



CETMEF

GUIDE POUR LA GESTION DURABLE DES DEBLAIS DE DRAGAGE PORTUAIRES CONTAMINES EN FRANCE



DRAGAGE



Cetmef

*Rapport final
Mars 2008*





Centre d'Études Techniques
Maritimes Et Fluviales



**GUIDE DE RECOMMANDATIONS POUR LA
GESTION DURABLE DES DEBLAIS DE
DRAGAGE PORTUAIRES CONTAMINES DE
TYPE VASEUX DANS LES PORTS
MARITIMES FRANCAIS**



Mars 2008

Observations sur l'utilisation du rapport

Ce rapport, ainsi que les cartes ou documents, et toutes autres pièces annexées constituent un ensemble indissociable : en conséquence, l'utilisation qui pourrait être faite d'une communication ou reproduction partielle de ce rapport et annexes ainsi que toute interprétation au-delà des indications et énonciations de *In Vivo* ne saurait engager la responsabilité de celle-ci.

Crédit photographique : In Vivo (sauf mention particulière)

Auteurs

Pierre MISKO	Chargé d'études - rédaction
Didier GROSDÉMANGE	Directeur associé - validation
Yann BOUGIO	Cartographe - cartes et illustrations

ZA La grande Halte
29940 La FORET FOUESNANT
Tel : 02.98.51.41.75
Fax : 02.98.51.41.55



94 Avenue de la sariette
13600 LA CIOTAT
Tel : 04.42.71.31.25
Fax : 04.42.08.04.65

mail : info@invivo-environnement.com
Site web : www.invivo-environnement.com

Table des matières

1	INTRODUCTION	3
1.1	LE CONTEXTE DRAGAGE EN FRANCE	3
1.2	LES OBJECTIFS DE L'ETUDE	4
2	LA REGLEMENTATION RELATIVE AUX DRAGAGES	5
2.1	LA REGLEMENTATION FRANÇAISE	5
2.2	LES CONVENTIONS INTERNATIONALES	6
2.3	LA REGLEMENTATION EUROPEENNE	7
3	LES FILIERES A TERRE ET LA REGLEMENTATION DECHETS	9
3.1	AIDE A LA DECISION POUR LE CHOIX DE LA FILIERE	9
3.2	LE CARACTERE DANGEREUX DES DECHETS	10
3.3	LES PRINCIPALES FILIERES A TERRE	11
4	LA CONNAISSANCE DU GISEMENT EN FRANCE	12
4.1	LES ENQUETES DRAGAGE	12
4.2	LES DONNEES REPOM	14
4.3	LES VOLUMES NON DRAGUES DES PORTS AUTONOMES	16
4.4	ÉTAT DES LIEUX DE QUELQUES DEPARTEMENTS	17
4.5	LA PLAISANCE	18
5	LES TECHNIQUES DE TRAITEMENT DES SEDIMENTS	19
5.1	NORVEGE	20
5.2	PAYS BAS	21
5.3	ALLEMAGNE	22
5.4	FLANDRES	23
5.5	WALLONIE	25
5.6	ITALIE	26
5.7	FRANCE	27
5.8	ÉTATS UNIS	29
6	LES POLITIQUES DE GESTION EN EUROPE ET EN NORD AMERIQUE	30
6.1	NORVEGE	30
6.2	PAYS BAS	31
6.3	ALLEMAGNE	32
6.4	FLANDRES	34
6.5	WALLONIE	36
6.6	ITALIE	37
6.7	FRANCE	38
6.8	ÉTATS UNIS	40
7	RECOMMANDATIONS POUR LA GESTION DURABLE DES SEDIMENTS EN FRANCE	42
7.1	AMELIORATION DE LA CONNAISSANCE DU GISEMENT	42
7.2	PREVENTION DE LA CONTAMINATION DES SEDIMENTS	43
7.3	ELABORATION DE SCHEMAS DE GESTION A TERRE DES DEBLAIS DE DRAGAGE	44
7.4	CONNAISSANCE DE LA DANGEROUSITE DES DEBLAIS DE DRAGAGE	45
7.5	VALORISATION DES DEBLAIS	46



7.6	STOCKAGE DES DEBLAIS	47
7.7	TECHNIQUES DE TRAITEMENTS	48
7.8	SYNTHESE DES RECOMMANDATIONS	49
8	REFERENCES	50
9	ANNEXES.....	52
9.1	PARAMETRES ET SEUILS DE L'ARRETE DU 14/06/2000	52
9.2	PARAMETRES DCE - CELLULE ARC	54
9.3	PROPOSITION D'ARBRE DE DECISION POUR LE CHOIX DE LA FILIERE	55
9.4	ENQUETES DRAGAGE : INDICES QN1M ET QN2M PAR DEPARTEMENT	56
9.5	DONNEES REPOM : INDICES QN1M PAR DEPARTEMENT	57
10	FICHE SIGNALÉTIQUE ET DOCUMENTAIRE	58



1 INTRODUCTION

1.1 LE CONTEXTE DRAGAGE EN FRANCE

Le dragage maritime recouvre des activités multiples. En milieu portuaire, il vise à rétablir la côte d'exploitation des chenaux et des bassins existants pour permettre la navigation des navires (dragages d'entretien) ou à creuser pour des nouveaux aménagements.

Les pratiques de dragage consistaient encore récemment à charger dans des barges les déblais indésirables obstruant les chenaux et limitant la profondeur des bassins et à les immerger au large, suffisamment loin des côtes. Les analyses relatives à la qualité des matériaux restaient succinctes, limitées à des considérations granulométriques nécessaires au chantier. Les préoccupations environnementales étaient secondaires.

La problématique des dragages est à l'heure actuelle en pleine évolution et les techniques utilisées doivent faire l'objet d'adaptations afin d'intégrer des considérations environnementales.

Par définition, les ports constituent des plans d'eau calmes, favorables à une sédimentation importante des particules fines. Les eaux portuaires constituent ainsi le réceptacle final pour divers rejets en provenance des bassins versants. Les contaminants adsorbés sur les particules fines sont ainsi piégés de façon préférentielle sur les sédiments au fond des bassins portuaires.

En France, l'activité de dragage représente environ 50 millions de m³ de matériaux chaque année, avec une forte contribution des grands complexes portuaires dont le maintien et le développement de l'activité sont fortement dépendants.

Le dragage est au centre d'enjeux économiques considérables, dans un marché toujours plus concurrentiel.

Mais s'il n'en comporte pas moins d'enjeux environnementaux, en particulier la gestion des sédiments contaminés.



Figure 1 : Chaland à vide (Source : IN VIVO)

1.2 LES OBJECTIFS DE L'ETUDE

L'État souhaite promouvoir la valorisation des déblais de dragage contaminés ou non et développer un programme de gestion durable des sédiments portuaires.

Cette approche suppose une connaissance de la contamination des déblais de dragage de type vaseux des ports maritimes français et un état de l'art des différentes techniques et des politiques de valorisation et de traitement des sédiments en France et à l'étranger.

Cette étude vise donc la production d'un guide de recommandation pour la gestion durable des déblais de dragage portuaires contaminés de type vaseux. Il s'adresse prioritairement aux services techniques gestionnaires d'opérations de dragage et intéressera tous les acteurs et aménageurs portuaires.

Elle vise en particulier à procurer aux acteurs et aménageurs portuaires :

- Une description de la contamination des déblais de dragage portuaires en France, étayée d'un descriptif précis des substances polluantes,
- Un état de l'art des techniques de valorisation et de traitement des sédiments marins contaminés de type vaseux, étayé d'une synthèse bibliographique française et internationale (Europe, Canada, États-Unis...) et de fiches techniques pour chaque type de traitement (physique, physico-chimique,

biologique) et pour chaque type de substances polluantes (matières organiques, métaux lourds, PCB, TBT et produits de dégradation, HAP, insecticides, pesticides, substances prioritaires...),

- Un état de l'art des politiques et des pratiques mises en place pour le traitement et la valorisation des sédiments portuaires contaminés, aux niveaux français et international (Europe, Canada, États-Unis...),
- Des recommandations pour la gestion durable des déblais de dragage portuaires contaminés de type vaseux dans les ports maritimes français. Cette analyse se fera sur la base des enseignements obtenus précédemment.

L'étude recensera l'ensemble des données, recherches et expériences relatives à la valorisation et au traitement des sédiments portuaires contaminés de type vaseux. Elle ne traitera pas de la conception et de la localisation des sites de dépôts intermédiaires ou ultimes de sédiments contaminés qui fait l'objet d'une étude particulière. L'ensemble des éléments sera rassemblé sous forme d'un guide sur la gestion durable des sédiments portuaires contaminés de type vaseux.



2 LA REGLEMENTATION RELATIVE AUX DRAGAGES

2.1 LA REGLEMENTATION FRANÇAISE

L'activité dragage est encadrée par les textes du Code de l'environnement relatifs à l'ancienne loi sur l'eau (loi du 1992).

Un régime d'autorisation/déclaration est prévu au titre des **articles L. 214-1 et suivants** du Code de l'Environnement.

En parallèle, une ordonnance datée du 18 Juillet 2005 simplifie la démarche en regroupant sous la même procédure l'opération de dragage et l'opération d'immersion.

L'immersion, qui est la filière « normale » pour les déblais de dragage, concerne environ 99 % des volumes dragués chaque année.

L'**arrêté interministériel du 14/06/2000** (réf 1) relatif aux niveaux à prendre en compte lors d'une analyse de sédiments marins ou estuariens présents en milieu naturel ou portuaire (associé à une circulaire et une instruction technique) est le texte fondateur de l'activité dragage. Il encadre le prélèvement des échantillons, les paramètres à rechercher, les niveaux de référence (N1 et N2), et l'interprétation qui doit en être faite.

Remarque : les niveaux N1 et N2 ont été repris dans l'**arrêté du 9 août 2006** relatif aux niveaux à prendre en compte lors d'une analyse de rejets dans les eaux de surface ou de sédiments marins, estuariens ou extraits de cours d'eau ou canaux

relevant respectivement des rubriques 2.2.3.0, 4.1.3.0 et 3.2.1.0 de la nomenclature annexée au décret n° 93-743 du 29 mars 1993 (réf 2).

La caractérisation de la qualité géochimique des sédiments (ie présence de contaminants) reste limitée à quelques paramètres généraux (métaux et PCB). D'autres paramètres ne disposent à l'heure actuelle pas de seuils officiels mais seulement de valeurs indicatives non opposables (HAP, TBT).

Des propositions ont été faites par les scientifiques de l'Ifremer en 2002 au Groupe d'Études et d'Observation sur le Dragage et l'Environnement (GEODE) pour 6 HAP et les organostanniques (TBT et les produits de sa dégradation). Elles n'ont pas été retenues.

Plus récemment (2007), les discussions au sein de GEODE ont conduit à modifier ces propositions pour les HAP en retenant un niveau N1 pour 15 HAP.

L'interprétation des résultats d'analyse est donnée par la circulaire d'application de l'arrêté interministériel du 14/06/2000 :

- En cas de non dépassement de N1 pour aucun des paramètres de l'arrêté du 14/06/2000, l'opération de dragage et l'immersion éventuelle des déblais est jugée neutre ou négligeable. Dans certains cas, il sera



toutefois nécessaire d'approfondir l'évaluation des risques pour l'environnement.

- Si le niveau N1 est dépassé pour au moins un paramètre de l'arrêté du 14/06/2000, il est recommandé de mener des investigations complémentaires. Cette recommandation ne revêt pas un caractère obligatoire, les modalités de mise en œuvre n'étant pas précisées.

- Au-delà de N2, des investigations complémentaires seront certainement engagées de façon à réellement connaître les risques de l'opération envisagée.

2.2 LES CONVENTIONS INTERNATIONALES

De nombreuses conventions internationales engagent les parties signataires, au niveau Européen ou mondial, à prendre des mesures relatives à la protection du milieu marin.

Ainsi, elles peuvent viser plus ou moins directement les rejets ou la présence de certains composés toxiques dans les différents compartiments.

3 accords majeurs concernant les eaux marines européennes :

- La Convention MARPOL 73/78 (réf 12) est une convention sur la prévention des pollutions par les navires et pour la protection du milieu marin contre les infractions aux réglementations relatives aux rejets illicites (précisés dans la convention). Elle complète la Convention des Nations Unies (UNCLOS) sur le Droit de la Mer dans son domaine. Les pays membres agissant en qualité d'Etat du pavillon, d'Etat du port ou d'Etat riverain doivent, en vertu de l'article 6, coopérer et mettre en œuvre les dispositions de la convention pour la surveillance de l'environnement et la détection des infractions.

- La Convention du 22 septembre 1992 pour la protection du milieu marin de l'Atlantique du Nord-Est (Convention OSPAR) est l'instrument actuel qui oriente la coopération internationale sur la protection du milieu marin de l'Atlantique du nord-est. Il a uni et mis à jour la Convention d'Oslo de 1972 sur les opérations d'immersion de rejets en mer et la Convention de Paris de 1974 sur la pollution marine d'origine tellurique.

