIPLINOR**

Cellule de lutte contre les pollutions marines
Service maritime du Nord Terre-Plein Guillain - B.P. 6-534
59386 DUNKERQUE CEDEX

**CSRU**

Département de Contrôle et Suivi des Ressources et de leur utilisation
IFREMER (adresse ci-après)

**DDA**

Direction Départementale de l'Agriculture
- Nord : Cité administrative,
175, rue Gustave Delory, 59000 LILLE
tél. 20.52.00.25

- Pas-de-Calais : 9, Grand-Place
62000 ARRAS
tel. 21.23.15.46

Pas-de-Calais : Place de la Préfecture, 62021 ARRAS CEDEX
Tél. 21.51.19.29.

**DDASS**

Direction Départementale des Affaires Sanitaires et Sociales
- Nord : Cité administrative,
59011 LILLE CEDEX
tél. 20.52.00.25

- Pas-de-Calais : Place de la Préfecture
62021 ARRAS CEDEX
tél. 21.51.19.29

| | |
|---|---|
| **DDE** | Direction Départementale de l'Equipement du Pas-de-Calais<br>178 rue Faidherbe, 62200 BOULOGNE-SUR-MER<br>tel. 21.30.08.55 |
| **DRA** | Direction Régionale de l'Agriculture et de la Forêt<br>Cité administrative,<br>175 rue Gustave Delory, 59000 LILLE<br>tel. 20.52.00.25 |
| **DRAE** | Délégation Régionale à l'Architecture et à l'Environnement<br>4 rue Gombert, 59000 LILLE<br>tel. 20.30.83.83 |
| **DRASS** | Direction Régionale des Affaires Sanitaires et Sociales<br>62, boulevard de Belfort, 59024 LILLE CEDEX<br>tel. 20.86.04.56 |
| **DRIR** | Direction Régionale pour l'Industrie et la Recherche<br>941, rue Charles Bourseul, B.P. 838, 59508 DOUAI CEDEX<br>tel. 27.87.16.14 |
| | • Subdivision littoral Nord<br>route de Bourbourg, B.P. 199, 59820 GRAVELINES<br>tel. 28.23.99.26 |
| | • Subdivision littoral Pas-de-Calais<br>route d'Equihen, B.P. 129, 62230 OUTREAU<br>tel. 21.91.07.27 |
| **DSV** | Direction des Services Vétérinaires<br>• Nord : 52 rue de Maubeuge<br>59000 LILLE<br>tel. 20.52.64.97 |
| | • Pas-de-Calais : rue du 19 mars 1962<br>B.P. 19, 62022 ARRAS CEDEX<br>tel. 21.51.59.69 |
| **RÉGION NPC** | Région NORD-PAS DE CALAIS<br>7, square Morrisson, 59800 LILLE<br>tel. 20.60.60.60 |
| **IFREMER** | Institut Français de Recherche pour l'Exploitation de la Mer |
| | • Centre de Boulogne-sur-Mer<br>150, quai Gambetta<br>B.P. 699, 62321 BOULOGNE-SUR-MER CEDEX<br>tel. 21.31.61.48 |
| | • Centre de Brest<br>B.P. 70 - 29263 PLOUZANE<br>tél. 98.22.40.40 |
| | • Centre de Nantes<br>rue de l'île d'Yeu<br>B.P. 1049, 44037 NANTES CEDEX 01<br>tel. 40.74.99.81 |
| **INSEE** | Institut National de la Statistique et des Etudes Economiques<br>12, rue Vauban, 59800 LILLE<br>tel. 20.30.89.87 |