- La Convention pour la protection de la mer Méditerranée contre la pollution (Convention de Barcelone) engage les parties signataires à prendre, individuellement ou conjointement, toutes les mesures nécessaires pour protéger et améliorer le milieu marin dans la zone de la mer Méditerranée en vue de contribuer à son développement durable, et pour prévenir, réduire et combattre et dans toute la mesure du possible éliminer la pollution dans cette zone. Quatre formes de pollution demandent une attention particulière des parties signataires : la pollution due aux opérations d'immersion effectuées par les navires et les aéronefs, la pollution par les navires, la pollution résultant de l'exploration et de l'exploitation du plateau



continental, du fond de la mer et de son sous-sol, la pollution d'origine tellurique.

Les conventions engagent les états signataires s'engagent à respecter certaines dispositions.

L'application concrète de mesures se traduit généralement par des réglementations à l'échelle européenne et/ou nationale.

2.3 LA REGLEMENTATION EUROPEENNE

Les réglementations nationales dans les pays européens sont aujourd'hui fortement influencées par les textes adoptés au niveau communautaire, dont les dispositions doivent logiquement être transposées en droit national.

La Directive Européenne 76/464/CEE (réf 8) constitue le texte européen de base concernant la pollution de l'eau par certaines substances dangereuses. Elle cadre les priorités d'action pour 132 substances considérées comme prioritaires par suite de leur toxicité propre, de leur teneur dans les effluents et des quantités produites et/ou utilisées en Europe. Pour ces substances ont été fixées des limites d'émission (flux) ainsi que des objectifs de qualité (concentrations maximales dans les effluents) dans le but d'éliminer la pollution des eaux par les substances dangereuses (et non de supprimer les émissions).

En France, l'arrêté du 20 avril 2005 (réf 9), pris en application du décret du 20 avril 2005 relatif au programme national d'action contre la pollution des milieux aquatiques par certaines substances dangereuses, précise les normes de qualité applicables dans les milieux aquatiques pour 18 substances de la liste I (qui font l'objet de réglementations spécifiques en raison de leur caractère persistant, bioaccumulable et toxique)

et 18 substances de la liste II de la directive Européenne 76/464/CEE (présentent des effets nuisibles sur le milieu aquatique qui peuvent cependant être limités).

L'adoption de la nouvelle Directive Cadre sur l'Eau (Directive 2000/60/CE, réf 10) met l'accent sur un niveau élevé de protection des milieux aquatiques (eaux de surface continentales et marines, eaux souterraines) vis à vis des substances dangereuses.

Les objectifs principaux de la DCE sont l'atteinte du bon état des eaux de surface (douces et marines) et des eaux souterraines d'ici 2015 et la réduction progressive de la pollution par les substances prioritaires et la suppression progressive des émissions, rejets et pertes de substances dangereuses prioritaires.

Le bon état des masses d'eau est estimé sur la base de critères écologiques et chimiques.

Le bon état chimique est évalué sur la base des composés donnés par la directive 76/464/CEE (annexe IX de la DCE, renvoie à des directives déjà existantes) et la liste des substances prioritaires de la DCE (annexe X).



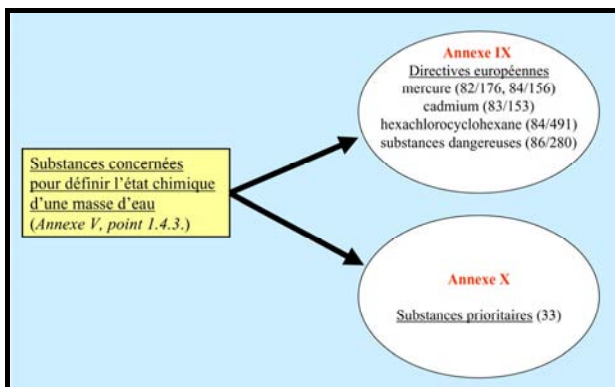


Figure 2 : Substances concernées pour la classification de l'état chimique (Source : IFREMER)

Au travers de l'article 16 de la DCE, la commission européenne est engagée à proposer des NQE (Normes de Qualité Environnementale) pour les substances prioritaires dans l'eau, les sédiments et le biote. La NQE est la concentration d'un polluant ou groupe de polluants qui ne doit pas être dépassée pour protéger la santé humaine et l'environnement. Elle permet de distinguer le mauvais état chimique (concentration > NQE) du bon état chimique (concentration < NQE).

La Commission européenne devra faire des propositions concernant des NQE applicables substances prioritaires dans les eaux de surface, les sédiments ou le biote, ce qui n'est pas le cas pour le moment, à l'exception de l'hexachlorobenzène, l'hexachlorobutadiène et le mercure).

Une Directive fille modifiant la directive 2000/60/CE et fixant des NQE est donc en cours d'élaboration depuis juillet 2006. Ces NQE prennent en compte les différents critères permettant la protection de l'environnement et de la santé humaine et elles sont exprimées uniquement par rapport à l'eau, à l'exception des trois substances mentionnées précédemment

L'arrêté du 20 avril 2005, pris en application du Décret du 20 avril 2005 relatif au programme d'action contre la pollution des milieux aquatiques par certaines substances dangereuses est jusqu'à nouvel ordre le document officiel fournissant les NQE pour les eaux de surface, les eaux de transition et les eaux marines intérieures et territoriales en France.

Enfin, un document de travail de la cellule ARC (Analyse des Risques Chimiques en milieu marin, cellule mixte IFREMER/INERIS) concerne les NQE pour les 33 substances prioritaires (annexe X de la DCE), en adoptant les 5 critères pour assurer la protection de l'environnement (pélagos, benthos, empoisonnement secondaire) et la protection de la santé humaine (consommation de produits comestibles, eau potable) et en utilisant les données de la Commission disponibles sur le site Web CIRCA.

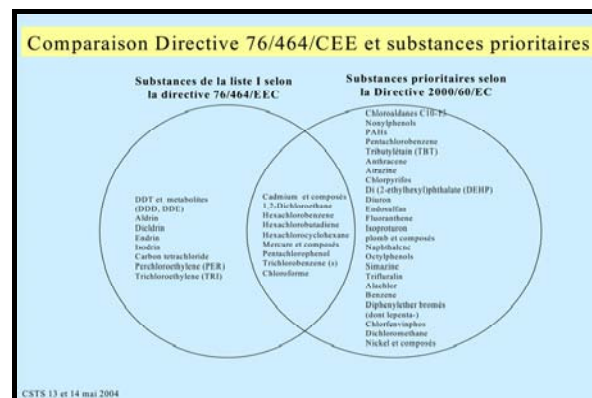


Figure 3 : Comparaison directive 76/464/CEE et substances prioritaires de l'annexe X de la DCE (Source : IFREMER)

Une liste de paramètres à rechercher dans les sédiments est proposée en annexe (9.2).

3 LES FILIERES A TERRE ET LA REGLEMENTATION DECHETS

La filière immersion représente en France plus de 99 % des matériaux dragués chaque année, soit entre 20 à 40 millions de m³ de matériaux.

Dès que cette filière est exclue, les matériaux doivent être destinés à terre, et entrent de fait dans la réglementation déchets.

Mais le choix de la filière n'est pas toujours aisé en raison de contexte réglementaire assez imprécis et des incertitudes sur les impacts environnementaux.

3.1 AIDE A LA DECISION POUR LE CHOIX DE LA FILIERE

Les conditions d'utilisation des seuils N1 et N2 de l'arrêté du 14/06/2000 (arrêté du 09/08/2006) sont explicités dans une circulaire ministérielle. Elles s'appliquent à l'ensemble du projet : dragage + filière.

Mais les investigations complémentaires qui sont prévues, dans le cadre de l'interprétation des dépassements des seuils, ne sont pas cadrées. Il est possible d'estimer le risque potentiel de l'immersion de sédiments marin par le biais d'indices biologiques (IB) et de tests écotoxicologiques.

Par ailleurs, les dispositions de la Directive Cadre sur l'Eau (DCE) devraient également être intégrées de façon à garantir le non rejet dans le milieu marin de Substances Prioritaires Dangereuses (SPD).

Il est donc proposé d'élaborer un arbre de décision pour le choix de la filière en s'inspirant

de l'analyse en triade de la qualité des sédiments (Chapman, 1996).

Les données d'entrée de l'arbre de décision sont les résultats des analyses réglementaires (arrêté du 09/08/2006) sur les sédiments. L'orientation proposée est la suivante :

- Si tous les paramètres sont < N1, l'impact potentiel (du projet) est d'emblée jugé neutre ou négligeable. Le dragage et l'immersion des déblais en mer sont donc *a priori* envisageables. Seule la présence de SPD dans les sédiments devrait conduire à s'orienter vers une filière à terre.
- Si plusieurs paramètres sont compris entre N1 et N2 (ou tous < N1 et un au dessus de N2) une investigation complémentaire peut s'avérer nécessaire. Après vérification de l'absence SPD, des tests intégrateurs sur le milieu marin permettent de vérifier de façon préliminaire à l'analyse de risque, la possibilité de s'orienter vers l'immersion.



• Si plusieurs paramètres dépassent le niveau N2, une investigation complémentaire est généralement nécessaire. La toxicité des matériaux vis-à-vis du milieu marin est étudiée de façon préliminaire à la recherche de SPD. L'immersion est possible, mais les investigations complémentaires sont plus lourdes car proportionnées au risque potentiel des matériaux pour l'environnement marin (niveau de contamination)

Cette méthodologie est présentée en annexe (9.3).

NB : Cette méthodologie n'exclut pas la nécessaire analyse des risques pour le scénario retenu. Pour les SPD de la DCE, il est judicieux et économiquement plus raisonnable de prendre en compte les paramètres retenus par la cellule ARC pour les sédiments.

3.2 LE CARACTERE DANGEREUX DES DECHETS

Lorsque les déblais de dragage sont destinés à une filière terrestre, ils entrent de fait dans la nomenclature déchets.

L'approche actuelle de l'administration est fondée sur le décret n°2002-540 du 18 avril 2002 qui reprend la nomenclature européenne des déchets :

- **17 05 05*** boues de dragage contenant des substances dangereuses
- **17 05 06** boues de dragage autres que celles visées à la rubrique **17 05 05***

La dangerosité des déchets repose sur 14 critères de dangerosité (notés H1 à H14) dont un seul suffit à classer le matériau dans la rubrique 17 05 05* (boues de dragage contenant des substances dangereuses).

Une note juridique du MEDD datée du 18 septembre 2002 (réf 17), précise que plusieurs critères ne sont pas adaptés aux déblais de dragage (ex : explosif) et que, très vraisemblablement, le critère H14 (écotoxique)

est déterminant pour l'évaluation du caractère dangereux pour les déblais de dragage.

Critère	Libellé	Critère	Libellé
H1	Explosif	H8	Corrosif
H2	Comburant	H9	Infectieux
H3-A	Facilement inflammable	H10	Toxique pour la reproduction
H3-B	Inflammable	H11	Mutagène
H4	Irritant	H12	∅
H5	Nocif	H13	∅
H6	Toxique	H14	Ecotoxique
H7	Cancérogène		

Tableau 1 : Critère de dangerosité des déchets
(Source : Décret 2002-540)

Un projet de procédure d'évaluation du critère H14 du Ministère de l'Aménagement du Territoire et de l'Environnement (MATE), publié en 1998 (réf 20) a été proposée mais jamais appliquée car non adaptée.

Il n'existe donc pas actuellement de protocole officiel permettant de tester le critère H14.



3.3 LES PRINCIPALES FILIERES A TERRE

On distingue généralement le stockage de la valorisation. Certaines filières peuvent cependant se présenter les caractéristiques des 2 en stockant les matériaux (qui ne servent pas en eux même) et participent à un autre usage.

- Centres de Stockage des Déchets (CSD) de classe II (déchets non dangereux) et I (déchets dangereux). Ce sont des Installations Classées pour la Protection de l'Environnement (ICPE).
- Stockages mono-déchets : adaptations des modalités de stockage des CSD I et II pour l'accueil de déchets de même nature.
- Valorisation en milieu portuaire pour création de terre-pleins.
- Remblaiement de carrières : réhabilitation d'anciennes carrières par apport de matériaux.
- Valorisation agricole : amélioration de la structure du sol ou des qualités fertilisantes.
- Valorisation en couverture de CSD (en fin d'exploitation des casiers).
- Valorisation des sables qui peuvent être commercialisés ou intégrés dans des ouvrages.
- Autres filières de valorisation à l'étude.

Les filières à terre nécessitent souvent une étape de pré-traitement permettant de réduire le volume, la teneur en eau et améliorer la tenue physique des matériaux.



*Figure 4 : Couverture de décharge en Allemagne
(Source : Heinz-Dieter DETZNER)*

4 LA CONNAISSANCE DU GISEMENT EN FRANCE

La connaissance du gisement de sédiments contaminés dans les ports français repose sur des sources de données hétérogènes. 2 remarques préliminaires s'imposent :

- La notion de contamination reste imprécise et variable. Il n'existe pas de critère fixe discriminant l'état non contaminé de l'état contaminé. Mais on entend généralement par cette expression les sédiments qui ne peuvent être immergés.
- Le terme « gisement » fait référence implicitement à un volume de matériaux représentés par une qualité, généralement déterminée par les résultats d'analyses chimiques.

4.1 LES ENQUÊTES DRAGAGE

Les enquêtes dragage sont réalisées annuellement par le CETMEF auprès des DDE Cellules Qualité des Eaux Littorales (CQEL), sous l'égide des ministères chargés de l'équipement et de l'environnement.

Elles permettent d'acquérir des données (volume, qualité géochimique, granulométrie, filière) sur les matériaux dragués dans les ports Français de métropole et d'outre-mer, et répondent aux engagements de la France vis-à-vis de la convention OSPAR.

Les données de l'année 2003 ont pu être traitées et analysées. Les résultats d'analyses géochimiques permettent de calculer un indice global de contamination par homologie avec la méthode utilisée par le CEMAGREF et l'ENTPE (Qpecm). Il représente l'écart moyenné pour un certain nombre de paramètres avec le niveau N1 (QN1moyen) ou le niveau N2 (QN2moyen). Un QN1moyen de 1 correspond à une contamination moyennée pour l'ensemble des paramètres de la réglementation égal à N1.

En 2003, environ 64 millions de m³ ont été dragués. La qualité des matériaux est connue pour environ 36 millions de m³.

L'analyse de la contamination met en évidence une très bonne qualité des matériaux pour plus de 80 % du volume. On ne parlera de contamination globale que pour moins de 1 % du volume.

Indices de contamination	Volume (x 1000 m ³)	Volume (%)
QN1m < 0,1	2 269	6,4
0,1 ≤ QN1m < 0,5	26 446	74,3
0,5 ≤ QN1m < 1	6 544	18,4
QN1m ≥ 1 et QN2m < 1	31	0,1
QN1m ≥ 1 et QN2m ≥ 1	290	0,8
	35 580	100

Tableau 2 : Indice global de contamination et volumes (Sources : CETMEF, INVIVO)



L'analyse du niveau de contamination globale par type d'activité semble montrer des disparités notables, avec une contamination qui semble toucher plus fortement les ports de commerce (PC) et les zones non classées (NC). Cependant, le nombre de données ayant servi à cette analyse reste très hétérogène entre les différentes typologies de ports, l'écart type moyen est lui très souvent considérable.

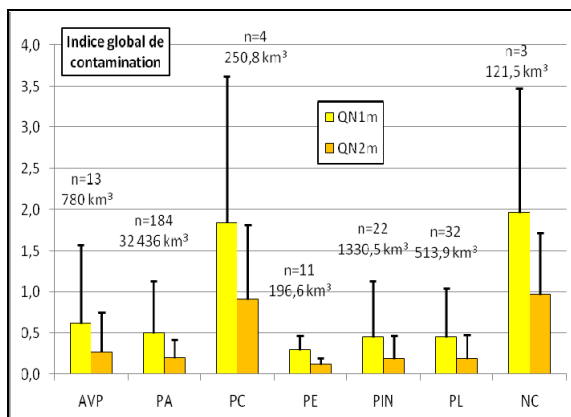


Figure 5 : Contamination globale en fonction de la typologie de sports (Sources : CETMEF, INVIVO)

AVP = avant port ; PA = Port Autonome ; PC = port de commerce ; PE = port de pêche ; PL = port de plaisance ; PIN = Port d'intérêt national ; NC = divers

L'influence de la localisation géographique, et en particulier de la façade maritime (manche, atlantique, méditerranée) est étudiée grâce au regroupement des données par département (annexe 9.4).

En manche, le niveau global de contamination le plus fort est trouvé dans la seine maritime (43 analyses, environ 8 200 000 m³). Ce dernier reste toutefois très acceptable, avec une QN1 ne dépassant pas 1. On notera que l'écart type moyen reste très satisfaisant, ce qui signifie que les données d'indice global de contamination sont homogènes. Les autres valeurs restent

faibles, mais sont représentées par un nombre de donnée insuffisant.

En Atlantique, la majeure partie du volume pour lequel les données sont analysées correspond à de grosses opérations en Loire atlantique (79 analyses, environ 10 millions de m³) et en Gironde (16 analyses, environ 5,8 millions de m³).

En méditerranée, le volume est représenté majoritairement par les travaux neufs réalisée à Fos sur Mer (n=40, environ 5,8 millions de m³). Il est donc étonnant de trouver un écart type aussi important.

La contamination pour quelques paramètres pris en particulier est étudiée en Tableau 3.

Les valeurs représentatives (nombre de données, médiane, moyenne, écart-type, mini, maxi) de la contamination sont présentées pour le cuivre, le mercure, les HAP (somme des 6 principaux), le TBT.

	Cuivre	Mercure	Σ6 HAP	TBT
	mg/kg MS	mg/kg MS	µg/kg MS	µg/kg MS
Nbre de valeurs	282	281	157	197
médiane	23,0	0,15	717	14
moyenne	28,0	0,63	1 278	119
écart-type	27,5	2,45	1 531	641
maxi	207	0	7 300	7 930
mini	0	0,00	0	0
N1	45	0,4	1 500 *	100 **
N2	90	0,8		400 **

Tableau 3 : Enquêtes dragage - données représentatives de la contamination - (Sources : CETMEF, IN VIVO)



NB : les niveaux N1 et N2 de l'arrêté du 09/08/2006 sont donnés à titre d'indication. Pour les TBT (**) et les HAP (*), ils n'ont pas de valeur réglementaire et correspondent à des propositions.

Les concentrations en TBT (197 données) montrent une grande dispersion des valeurs. L'écart type est très importants (6 fois la moyenne). La moyenne forte est due à des valeurs accidentelles très fortes.

Les HAP mettent également en évidence une distribution des valeurs très étalée avec une médiane aux environ de 700 µg/kg (soit la moitié

du niveau N1 proposé). La moyenne est tirée vers le haut en raison de valeurs ponctuelles fortes.

Le mercure présente une écart-type fort (environ 4 fois la moyenne). La moyenne s'écarte sensiblement de la médiane en raison de valeurs inhabituelles. On remarquera que 85 % des effectifs sont en dessous du niveau N1, tandis que 9 % se situent entre N1 et N2.

Pour le cuivre, la distribution est plus resserrée autour de la médiane (23 mg/kg) peu différente de la moyenne (28 mg/kg). 88 % des effectifs se trouvent en dessous du niveau N1.

4.2 LES DONNEES REPOM

La circulaire du 7 mars 1997 du Ministère chargé de l'environnement a mis en place le Réseau national de surveillance des Ports Maritimes (REPOM), à partir des réseaux départementaux de suivi de la qualité des ports que géraient les Cellules Qualité des Eaux Littorales (CQEL) avec la participation financière de nombreux gestionnaires de ports.

L'objectif du REPOM est d'évaluer et de suivre l'évolution de la qualité des eaux et des sédiments des bassins portuaires afin, à partir des résultats obtenus, d'identifier l'impact de ces installations portuaires sur les usages du milieu, qu'ils soient pratiqués dans l'enceinte ou à proximité du port.

Les ports concernés sont les ports militaires, de commerce, de pêche et de plaisance. Hormis les ports militaires, les ports ont été répartis en 3 ou

4 classes, selon leur importance. Seuls ceux de classes 2, 3 ou 4 font l'objet d'un suivi. En 2003, le REPOM concerne 186 ports dans 24 départements littoraux en métropole et 5 ports outre-mer (voir la liste des ports sur le site internet du RNDE).

Le REPOM comporte deux programmes : le programme Eau et le programme Sédiment. Une trame minimale en termes de fréquence d'analyse et de nombre de points de prélèvement, commune à tous les départements, a été définie, les CQEL pouvant en moduler le contenu en fonction de leur problématique locale.

Les modalités de mise en œuvre du REPOM en annexe. Les données du REPOM sont intégrées dans le Système d'Information sur l'Eau mis en place par le MEDD depuis 2002.



Pour le programme Sédiment qui nous intéresse ici, le suivi porte sur les contaminants figurant dans l'arrêté du 14 juin 2000 relatif aux niveaux de référence à prendre en compte lors de l'analyse de sédiments marins ou estuariens présents dans le milieu naturel ou portuaire : granulométrie, teneur en eau, carbone organique total, aluminium, arsenic [As], cadmium [Cd], chrome [Cr], cuivre [Cu], mercure [Hg], nickel [Ni], plomb [Pb], étain [Sn], zinc [Zn], hydrocarbures totaux, HAP (optionnel), TBT (optionnel), PCB (optionnel).

Une circulaire en date du 07/03/1997 précise que des échantillons moyens doivent être constitués à partir de plusieurs prélèvements sur la crème de vase (profondeur 5 cm max) et que le nombre de prélèvements doit être adapté à la taille et au type d'activité du port.

Nous avons pu disposer d'une synthèse des données REPOM-sédiments, fournie par le CETMEF, pour les années 1997-1998-1999. 22 départements (21 en métropole et 1 Département d'Outre Mer) sont représentés par 253 analyses concernant 144 ports.

L'indice de contamination par rapport au niveau N1 (QN1moyen) peut être calculé à partir des paramètres de l'arrêté du 14/06/2000 pour lesquels des seuils existent.

Cependant, aucun lien avec le volume ne peut être réalisé : les analyses du REPOM sédiments ont pour objectif de suivre la qualité géochimique des matériaux sur des stations définies, mais pas de caractériser la qualité de volumes. On ne pourra donc raisonner qu'en nombre d'analyses.

Globalement, environ 65 % des analyses mettent en évidence des matériaux de bonne qualité globale (QN1m compris entre 0 et 1). Les sédiments les plus contaminés représentent environ 12 % des analyses, pour lesquels QN1m dépasse la valeur de 2.

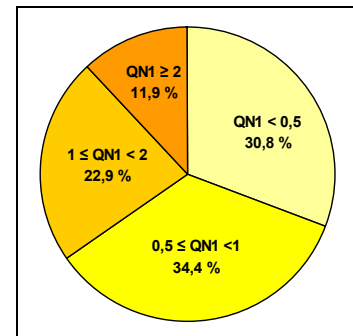


Figure 6 : Distribution de QN1 (Sources : CETMEF, IN VIVO)

La typologie des ports concernée par le REPOM se résume à 3 entités (commerce, pêche et plaisance) auxquelles on peut ajouter les installations dépendant de la marine nationale.

L'analyse de la contamination en fonction de ce critère met en évidence des qualités globalement plus dégradées dans les ports de commerce et dans les ports de plaisance. Cependant, l'hétérogénéité dans les valeurs élémentaires ne permet pas de tirer de conclusions robustes.

L'analyse de la contamination globale par département met également en évidence des disparités importantes. Ainsi, les départements pour lesquels sur la période 1997-1999 les sédiments sont globalement les plus contaminés (QN1m > 1) sont Saint Pierre et Miquelon (1 seule analyse), les Bouches du Rhône (écartype sur la moyenne très important), les Landes (1 seule analyse) et le Nord. (annexe 9.5).



4.3 LES VOLUMES NON DRAGUES DES PORTS AUTONOMES

Quelques données ont pu être recueillies auprès des Ports Autonomes, dans le cadre d'un travail d'enquête.

Sur le principe d'un mini questionnaire, présenté par téléphone ou par courrier électronique, nous avons ciblé notre approche sur les points suivants :

- **les volumes non dragués** : les volumes en jeu peuvent être estimés à partir des cotes actuelles (si elles sont connues) et des spécifications des installations.
- **le besoin de dragage de ces zones** : court terme ? moyen terme ? pas de besoin ? besoin conditionné par une reconversion (changement d'usage) ?
- **la qualité des sédiments** sur ces zones

La problématique des sédiments contaminés est particulièrement importante pour le Port Autonome de Dunkerque puisque le gisement de matériaux non immergeables est d'environ **500 000 m³**. Le principal secteur concerné est le bassin à flot du Port Est, zone confinée sous influence d'effluents industriels.

L'aval de la vallée de Seine constitue un estuaire ouvert, dynamique, soumis à la marée, au sein duquel le Port Autonome de Rouen exploite l'activité de commerce sur 4 sites (Rouen, Saint Wandrille/Le Trait, Port Jérôme, Honfleur). Dans sa partie marine, c'est à dire en aval d'Aizier (27), le Port Autonome de Rouen drague des matériaux majoritairement sableux. Sur l'ensemble des installations du Port Autonome de

Rouen, il ne semble pas exister de secteurs non dragués potentiellement contaminés.