| | |
|---|---|
| **IPL** | Institut Pasteur de Lille, Service des Eaux<br>1, rue du Professeur Calmette, B.P. 245, 59019 LILLE CEDEX<br>tel. 20.87.77.30 |
| **PAD** | Port Autonome de Dunkerque, Service Maritime du Nord<br>Terre-Plein Guillain, B.P. 6-534, 59386 DUNKERQUE CEDEX 1<br>tel. 28.29.70.70 |
| **RNO** | Réseau National d'Observation de la qualité du milieu marin (Ministère de l'Environnement)<br>IFREMER, Centre de Brest, B.P. 70, 29263 PLOUZANE<br>tel. 98.22.40.40 |
| **SATESE** | Service d'Assistance Technique aux Stations d'Epuration<br>• Nord : Domaine du CERTIA,<br>369, rue Jules Guesde, B.P. 39, 59651 VILLENEUVE D'ASCQ CEDEX<br>tel. 20.47.28.71<br><br>• Pas-de-Calais<br>37, rue d'Amiens<br>62000 ARRAS<br>tel. 21.71.31.41 |
| **SMBC** | Service Maritime des ports de Boulogne et Calais<br>96, quai Gambetta, 62321 BOULOGNE-SUR-MER CEDEX<br>tel. 21.30.10.00 |
| **SMW** | Station Marine de Wimereux (Université des Sciences et Techniques de Lille)<br>28, avenue Foch, B.P. 41, 62930 WIMEREUX<br>tel. 21.32.41.14 |
| **SRAE** | Service Régional de l'Aménagement des Eaux (DRA)<br>Nord-Pas de Calais . 41, rue Puebla, 59000 LILLE<br>tel. 20.57.95.62 |
| **SRSA** | Service Régional de la Statistique Agricole<br>25, rue Evrard de Fouillay, 80000 AMIENS<br>tel. 22.92.13.68 |
| **USTL** | Université des Sciences et Techniques de Lille<br>Laboratoire de chimie analytique et marine<br>B.P. 36, 59650 VILLENEUVE D'ASCQ CEDEX<br>tel. 20.91.92.22 |

## "LE LITTORAL DE LA RÉGION NORD-PAS DE CALAIS - APPORTS A LA MER"

Ce document fait suite à un premier rapport relatif à la qualité du milieu marin dans le Nord-Pas de Calais. Il concerne le deuxième objectif du programme Environnement Littoral de cette Région, à savoir, identifier les origines et estimer les flux de contaminants qui aboutissent au milieu marin.

Cette synthèse originale prend en compte tous les types d'apports à la mer : les apports directs à la côte (écoulements naturels, égouts urbains, rejets industriels, ...) et les apports diffus en mer (retombées atmosphériques, immersions des déblais de dragage, échanges avec les zones maritimes adjacentes...).

Les données proviennent des travaux de surveillance et de contrôle des organismes officiels et des résultats de plusieurs contrats de recherche spécifiques. Ainsi, les travaux sur les apports atmosphériques sont particulièrement complémentaires de ceux réalisés par divers pays riverains de la mer du Nord.

Après un examen critique des méthodes de calcul des flux, on tente un bilan global, sous réserve de multiples approximations, des principaux flux : pollution bactérienne fécale, particules, matières organiques et nutritives, contaminants chimiques.

*Coming after a first report on the marine environment quality status of the Nord-Pas de Calais area, the present volume deals with the second objective of this regional coastal research programme i.e. identification and estimation of the contaminant fluxes to the sea.*

*This original synthesis takes into account all the inputs, distinguishing point sources (fresh waters, urban sewage, industrial waste...) as well as non point sources (atmospheric deposition, harbour dredging disposal, inputs from adjacent marine areas...).*

*The data are issued from administrative monitoring, as well as specific research programmes. Atmospheric inputs are specially detailed and can be compared with similar results coming from North Sea bordering countries.*

*The final part of this volume tries to estimate the fluxes. Different methodologies are compared. A global evaluation concerns the main fluxes : fecal bacterial pollutions, particulate and organic matter and nutrients, chemical contaminants.*

IFREMER
66, avenue d'Iéna
75116 PARIS

Région Nord - Pas de Calais
CONSEIL REGIONAL
B.P. 2035 - 59014 LILLE CEDEX