Au port Autonome du Havre, qui s'étend sur 27 kilomètres d'Ouest en Est, des contaminations historiques, notamment au TBT en relation avec l'activité de réparation navale sont constatées au dessus du niveau N2. Aucune estimation des volumes en jeu n'est actuellement disponible.

Enfin, le Port Autonome de Nantes Saint Nazaire (PANSN) connaît l'existence de contaminations (cuivre et TBT) dans le bassin de Penhouet est aujourd'hui peu utilisé et ne présente pas de besoin de dragage à court ou moyen terme. Cependant, son utilisation future nécessiterait une extraction d'environ **400 000 m³** (rétablissement d'une côte adaptée).



Figure 7 : Bassin de Penhouet (Source : PANSN)

4.4 ETAT DES LIEUX DE QUELQUES DEPARTEMENTS

A l'heure actuelle, plusieurs départements ont lancé ou réalisé le diagnostic de leurs ports maritimes :

- Le Conseil Général des Côtes d'Armor (2003, IN VIVO)
- Le Conseil Général du Var (2003, IN VIVO)
- Le Conseil Général de Loire Atlantique (2003, bureau d'études CREOCEAN)
- Le Conseil Général de Gironde (en cours, bureau d'études IDRA)
- Le Conseil Général de la Manche (en cours, bureau d'études ANTEA)
- Le Conseil Général de Vendée (en cours, IFREMER)

Par ailleurs, le département du Finistère est en cours de réflexion, ainsi que la région Nord Pas de Calais pour le Port d'intérêt National de Boulogne-Calais.

Dans le Finistère, un travail d'enquête téléphonique mené en 2005 par IN VIVO auprès des opérateurs portuaires a permis de disposer de données sédimentaires relativement récentes. Les gestionnaires des différents ports ont été contactés de façon à appréhender les besoins en dragage à court terme, et la qualité des sédiments sur les secteurs concernés.

La qualité a été appréhendée de façon binaire, sur la base de la connaissance des gestionnaires. Pour l'ensemble des ports, le besoin de dragage exprimé (*in situ*) est de 707 000 m³, dont 353 300 m³ de sédiments contaminés.

Dans les Côtes d'Armor, l'étude « Sédimentation et dragages » dans les ports et estuaires du département, menée en 2003 par IN VIVO pour le compte du Conseil Général, permet de disposer d'un certain nombre de données relatives à la qualité des sédiments dans les ports Costarmoricains. Il s'agit d'une compilation (REPOM, données du CG 22, études ponctuelles) de résultats d'analyses menées dans 18 ports (ou secteurs des ports) sur des prélèvements réalisés entre 1997 et 2000. La contamination est ici appréhendée sur la base du dépassement du seuil N2 pour au moins un des paramètres réglementaires. Pour l'ensemble des ports des Côtes d'Armor, le besoin de dragage exprimé (*in situ*) est de 277 000 m³, dont 110 000 m³ de sédiments contaminés.

Dans le département du Var, une étude menée en 2002 par IN VIVO pour le Conseil Général a permis de disposer de données relatives à l'état de contamination des sédiments et aux besoins de dragage. Les besoins en dragage sur 20 ans (2002-2022) ont été appréhendés au cours d'un travail d'enquête auprès des gestionnaires d'espaces portuaires. Une analyse critique des résultats de caractérisation géochimique (donnés REPOM et analyses effectuées dans le cadre de dossiers de dragage) a permis de sélectionner les analyses les plus représentatives. Les sédiments caractérisés par au moins un dépassement du seuil N2 pour un paramètre réglementaire conduisent à considérer un volume de 582 500 m³ de sédiments contaminés sur un total de 1 138 500 m³.



4.5 LA PLAISANCE

Une enquête a été menée auprès de 300 ports de plaisance Français en collaboration avec la Fédération Française des Ports de Plaisance (FFPP) par le biais d'un questionnaire.

Le questionnaire recense les besoins en dragage d'entretien et les besoins en dragage de zones contaminées.

En dépit de la bonne volonté de la FFPP qui a pris en charge la diffusion du questionnaire, nous n'avons disposé que de 30 réponses.

Les volumes dragués régulièrement sont très variables, et beaucoup plus faibles que ceux observés dans les grands ports.

Ils varient d'environ 1 000 m³/an (Ploumanach, Menton) à 100 000 m³/an pour le port du Légué à Saint Brieuc (dragage journalier).

Entre ces deux extrêmes, on trouve des volumes annuels intermédiaires, avec des fréquences de dragage qui peuvent être très faibles : Moëlan sur Mer (1 fois tous les 15 ans), Audierne (1 fois tous les 20 ans), Nancy (dernier dragage il y a plus de 30 ans), Port des Ambiez (jamais dragué).

La qualité des matériaux dragués en entretien est toujours inférieure à N1 ou comprise entre N1 et N2.

Les sédiments contaminés (>N2) concernent un volume total de matériaux de 34 500 m³ dont :

- **33 500 m³** à draguer dans un délai de 1 à 5 ans ;
- **1 000 m³** à draguer dans un délai de 1 an.

Malgré le nombre réduit de réponses au questionnaire, les résultats semblent indiquer que les volumes de sédiments contaminés (>N2) restent limités et marginaux par rapport aux gisements potentiels des ports de commerce. On peut toutefois penser que les gestionnaires de ces espaces portuaires ont une méconnaissance générale des zones contaminées ou potentiellement contaminées.



Figure 8 : Port du Légué (Source : CCI 22)

5 LES TECHNIQUES DE TRAITEMENT DES SEDIMENTS

Les opérations de traitement des sédiments ont pour finalité de détruire, extraire ou immobiliser des contaminants.

Dans le contexte de la gestion des déblais de dragage, on les distingue des opérations de pré-traitement, opérations physiques ou physico-chimiques permettant de réduire le volume de sédiments (contaminés ou non). La Déshydratation (réduction de la teneur en eau) et la séparation granulaire (séparation de fractions de granulométries différentes) sont les 2 grandes techniques utilisées.

Les techniques de pré-traitement sont aujourd'hui assez bien connues et maîtrisées. En plus de réduire le volume, elles permettent souvent de rendre les matériaux manipulables, ce qui est souvent nécessaire primordial pour les filières à terre.

En revanche, les techniques de pré-traitement, même si elles agissent partiellement sur les contaminants (bioremédiation par exemple), ne permettent pas l'inertage des matériaux qui est le propre des techniques de traitement.

Un tour d'horizon de l'ensemble des pays au sein desquels des techniques de traitement et de déshydratation sont mises en œuvre, à des échelles variables (du pilote au stade industriel) a été réalisé. Il s'agit d'un travail d'enquête, basé sur des contacts téléphoniques, des échanges de courriers électroniques, des plaquettes commerciales.



5.1 NORVEGE

L'opération pilote du port de Trondheim en Norvège consiste à mélanger des sédiments dragués avec des liants (ciment, silice, cendre volantes) de façon à stabiliser les contaminants.

Les matériaux sont ensuite stockés dans un CDF (Confined Disposal Facility) créé à proximité du chantier par endigage.

L'efficacité de la stabilisation des déblais est étroitement liée à la teneur en eau des matériaux. Si la siccité est trop faible, une étape de déshydratation préalable est nécessaire.

Une technique de dragage confiné a donc permis de limiter le surplus d'eau lors de l'extraction des sédiments. Elle a par ailleurs l'avantage de limiter la dissémination des contaminants dans le milieu. Une drague à godet obturable a été utilisée à cet effet.

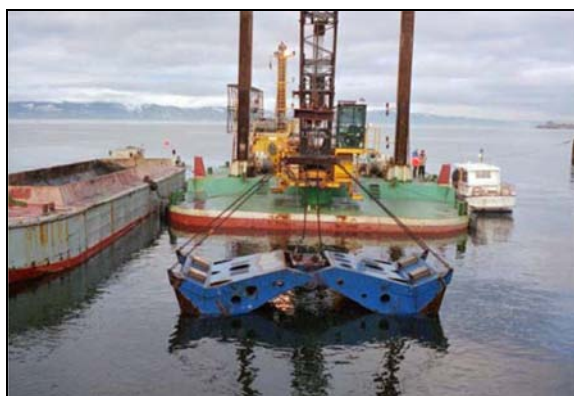


Figure 9 : Atelier de dragage confiné (Source : port de Trondheim)

Le CDF du port de Trondheim, réalisé par endigage, présente une capacité de 80 000 m³. Pour une profondeur d'environ 8 m.

En début d'opération, les digues du CDF sont relativement perméables, et le niveau de l'eau à l'intérieur du CDF suit les variations de la marée. Au fur et à mesure de son remplissage avec des matériaux « stabilisés », il devient de moins en moins perméable, et le mélange peut alors être réalisé à l'intérieur du CDF.



Figure 10 : CDF du port de Trondheim (Source : port de Trondheim)

Le suivi environnemental lié au projet ne semble avoir montré aucune élévation de la contamination des sédiments à l'extérieur du CDF.

Par ailleurs, un suivi à long terme sur des moules et des algues (depuis 1987) ne met pas en évidence d'accroissement des concentrations des métaux et contaminants organiques dans les organismes vivants 10 mois après le remplissage du CDF

Sur la base de cette expérience pilote, les coûts pour un projet de plus de 100 000 m³ de sédiments contaminés ont été estimés à 16,8 €/m³ pour le dragage/transport, entre 18 à 24 €/m³ pour la stabilisation, entre 6 et 12 €/m³ pour la construction du CDF.

5.2 PAYS BAS

Un véritable projet pilote est en cours de réalisation aux Pays Bas.

L'objectif du projet est d'étudier les possibilités de valorisation des déblais de dragage contaminés à large échelle en matériaux de construction grâce à des techniques de pré-traitement. Les matériaux de construction doivent être conformes aux spécifications de Building Decree and engineering requirements.

Les résultats de cette expérience doivent permettre de connaître les modalités de développement du pré-traitement des matériaux en comparaison au stockage en CDF (Confined Disposal Facility).

Description sommaire du projet :

- Durée : 5 ans
- Rijkswaterstaat (maître d'ouvrage) garantit la mise à disposition pour les contractants de matériaux, par le biais du programme de dragage des Pays Bas pour la période 2004-2008
- Volume minimum mis à disposition : 2,5 millions de m³
- Pré-traitement de 50 % minimum des matériaux contaminés pour chaque site
- Sur l'ensemble du projet, 500 000 m³ in situ doivent être pré-traités pour valorisation en matériaux de construction
- Choix des techniques et la localisation de mise en œuvre laissés au choix des contractants
- Budget maximum : 28 millions d'€

La société Jan de Nul/Envisan doit draguer le « Gent Terneuzen Canal ». Les matériaux sont transportés en Belgique pour être pré-traités par ressuyage passif, épandage agricole, séparation granulaire, et déshydratation mécanique.

La société BAG doit draguer le secteur « Limburg Lock Approaches and Fish passes Grave ». Les déblais sont pré-traités et/ou traités aux Pays Bas par séparation granulaire et/ou immobilisation chimique.

Les résultats sont évalués lors de la sélection des candidats qui doivent démontrer leur capacité à réaliser les opérations techniques sur les matériaux mis à disposition (étape déjà réalisée), et en 2009 à la fin de l'expérience, par comparaison avec les informations données par les candidats lors de la sélection.

Les possibilités de valorisation des produits issus de ces pilotes seront évaluées dans 3 ans lorsque l'expérience aura été menée à son terme.



Figure 11 : Four rotatif de la société Jan de Nul/Envisan (Source : IN VIVO)

5.3 ALLEMAGNE

Les technologies associées au programme de gestion des déblais de dragage de Hambourg (Hamburg Dredged Material Management ou HDMM) sont le pré-traitement mécanique et la déshydratation par lagunage.

Elles sont réalisées au sein de l'usine METHA localisée à Hambourg, qui ne relève plus aujourd'hui du stade de pilote pré-industriel, mais fonctionne à grande échelle dans le cadre de la stratégie de gestion du port.

Les objectifs de cette usine sont la séparation granulaire, afin de récupérer la fraction sableuse qui sera valorisée, puis la déshydratation de la fraction fine pour valorisation et/ou stockage.

Cette unité a nécessité un investissement de base d'environ 70 millions d'€. Sa capacité annuelle est d'environ 1 millions de m³ *in situ* (soit 500 000 Tonnes de MS). Le coût de traitement est compris entre 15 et 20 €/m³.

Le stockage des matériaux est assuré dans la région de Hambourg sur les sites de Francop et Feldhofe.

Les produits finaux de l'usine METHA (sables, argiles) peuvent être valorisés selon plusieurs scénarios, dont les principaux sont les suivants :

- Matériaux de couverture de décharges : utilisation des propriétés imperméables de la fraction fine ;

- Remblai : plusieurs exemples de bassins portuaires Allemands remblayés ;
- Fabrication de matériaux de construction : exemple de l'usine HZG (Hanseatene Stein Brickyard GmbH).

Les matériaux de construction fabriqués par HZG, par remplacement d'environ 70 % de l'argile par des fines déshydratées issues de sédiments contaminés, se heurtent à des problèmes d'acceptance sociale. Plus de 10 ans de recherche pour l'entreprise HZG ont été nécessaires pour mettre au point ce procédé. Une usine pilote construite en 1996 et exploitée durant 4 ans, a produit environ 20 millions de briques en utilisant environ 30 000 Tonnes de fines issues de l'usine METHA.

Le coût de revient de production des briques par HZG pour l'usine METHA est d'environ 25 €/Tonne, ce qui est très élevé.



Figure 12 : Site de dépôt de Francop (Source : HDMM concept)

5.4 FLANDRES

TBT CLEAN, projet financé par la Commission Européenne dans le cadre d'un programme Life, a pour objectif de proposer des solutions intégrées pour le retrait des TBT des voies d'eau aux alentours des ports de façon à respecter les exigences de l'Union Européenne. 4 objectifs majeurs sont identifiés dans ce projet :

- Évaluer les impacts environnementaux des alternatives aux TBT
- Déterminer le relargage des TBT dans le milieu aquatique lors d'opérations de dragage
- Tester différentes technologies pour le traitement des sédiments contaminés par les TBT
- Prospecter les possibilités de valorisation des matériaux traités

Environ 2000 m² de sédiments contaminés par les TBT ont été dragués dans le port d'Anvers puis traités selon les techniques suivantes :

- Traitement thermique
- Lavage et séparation
- Phytoremédiation
- Traitement électrochimique

Une unité permettant le traitement des eaux contaminées, lors de l'opération technique de dragage et du pré-traitement des déblais, a été mise en place pour l'occasion.

Les déblais ont ensuite été acheminés vers les sociétés Envisan pour les expérimentations physico-chimiques et thermiques, DEC pour les expérimentations de bioremédiation, phytoremediation, oxydation électrochimique.

Le lavage chimique (chemical washing) permet de désorber les TBT par augmentation du pH au environ de 12 par ajout d'une solution basique forte. Il fonctionne très bien en laboratoire avec des solutions peu concentrées en matières en suspension (quelques g/l) mais l'efficacité à l'échelle pilote est faible (30 % de relargage des TBT).

La séparation granulaire permet de recueillir une fraction fine (<63 µm) très contaminée et une fraction sableuse (>250 µm) contaminée par des résidus de peinture (contenant des TBT). Un 2ème traitement (séparation granulaire ou flottation) permet un abattement d'environ 60 % de la teneur en TBT.

L'oxydation chimique emploie un oxydant fort qui réagit avec les TBT pour les dégrader en DBT, MBT puis étain. L'expérimentation avec du permanganate de potassium (KMnO₄) est efficace, mais elle génère des composés toxiques. Par ailleurs, le produit final est difficile à déshydrater.

L'oxydation électrochimique produit des radicaux libres (contenant du chlore et de l'oxygène) entre les électrodes du réacteur dans une suspension diluée de sédiments. La technique est efficace mais produit de composés chlorés toxiques. La technique est donc écartée pour des raisons de sécurité et de faisabilité économique.

La bioremédiation permet un abattement de la contamination en TBT par des micro-organismes



aérobies. Les déblais sont dispersés sur une grande surface et déshydratés par lagunage. Le temps de traitement est long (<6 mois pour les climats d'Europe de l'ouest). Il faut éventuellement inoculer les matériaux avec des microorganismes spécifiques et ajouter des nutriments. L'investissement est faible, des grandes quantités peuvent être traitées. Les pilotes laboratoire et pré-industriel ont donné un abattement d'environ 70 %. L'efficacité est supérieure si le climat est plus chaud et sec (zones tropicales).



Figure 13 : Opération de bioremédiation (Source : TBT Clean)

La phytoremédiation, qui utilise des plantes pour effectuer la biorémediation, nécessite la déshydratation préalable avant utilisation. Certaines plantes poussent très bien sur les sédiments contaminés par les TBT, mais l'extraction et l'accumulation des TBT dans les plantes n'est pas observée.

Le traitement thermique requiert une déshydratation préalable des déblais de dragage par filtre presse. Les matériaux à 65-70 % de matière sèche sont passés au four à 450°C. L'abattement des TBT est supérieur à 99 %, même pour les fractions les plus contaminées.

La déshydratation préalable des matériaux avant traitement implique le traitement des eaux de ressuyage. Le traitement des eaux peut être réalisé par filtration sur charbon actif. Il a été testé en pilote de laboratoire et en pilote à échelle 1. L'efficacité de l'adsorption est bonne autour d'un pH neutre et avec des particules de petite taille (surface d'échange grande). Cette technique nécessite cependant un post-traitement de façon à extraire la totalité des TBT de la phase aqueuse.

Le Tableau 4 donne une comparaison des coûts, de l'efficacité sur l'abattement des TBT et de la possibilité de valoriser les matériaux finaux.

Technique	Coûts €/Tonne MS	Efficacité (%)	Valorisation
Traitement thermique	180	99	Oui
Séparation granulaire + traitement thermique	150	80	Oui
Oxydation électrochimique	115	80	Non
Oxydation chimique	95	90	Non
Lagunage + Bioremédiation	80	70	Oui

Tableau 4 : TBT Clean - Comparaison des techniques utilisées (Source : TBT Clean)

5.5 WALLONIE

IN VIVO Environnement a pu participer à une visite (16 et 17 mars 2005) organisée par l'entreprise SOLVAY, qui exposait aux acteurs de la filière son procédé de traitement des sédiments. Il s'agit d'1 pilote pré-industriel préalable à la construction d'une usine à Farciennes en Wallonie (Belgique). NOVOSOL® est un procédé qui permet de stabiliser des résidus minéraux contaminés par des métaux lourds par inertage et des composés organiques par destruction.

Le programme d'études NOVOSOL® a été initié en 1993.

NOVOSOL® est adapté aux sédiments de dragage mais aussi aux cendres volantes des procédés thermiques, aux Résidus de Broyage des Automobiles (RBA), aux boues industrielles et aux sols contaminés.

Le procédé comporte 2 étapes A et B (Figure 14) :

- La phosphatation - déshydratation, réalisée par l'unité A (basée à Charleroi, Belgique) qui permet de stabiliser les métaux lourds par fixation dans le réseau cristallin d'apatite de calcium $\text{Ca}_3(\text{PO}_4)_2$ formé par ajout d'acide phosphorique.
- La calcination, réalisée par l'unité B (en construction à Dombasle, France) permet de détruire les composés organiques (HAP, PCB) par oxydation. L'unité B construite à Dombasle (France) est opérationnelle depuis 2005. Le procédé de traitement des gaz, NEUTREC®, breveté par SOLVAY, consiste à traiter les gaz

issus des incinérateurs avec du carbonate de sodium. Le rendement est limité par la puissance des brûleurs et la teneur en eau des sédiments.

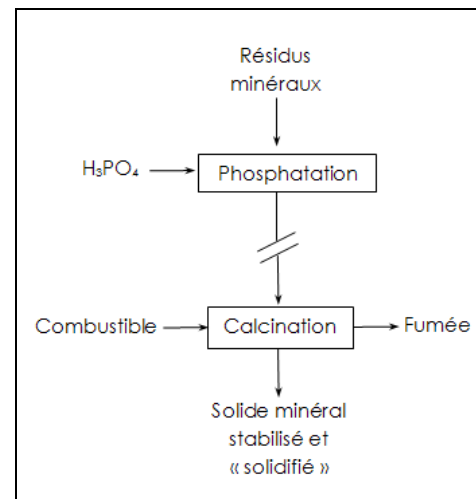


Figure 14 : Les étapes clé du procédé NOVOSOL®
(Source : SOLVAY)

Des essais menés sur des matériaux ayant subi la phase A de NOVOSOL, entre Octobre 2004 et mai 2005 sur le site de Farciennes en Belgique, ont montré que les teneurs en métaux lourds dans les échantillons traités sont peu différentes des concentrations dans les matériaux bruts non traités. Les tests de lixiviation à l'eau (NBN) et à l'acide acétique (TCLP AcOH) semblent mettre en évidence une lixivabilité accrue pour l'arsenic et le nickel.

Concernant la phase B, une série d'essais menée en mars 2005 sur le site de Dombasle (France) a montré une lixivabilité faible à l'eau. Aucun essai à l'acide acétique n'a été réalisé.



5.6 ITALIE

BIOGENESISSM est une technique testée en laboratoire à plusieurs reprises entre 1993 et 1997 sur des matrices diverses : sols pollués par hydrocarbures, résidus de l'industrie du bois, sédiments portuaires. Elle consiste à laver des sédiments et ainsi extraire les contaminants organiques et inorganiques (dioxines, PCB, HAP, pesticides, herbicides, métaux lourds...) pour les transférer vers une matrice liquide.

Le procédé comporte 5 phases :

- Phase 1 : prétraitement permettant de séparer les particules par désagrégation. Des additifs chimiques sont ajoutés de façon à diminuer l'affinité entre les contaminants, la phase solide, et les matières organiques. Les contaminants faiblement associés sont transférés dans la phase aqueuse.
- Phase 2 : aération permettant de séparer les particules plus légères.
- Phase 3 : forte pression permettant de faire subir aux particules des forces de collisions importantes, qui vont décaper le biofilm des particules solides. A ce stade, les contaminants se trouvent en phase aqueuse.
- Phase 4 : destruction des matières organiques par cavitation/oxydation. Le matériau est alors constitué de particules solides propres et d'une phase aqueuse contenant des résidus organiques et des contaminants inorganiques (désorbés en phase 1).
- Phase 5 : Opération permettant de séparer la phase solide (particules propres) de la phase

aqueuse qui renferme les contaminants. Cette phase doit intervenir très rapidement après la phase 4 de façon à ce que les contaminants ne soient pas ré-adsorbés sur les particules.

Ce pilote pré-industriel a été testé à Porto Marghera en Italie. Les objectifs de l'opération étaient de traiter des matériaux représentatifs de la variabilité observée au niveau des installations de la lagune de Venise, vérifier l'efficacité de la méthode, estimer les coûts et les contraintes techniques de la technique à échelle 1 (extrapolation), et enfin, étudier les possibilités de valorisation des produits.

Les matériaux traités étaient relativement uniformes (environ 80 % de silts, 10 % d'argiles, 10 % de sables fins). La procédure d'évaluation s'est basée sur le traitement de 4 lots, soit 140 échantillons représentant environ 400 analyses (métaux, hydrocarbures).

Sur la fraction sableuse, les matériaux sont conformes aux standards concernant les sols. Pour la fraction fine (silts et argiles), le mercure, les hydrocarbures totaux et les Hydrocarbures Aromatiques Polycycliques dépassent ces standards pour certains échantillons.

Les coûts estimés de fonctionnement d'une unité à grande échelle sont de 75 €/m³. Cependant, les volumes très importants d'eau à traiter (issus des procédés) représentent des coûts considérables qui ne sont pas intégrés dans ce prix.



5.7 FRANCE

Le département du Var a réalisé, entre 2002 et 2007, une opération pilote de traitement et de valorisation des sédiments contaminés en provenance des ports méditerranéens. L'objectif de ce projet est de comparer différentes solutions techniques. Il s'agit d'un projet collectif, inscrit au titre du Contrat de Baie de la rade de Toulon, associant de nombreux partenaires publics (Marine Nationale, CCI du Var, CG83, région PACA, Agence l'eau...)

L'objectif du pilote est d'étudier la faisabilité de plusieurs techniques de pré-traitement et/ou de traitement associées à des filières de destination pour les matériaux dragués dans le département du Var. Il comporte 3 phases et 5 axes de travail (juridique et financier, technique et environnemental, communication et sensibilisation, partenariats, aspects réglementaires).

Le pilote est installé sur un espace d'environ 8 000 m² sur le port de Brégaillon/La Seyne.

Les techniques utilisées au cours de ces expérimentations sont les suivantes :

- Dessablage (hydrocyclone)
- Déshydratation mécanique
- Phosphatation (Phase A NOVOSOL®)
- Ajout de liants (ciment, cendres)
- Bioremédiation active
- Calcination (Phase B NOVOSOL®)

Elles ont été combinées de différentes manières dans un certain nombre de scénarios, avec une filière pressentie pour les matériaux finaux,

permettant de comparer les résultats d'analyses (brut, lixiviation) aux référentiels adaptés.



Figure 15 : Vue générale du site (Source : IN VIVO)

Le prestataire technique retenu pour réaliser ces opérations est l'entreprise Extract/Ecoterres.

Les essais ont été menés sur les sédiments de 9 ports méditerranéens (9 en France, 1 en Italie) et un port Bretons.

Il s'agit de matériaux présentant tous des contaminations évidentes, mais à des niveaux très différents.

La quantité de produit prélevée pour chaque port varie de 50 à 200 m³, prélevés par des moyens mécaniques.

Les essais ont eu lieu entre début 2006 et mi 2007.

Les principaux résultats peuvent être résumés par les points suivants :

• La séparation granulaire ne donne pas nécessairement des sables propres, compatibles avec tous les usages. En effet, l'hétérogénéité dans les niveaux et la nature des contaminations, associée aux différentes distributions granulométriques des matériaux initiaux, implique des performances de l'hydrocyclone assez variables. On peut ainsi trouver des sables contaminés en sortie de pré-traitement.

Les techniques qui ont donné des résultats prometteurs sont la bioremédiation ou l'ajout combiné de chaux et liants.

• La bioremédiation permet une réduction des concentrations en composés organiques de façon naturelle. Par ailleurs, le ressuyage passif des déblais permet d'abattre les teneurs en chlorures, qui posent problème vis-à-vis des seuils pour le stockage en CSD. On notera que cette technique est plus efficace sur sédiments bruts que sur sédiments dessablés.

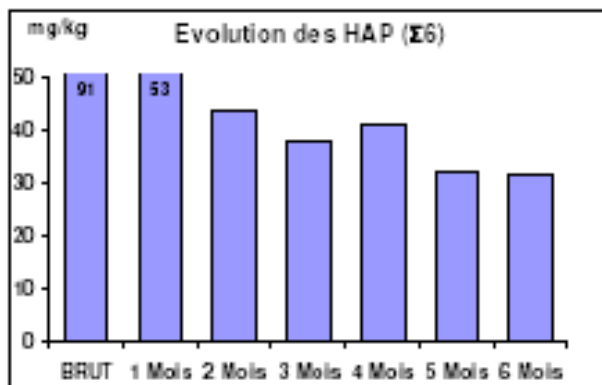


Figure 16 : Suivi des HAP - bioremédiation des sédiments de l'arsenal de Toulon (Source : IN VIVO)

• L'utilisation de chaux (en pré-traitement) suivie d'un liant permet de stabiliser les matériaux. Les tests de lixiviation menés sur les produits finis ont montré des résultats mitigés, mais la combinaison de la bioremédiation-chaux-liant semble donner des très faibles relargages en métaux et une fraction soluble minimale.



Figure 17 : Bétonnière utilisée pour l'ajout de liants (Source : IN VIVO)

Les conclusions principales du pilote sont les suivantes :

- La contamination des sables peut poser des problèmes pour la valorisation ;
- Le scénario le plus robuste se compose des opérations suivantes : bioremédiation, déshydratation à la chaux, ajout de liants.
- Les filières envisageables pour les produits finaux sont les bétons non normés, la valorisation en techniques routières, le remblaiement de carrières, la création de centre de stockage mono-déchets.

5.8 ETATS UNIS

CEMENT-LOCK® est un procédé thermo-chimique qui permet de convertir des sédiments contaminés ou d'autres déchets (sols, boues, gravats, pneus...) en éléments de construction. Tous les composés organiques sont détruits, les éléments inorganiques (métaux lourds) sont immobilisés dans une matrice.

Le pilote est financé par le New Jersey Department of Transportation Office of Maritime Resources, l'US EPA (Environmental Protection Agency) Region 2, l'US Army Corps of Engineers (New York Division) through Brookhaven National Laboratory under the Water Resources Development Act (WRDA), le Gas Research Institute (GRI).

La phase pilote de ce procédé a permis de traiter 350 tonnes de sédiments.

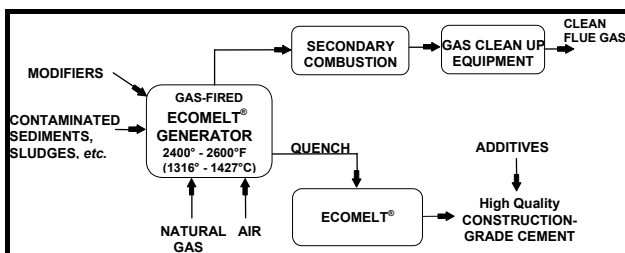


Figure 18 : Procédé CEMENT-LOCK® (Source : CEMENT-LOCK®)

Les sédiments contaminés sont introduits dans un malaxeur à haute température (environ 1 400 °C), et mélangés avec des additifs minéraux.

En présence d'air, de gaz naturel et à haute température, les contaminants organiques (HAP, dioxines, furanes, PCB...) sont brûlés et

transformés en dioxyde de carbone (CO₂) et en vapeur d'eau. Les métaux lourds sont emprisonnés dans le produit grâce à des interactions ioniques avec la matrice. Le produit intermédiaire, ECOMELT®, est alors pulvérisé et mélangé avec des additifs qui permettent d'obtenir un produit conforme aux exigences de la construction. Les métaux très volatils comme le mercure sont extraits des gaz de combustion par adsorption sur charbon actif. L'énergie de la combustion peut être récupérée en partie pour produire de la vapeur d'eau et/ou de l'énergie électrique.

Les résultats des analyses menées dans le cadre de cette opération sur les matériaux initiaux et sur les produits finis semblent mettre en évidence :

- une réduction très importante de la contamination en organiques dans les produits finis (> 99 %)
- une lixiviation très réduite des métaux (8) selon le protocole Américain (utilisation d'acide acétique)
- Une teneur en métaux dans le matériau final supérieure à celle d'un ciment conventionnel



6 LES POLITIQUES DE GESTION EN EUROPE ET EN NORD AMERIQUE

6.1 NORVEGE

La Norvège, qui présente une longue côte avec de nombreux ports dans des sites naturellement protégés, présente en raison de la taille modeste de ses fleuves, un rythme de sédimentation limité.

Ajouté à cela la grande profondeur des fjords, les besoins annuels en dragage d'entretien sont inférieurs à 100 000 m³/an pour assurer la navigation dans les ports, ce qui reste très faible.

En revanche, le stock de sédiments contaminés (métaux lourds, PCB, HAP, organostanniques, dioxines...) est très conséquent.

Or, une des activités primaires de la Norvège, la commercialisation de saumons élevés en pleine mer, nécessite une très bonne qualité des milieux.

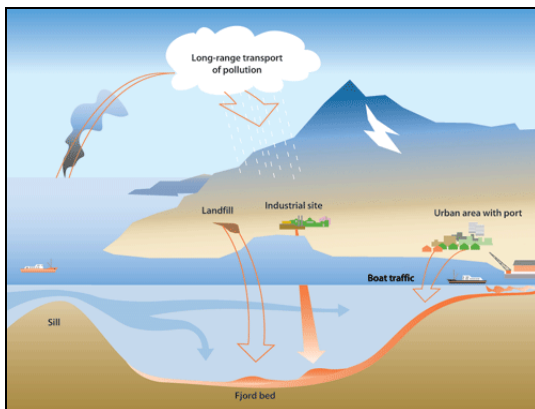


Figure 19 : Fonctionnement classique d'un fjord (Source : SEDNET)

La situation actuelle (pollutions, projets de remédiation) est sous surveillance de l'autorité norvégienne de contrôle des pollutions (Norwegian Pollution Control Authority).

Le rapport Protecting riches of the sea (White paper), publié par le gouvernement Norvégien en 2002, décrit la situation dans les zones côtières Norvégiennes et présente la stratégie globale de protection et d'amélioration de l'environnement marin.

La gestion des sédiments est basée sur un système de classement de la qualité en 5 catégories (EQS) mis en place en 1997 (concentrations de contaminants) et un système d'évaluation du risque des projets.

Les projets de remédiation des sédiments contaminés ont pour objectif soit de draguer les sédiments, soit de les encapsuler (capping).

La stratégie des autorités Norvégien repose donc sur les éléments suivants :

- Prévention de l'émission de substances dangereuses à partir des sédiments contaminés
- Garantie d'une approche régionale pour les grands fjords et les zones côtières
- Retour d'expérience sur les projets pilotes

La mise en œuvre de cette stratégie nécessite d'imposer les opérations de remédiation aux pollueurs ou de rendre les fonds public



disponibles pour la remédiation de zones pour lesquelles il est impossible d'identifier les

pollueurs où il n'est pas raisonnable de faire payer la facture aux responsables.

6.2 PAYS BAS

Les Pays Bas forment un territoire densément peuplé et très industriel, localisé dans le delta des rivières du Rhin, de la Meuse, de l'Ems et du Scheldt sur les côtes de la mer du Nord, pour lequel le dragage des voies d'eau est capital. En effet, 25 à 30 millions de m³ de sédiments, contaminés pour partie, doivent être extraits chaque année (Env 75 % d'origine marine, 20 % pour la maintenance des voies d'eau douce intérieures).

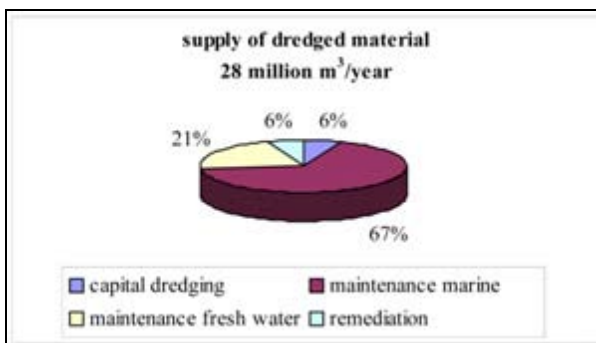


Figure 20 : Provenance des déblais de dragage aux Pays-Bas (Source : SEDNET)

Aux pays Bas, l'espace disponible pour le stockage des matériaux est faible, ce qui explique (pour partie) que la majeure partie du volume dragué est immergé.

Toutefois, les matériaux dragués puis stockés à terre sans traitement avoisinent 1 million de m³/an, les matériaux trop contaminés pour l'immersion ou le stockage à terre, 3 à 5 millions de m³/an (sites subaquatiques confinés ou CDF). Une partie seulement des matériaux est traitée pour valorisation.

Par ailleurs, il est démontré que la vitesse de sédimentation aux Pays Bas est supérieure au rythme d'extraction, montrant ainsi que des efforts doivent être consentis de façon à rattraper le retard.

La législation Néerlandaise concernant le traitement et le stockage des déblais de dragage prévoit les filières suivantes par ordre de priorité :

- Immersion ;
- Réutilisation directe et traitement pour valorisation économique ;
- Stockage en CDF (Confined Disposal Facility).

La législation Néerlandaise concernant la protection des sols (Soil Protection Act) donne des critères chimiques (SQC's = Sediment Quality Criteria) pour les métaux et les contaminants organiques de façon à discriminer 5 niveaux de contamination dans les sols et les sédiments.

On peut résumer les points essentiels de la politique Néerlandaise concernant les matériaux dragués de la façon suivante :

- Contrôle des sources de pollution, avec une attention particulière pour les sources diffuses et les nouveaux contaminants (herbicides, résidus médicamenteux) ;
- Meilleure prise en compte des coûts et bénéfices du dragage ;
- Encouragement des opérations de dragage

- Meilleure gestion des volumes dragués en coordination avec les différents acteurs de façon à optimiser l'utilisation des CDF et réduire les coûts ;
- Augmentation de la capacité de stockage par construction de nouveaux CDF et utilisation d'anciennes carrières de sable ;
- Incitation du traitement et de la valorisation ;
- Adaptation de la législation sur les matériaux dragués, cohérence avec les objectifs énoncés
- Élaboration et mise en œuvre de la Directive Cadre Européenne sur l'Eau (EU Waterframework)

L'espace étant un enjeu majeur aux Pays-Bas, la stratégie de gestion à long terme orientée vers le stockage passe par une réduction du volume des matériaux, obtenue grâce aux techniques traditionnelles de pré-traitement. Cette

stratégie est actuellement basée sur une incitation financière des opérations de pré-traitement.

Parallèlement, les pays bas utilisent un outil d'aide à la décision (Prospect) à échelle nationale, outil prédictif permettant une aide vis-à-vis de la stratégie de gestion des sédiments à draguer aux Pays Bas dans les prochaines décennies.

Il implique l'analyse des données qualité et la simulation de scénarios de façon à prévoir les destinations potentielles, les coûts, les effets environnementaux et les possibilités de valorisation des matériaux pré-traités. 17 filières pour les matériaux dragués sont identifiées aux Pays-Bas, parmi lesquelles l'immersion, la valorisation agricole, la récupération de la fraction sableuse, le stockage confiné sous eau (CDF)...

6.3 ALLEMAGNE

La côte Allemande présente des environnements uniques et variés. A l'Ouest, on trouve de vastes zones plates et vaseuses (mer du Nord) tandis que l'Est est caractérisé par un paysage alternant Fjords et lagons (mer baltique).

En Allemagne, 40 à 50 millions de m³ sont dragués annuellement afin de maintenir les voies d'eau, principalement sur les côtes de la mer du Nord. Ces opérations sont réalisées par l'Administration Fédérale des voies d'eau (Federal Waterways Administration) et par les états fédéraux ou les villes (ports). Cette organisation s'applique également aux dragages

capitaux. Les travaux de réhabilitation sont d'une importance mineure en zone côtière.

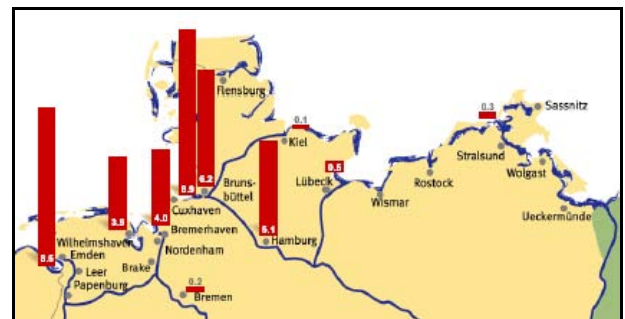


Figure 21 : Volumes dragués sur la côte Allemande en 2003 (Source : SEDNET)

La majeure partie des matériaux dragués est d'origine marine (env 75 %). Sa contamination



plus ou moins importante conditionne les possibilités d'immersion.

En effet, en raison de seuils relativement contraignants, une partie des matériaux (notamment dans les ports) ne peut être immergée.

Il n'existe pas de réglementation commune sur les matériaux dragués en Allemagne, les autorités fédérales disposent de leurs propres lignes directrices.

Le traitement et le stockage sont pratiqués dans les ports de Hambourg, Bremen et Rostock. En parallèle, des champs de ressuyage (déshydratation passive) sont mis en œuvre à une plus petite échelle.

La ratification de conventions internationales relatives à l'environnement marin (Londres, OSPAR, Helsinki) ainsi que les récentes directives européennes ont fortement influencé le cadre réglementaire national.

Cependant, aucune réglementation Allemande ne concerne spécifiquement le traitement des déblais de dragage d'une manière claire.

Selon la filière envisagée, des réglementations issues de plusieurs champs de la législation sont applicables. Le contexte réglementaire et les procédures associées restent toutefois lourdes et complexes.

L'Allemagne aborde cette problématique au travers de plusieurs réglementations nationales (Federal Water Act, Federal Waterway Act, Federal Soil Act, Waste Management Act, Federal

guidelines for waterway management....) mais la Directive Dredged Material Management in Federal Costal Waterways (HABAK) donne la logique globale d'aide à la décision (HABAK).

Le choix de la filière pour les déblais de dragage prend en considération des critères physiques, chimiques, biochimiques et écotoxicologiques.

Des seuils chimiques et des seuils écotoxicologiques permettent de classer les matériaux en 3 cas de figure, du moins contraignant (immersion possible dans les régions côtières) au plus contraignant.

Le port de Hambourg est un exemple significatif de stratégie locale de gestion des sédiments.

Situé dans la partie aval de l'Elbe, c'est le plus grand port Allemand et un des plus grands ports Européens. Il est confronté à d'importants problèmes de sédimentation qui gênent la navigation sur l'Elbe : chaque année, de 3 à 5 millions de m³ de sédiments doivent être extraits de l'Elbe.

Une partie de ce volume, environ 1 million de m³, est contaminé et ne peut être immergé.

Dès 1980, un programme de recherche sur la contamination de l'Elbe et sur les méthodes de traitement, valorisation et stockage des déblais a été lancé (Dredged Material Research Programme). Il permet d'adopter un programme de gestion aujourd'hui en vigueur au port de Hambourg :

- Éviter la sédimentation (avoidance) ;
- Immerger les matériaux dans la mesure du possible (relocation) ;



• Pré-traiter les matériaux dans l'optique du stockage et de la valorisation (Treatment).

Les produits finaux sont destinés au stockage (Disposal) ou à la valorisation (Beneficial use).

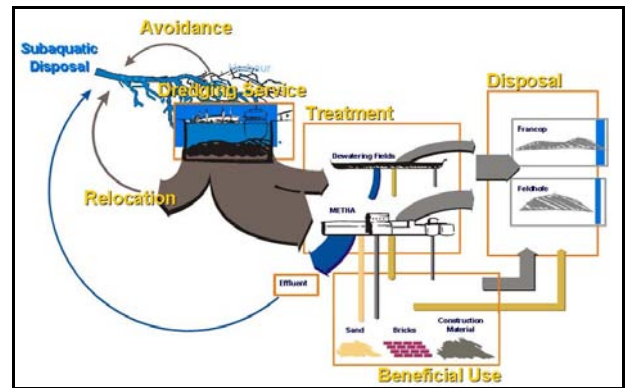


Figure 22 : Hamburg Dredged Material Management concept (Source : Port de Hambourg)

6.4 FLANDRES

En Flandres, les voies navigables jouent un rôle primordial pour l'industrie, le transport et l'agriculture.

Le dragage de sédiments marins (ports d'Oostende, Zeebrugge, accès au port d'Anvers) est peu problématique en raison des faibles niveaux de contamination, les déblais sont donc généralement immergés.

Sur les voies d'eau intérieures, la contamination d'une grande partie des sédiments et une capacité insuffisante en traitement et stockage des matériaux a progressivement transformé la problématique du dragage en enjeu majeur pour les Flamands.

Plusieurs études convergent vers une estimation du gisement actuel à d'environ 30 millions de m³ (14 sur les voies navigables, 16 sur les voies non navigables) témoignant du retard pris par les autorités vis-à-vis de ce problème.

L'estimation de la qualité des sédiments, basée sur des critères chimiques, écotoxicologiques et

biologiques selon une méthode de type TRIADE, place environ 30 % du volume des sédiments des voies non navigables (50 % pour les voies navigables) en classe 4 (sévèrement contaminés).

En comparaison aux seuils de la réglementation déchets (VLAREA), environ 40 % des matériaux extraits sont valorisables en l'état et environ 60 % ne conviennent pas à une valorisation directe.

L'AWG (Administration Waterwegen en Zeewegen) est l'acteur principal concernant les activités de dragage, de traitement et de stockage des déblais pour les voies navigables.

La législation Flamande pour la gestion des déchets (VLAREA), offre des règles claires concernant la valorisation des déblais de dragage, qui entrent dans la réglementation Flamande par le biais de l'arrêté du 17/12/1997 relatif à la prévention et à la gestion des déchets. De la même façon qu'en France, les matériaux extraits des cours d'eau relèvent de la réglementation déchets.



Depuis 2003, 4 filières sont possibles pour les déblais de dragage.

- Les matériaux les moins contaminés peuvent être régalés sur les berges des cours d'eau, rejetés en mer ou dans le courant ou pré-traités pour être valorisés ;
- Les matériaux contaminés sont stockés en sites confinés.

Pour les sédiments marins, le rejet en mer suit strictement les règles proposées par la convention OSPAR. Un permis d'immersion est donc requis.

Les opérations de pré-traitement des déblais de dragage sont très courantes en Flandres. En 2003, 2,5 millions de Tonnes de matériaux (matière sèche), extraits principalement des voies d'eau intérieures, ont été répartis sur 13 centres de pré-traitement. Les opérations permettent de déshydrater les matériaux et réduire la contamination par les polluants organiques grâce à une bioremédiation naturelle, favorisée par un système de lagunage actif (les matériaux sont disposés en andains et manipulés régulièrement). D'autres techniques (séparation granulaire, immobilisation des contaminants par des procédés thermiques) peuvent également être utilisées.

En fin de processus, l'OVAM (agence publique dans le domaine des déchets) peut certifier la qualité des matériaux pour une valorisation dans les sols ou comme matériaux de construction. Les critères pour les matériaux de construction ou les sols sont basés principalement sur les concentrations en métaux lourds, et en Hydrocarbures Aromatiques Polycycliques (« secondary raw materials »).

La stratégie en Flandres est aujourd'hui très fortement orientée vers la valorisation des matériaux. Il existe cependant en Flandres, comme dans d'autres pays européens, des freins pour la valorisation des déchets.

- Les critères de ré-utilisation des matériaux sont souvent basés sur les concentrations en contaminants (différentes normes selon les usages envisagés) et non sur un système d'évaluation du risque dans une filière donnée ;
- Les matériaux valorisés se heurtent à des problèmes d'acceptance sociale, notamment en raison de leur rattachement à la réglementation « déchet » ;
- Le marché pour les matériaux recyclés est réduit du fait de la non compétitivité économique en terme de prix des déblais de dragage valorisés par rapport aux matériaux conventionnels.

6.5 WALLONIE

La Wallonie, une des 3 provinces Belges, est un territoire sans mer. La problématique des dragages ne concerne donc que les voies d'eau intérieures. La politique de gestion est donc centrée sur la navigabilité, avec en particulier le canal de Bruxelles à Charleroi.

La région Wallonne est compétente en matière d'environnement depuis 1980, grâce à la loi spéciale de réforme institutionnelle. La mise en application du droit communautaire dans la législation wallonne s'est faite progressivement, en particulier par le biais des certains texte fondateurs (déchets, incidences sur l'environnement, décharges contrôlées...).

Ces dispositions ayant finalement entraîné dans de nombreux cas l'arrêt des dragages, la reconnaissance de la spécificité des opérations de dragage et des matériaux issus de ces opérations a été établie en 1995.

Deux classes de qualité de sédiments non liées à la notion dangerosité ont été définies : A (sédiments non contaminés) et B (sédiments contaminés). Des règles de gestion spécifiques à chaque qualité (conditions de réutilisation, autorisations d'implantation et d'exploitation de centres de regroupement ou de centre de stockage) sont définies.

Malheureusement, l'application de cette législation aux secteurs contaminés entraîne le gel des projets d'entretien de certaines voies d'eau faute de filière adaptée pour les matériaux, en particulier en raison de la

difficulté d'ouvrir de nouveaux centres de regroupement.

Les autorités Wallonnes ont donc lancé en 2001 un appel d'offre pour le traitement de l'ensemble du gisement des sédiments de catégorie B, mais l'ampleur de la tâche, et donc les montants financiers associés aux réponses des entreprises, ont rendu l'appel d'offre infructueux.

Depuis, une nouvelle disposition réglementaire (arrêté du 14 juin 2001 favorisant la valorisation de certains déchets) permet le déclassement d'un déchet de catégorie B en catégorie A sous réserve que ce dernier ait reçu un traitement lui permettant de ne plus être nocif pour l'environnement et pour l'homme dans le cadre d'un réemploi.

Cette adaptation de la réglementation a permis la naissance en 2004 d'un partenariat privé-public pour la création du programme SEDISOL, qui regroupe au sein d'un consortium la société privée ECOTERRES, le Port Autonome de Charleroi, et la SPAQUE (Société Publique d'Aide à la Qualité de l'Environnement, équivalent de l'ADEME en France).

Il s'agit d'un projet de transformation de sédiments pollués (catégorie B) en sédiments non pollués (catégorie A) par inertage, dont les produits finaux peuvent donc être valorisés.

Pour ce projet, la société SOLVAY a prêté son procédé NOVOSOL® au consortium SEDISOL.



La Figure 23 illustre le cheminement d'un sédiment (contaminé ou non contaminé) et la possibilité de déclassement du sédiment contaminé traité dans le cadre du programme SEDISOL.

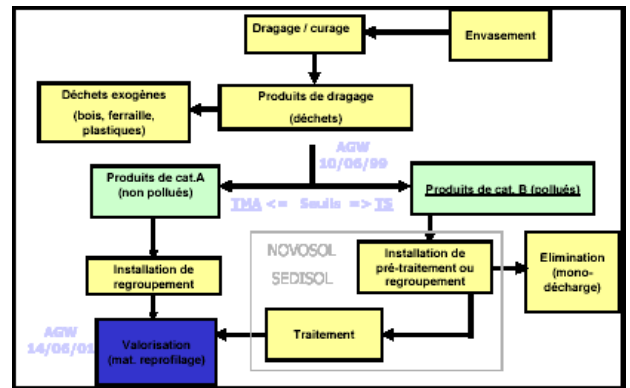


Figure 23 : Logigramme de devenir des sédiments en Wallonie (Source : SOLVAY)

6.6 ITALIE

L'Italie est un pays à la géographie tout à fait particulière vis à vis de la problématique dragage. En effet, sa forme très allongée orientée du Nord vers le Sud ne permet pas le développement de grands bassins versants, qui par conséquent, n'occasionnent qu'une sédimentation côtière limitée, qui s'apparente à celle observée par exemple en France dans le département du Var. Par ailleurs, l'Italie partage sa façade maritime entre la mer méditerranée et la mer adriatique. Il n'y a pas de grands fleuves en Italie, donc pas de problématique de dragages en eaux douces.

Les volumes sédimentés peuvent cependant être très contaminés par les activités humaines, comme par exemple dans la lagune de Venise.

Le dragage et de la gestion des déblais restent toutefois un réel problème, en particulier en raison de la concentration d'activités économiques (industries, commerce, tourisme) et de la sensibilité générale du milieu récepteur (la convention internationale MARPOL régleme les rejets en mer des navires a classé la Méditerranée «zone spéciale»).

Jusqu'en 1999, la seule option pour les matériaux est l'immersion à plus de 3 miles nautiques de la côte (voir Figure 24). Depuis, l'immersion est rendue beaucoup plus difficile, notamment en raison des positions de l'ICRAM (équivalent de l'IFREMER en Italie) très axées sur la préservation de l'environnement.

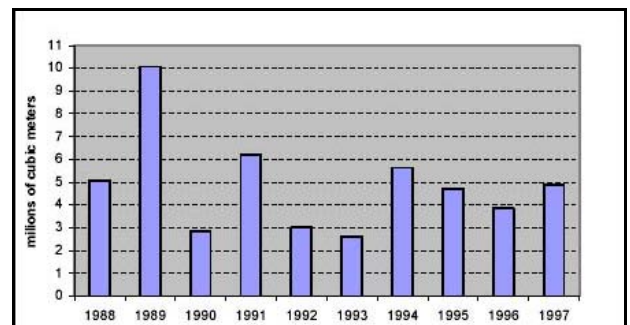


Figure 24 : Volumes dragués et immergés en Italie entre 1988 et 1997 (Source : SEDNET)

La législation en terme d'immersion se résume au décret du 24 janvier 1996 du ministère de l'environnement concernant les autorisations pour l'immersion des déblais de dragage fixe les procédures nécessaires à l'obtention des autorisations pour l'immersion et exige une caractérisation des matériaux qui doivent être



dragués (échantillonnage, paramètres chimiques physiques et microbiologiques). Cette réglementation ne donne pas de critères d'interprétation des résultats d'analyses menées. Les autorisations sont données au cas par cas. Des investigations complémentaires comme des tests d'écotoxicité peuvent être requis de façon à évaluer l'impact environnemental de la filière envisagée.

L'immersion des déblais de dragage est reconnue comme étant une filière impactante, même lorsque le seul impact pressenti est physique en cas de matériaux non contaminés : la stratégie Italienne est donc conforme à l'approche internationale qui semble tendre vers la promotion de solutions alternatives à l'immersion. Par exemple, le Single Act Water décrète que l'immersion ne doit être envisagée que si les options de dépôt stockage ne peuvent être mises en œuvre.

Le programme national de remédiation (National Program of remediation and environmental recovery) reconnaît le problème de la contamination de certains secteurs sur le territoire et établit les critères et les procédures pour la gestion environnementale des sites contaminés. Des concentrations seuils en contaminants dans les sols, sous sols, eaux de

surface et souterraines, et déclenchant l'intervention sont définis. Ainsi, les sites fortement contaminés sont identifiés, et les zones marines adjacentes sont identifiées comme à risque.

L'administration Italienne conduit donc une stratégie basée sur 3 points forts :

- Caractérisation de la contamination des sédiments des zones marines à risque : niveau de contamination, distribution spatiale, de façon à déterminer l'urgence de la situation vis-à-vis des usages (pêche, baignade, aquaculture...). L'ICRAM est en charge de cette partie ;
- Définition des critères de qualité pour les sédiments et les eaux marines dans le but de choisir les bonnes options de gestion environnementale. Un groupe d'experts a été mis en place de façon à définir les critères de qualité et les seuils d'intervention, en prenant en considération les spécificités du milieu marin Italien et l'approche Européenne ;
- Expérimentation de techniques de traitement pour les sédiments contaminés, avec une priorité pour les techniques naturelles *in-situ*. Deux activités de recherche sont d'ores et déjà financées par le Ministère de l'Environnement : les techniques de bioremédiation et les techniques de séparation physique-chimique.

6.7 FRANCE

La France est un territoire qui développe un linéaire côtier considérable s'étendant sur 3 façades maritimes. Il comporte un réseau fluvial

Chaque année, environ 50 millions de m³ de sédiments marins et 1,6 millions de m³ de sédiments des cours d'eau (moyennes) sont extraits, principalement pour garantir l'usage des installations (navigation essentiellement).



La majeure partie des matériaux dragués, issue des grands ports industriels, semble peu contaminée, ce qui permet généralement l'immersion des déblais. En revanche, une partie du gisement, en eau douce ou en milieu marin, est très contaminée.

La filière préférentielle pour les déblais de dragage reste l'immersion. Quelque soit la qualité des matériaux, elle reste possible (pas de seuils exclusifs) mais l'étude environnementale liée au projet devra engager les investigations qui s'imposent (tests d'écotoxicité, sensibilité du milieu récepteur).

Dès qu'ils sont sortis de l'eau, les déblais entrent dans la réglementation européenne sur les déchets :

- 17 05 05 : Boues de dragage contenant des substances dangereuses
- 17 05 06 : Boues de dragage autres que celles visées à la rubrique 17 05 05

Les critères de dangerosité doivent permettre de trancher sur le caractère dangereux d'un déchet, mais le critère H14 (écotoxicité) pour les sédiments ne dispose aujourd'hui pas de protocole établi.

Les modalités de stockage des ces matériaux restent donc floues.

Par ailleurs, la réglementation Française sur les déchets ne permet pas le déclassement des déchets dangereux en déchets non dangereux après traitement approprié.

Actuellement, un groupe de travail ministériel sur la dangerosité des déblais de dragage est en cours de réflexion et devrait aboutir pour fin 2008 à une proposition de protocole pour les sédiments marins.

Il n'y a pas actuellement en France de stratégie nationale claire concernant la gestion des sédiments contaminés.

6.8 ETATS UNIS

Des études récentes concernant la qualité des lacs, rivières et baies (marines) et les impacts associés aux poisons contaminés et le stockage de matériaux contaminés montrent que la problématique des sédiments est de première importance :

- L'EPA (Environmental Protection Agency) estime que 10 % des lacs, rivières et baies présentent des sédiments contaminés par des substances chimiques pouvant altérer les ressources (poissons) et la santé des consommateurs qui les consomment ;
- 15 % de la surface des lacs et 5 % du linéaire des rivières et une grande proportion des grands lacs et des eaux côtières sont aujourd'hui sous surveillance pour la consommation des poissons.

Au travers de l'acte de 1972 (Marine Protection, Research, and Sanctuaries Act), le congrès américain a mis en place la régulation de l'immersion en mer des déblais de dragage.

Au milieu de années 80, des inquiétudes concernant le site de clapage "Mud Dump Site" au large de la baie de New-York a conduit le congrès à prendre des dispositions au travers du Water Resources Development Act de 1986. L'EPA prospecta alors pour une nouvelle aire de dépôt des matériaux.

Mais en 1989, les inquiétudes ont continué à se faire sentir, motivant ainsi le congrès à réviser ses procédures au travers du Water Resources Development Act de 1990.

Ce dernier ordonna l'élaboration d'une stratégie à long terme pour la gestion des déblais de dragage des ports de la région de New York/New Jersey, incluant la montée en puissance des techniques de décontamination et des possibles alternatives à l'immersion.

Il prévoyait la réalisation d'expérimentations de projets pilotes permettant de tester d'autres possibilités.

Le Water Resources Development Act de 1992 autorisa l'EPA à travailler en coopération avec l'US Army Corps of Engineers de façon à réaliser l'analyse critique des méthodes envisageables pour décontaminer les déblais de dragage, et choisir les plus adaptées au cas des ports de New York et New Jersey.

En 1996, le congrès a ordonné (Water Resources Development Act de 1996) la réalisation d'un programme pilote, actuellement en cours. Il a notamment accru les fonds alloués au projet et a demandé la réalisation de rapports périodiques sur les résultats des pilotes.

La gestion des sédiments contaminés aux Etats Unis est guidée par une stratégie résumée en 4 points essentiels. Les actions peuvent être entreprises par l'EPÄ :

- Contrôle des sources de contamination des sédiments et prévention de l'augmentation du gisement de sédiments contaminés ;
- Réduction des volumes de sédiments contaminés actuellement en place ;



- Garantie d'une gestion environnementale des dragages et du stockage des matériaux ;
- Développement d'outils de gestion dans la prévention de la contamination, le contrôle des sources, la remédiation et la gestion des matériaux contaminés.

Le projet de décontamination des sédiments est basé sur l'identification des technologies permettant d'extraire, pré-traiter, traiter et décontaminer els sédiments du port de New-

York/New-Jersey. Il a permis de financer un certain nombre de projets pilotes, dont le projet C E M E N T - L O C K ® .

7 RECOMMANDATIONS POUR LA GESTION DURABLE DES SEDIMENTS EN FRANCE

7.1 AMELIORATION DE LA CONNAISSANCE DU GISEMENT

On parle ici du gisement de sédiments contaminés. On considèrera qu'il s'agit des sédiments exclus de l'immersion qui doivent donc être dirigés vers des filières de stockage et/ou de valorisation à terre.

Cette notion peut donc varier géographiquement, notamment en fonction de la sensibilité du milieu récepteur à l'immersion.

La qualité des sédiments dans les ports français est connue dans le cadre de l'élaboration de dossiers réglementaires pour des opérations de dragage qui doivent notamment chiffrer les volumes et porter à connaissance les caractéristiques géochimiques des matériaux. L'enquête réalisée annuellement par le CETMEF pour répondre à la demande de la convention OSPAR permet de connaître les caractéristiques des volumes effectivement immergés.

Indépendamment de ces opérations, le REseau des POrts Maritimes (REPOM) suit la qualité des sédiments dans les ports français. Mais ces données, qui ne concernent pas tous les ports, ne rendent pas compte de volumes, et ne permettent donc pas de connaître le gisement.

Par ailleurs, le faible nombre d'analyses ne permet pas de discriminer les différentes qualités de matériaux généralement observées dans un même port.

La qualité des sédiments dans les secteurs non dragués régulièrement ou pour lesquels il n'y a

pas de projets à court terme n'est pas connue. Il s'agit d'infrastructures actuellement non utilisées dans les ports de commerce (anciennes darses par exemple), d'installations pour lesquelles les conditions de navigation sont actuellement satisfaisantes, de bassins portuaires de plaisance...

La connaissance exhaustive du gisement de sédiments contaminés dans les ports français nécessite donc la réalisation d'un véritable état des lieux à l'échelle nationale.

Ce recensement pourrait être réalisé dans le cadre de diagnostics départementaux. Les départements qui se sont lancés dans ce type de démarche (Var et Côtes d'Armor par exemple) ont pu appréhender les secteurs concernés par des contaminations sensibles, et en tout état de cause, incompatibles avec l'immersion.

L'estimation du gisement nécessite cependant la connaissance des volumes de sédiments contaminés, impliquant la réalisation de campagnes topo bathymétriques.

Ces campagnes, associées à une caractérisation géochimique des matériaux prenant en compte les spécificités locales, devraient être réalisées dans le cadre d'un cahier des charges national de façon à assurer une homogénéité des résultats.



Les objectifs d'une telle démarche sont les suivants :

- Identifier les secteurs contaminés
- Caractériser la contamination des matériaux (paramètres, niveaux)
- Connaître les volumes de matériaux concernés
- Définir les calendriers prévisionnels de dragages

La connaissance des niveaux de contamination pour des paramètres non réglementaires (arrêté du 09/08/2006) reste à discuter.

L'application progressive de la Directive Cadre européenne sur l'Eau (DCE) en France fixe des objectifs de qualité pour un certain nombre de composés (annexe X). Des Normes de Qualité

Environnementale (NQE) dans l'eau, le biote et les sédiments sont actuellement en cours de discussion.

Sur la base de l'affinité différentielle des contaminants pour les différents compartiments, une cellule mixte INERIS/IFREMER a proposé une déclinaison des paramètres de la DCE à analyser sur les différents compartiments (présenté en annexe).

En outre, la DCE prévoit la réduction progressive de la pollution par les substances prioritaires, et la suppression progressive des émissions, rejet et pertes de substances dangereuses prioritaires.

La réalisation d'une étude de risque sommaire relative aux contaminations potentielles dans chaque port pourrait permettre de déterminer une liste de contaminants (actuellement non réglementaires) à rechercher.

7.2 PREVENTION DE LA CONTAMINATION DES SEDIMENTS

D'une manière générale, il vaut mieux prévenir que guérir.

D'un point de vue strictement environnemental, la contamination des sédiments présente des risques écologiques et sanitaires qu'il est difficile aujourd'hui d'évaluer.

D'un point de vue économique, le dragage et l'immersion de sédiments propres représente un coût approximatif de 15 €/m³. En comparaison, n'importe quelle filière terrestre se place d'emblée au dessus de 50 €/m³.

D'un point de vue réglementaire et juridique, la contamination de sédiments au sein de chaque masse d'eau pourrait poser un problème pour l'atteinte du bon état en 2015 vis-à-vis des exigences européennes.

Il semble donc nécessaire d'engager, dans tous les ports français et en relation avec l'état des lieux de la contamination, une démarche d'amélioration de la qualité en fixant des objectifs de réduction des rejets et d'atteinte de résultats.



7.3 ELABORATION DE SCHEMAS DE GESTION A TERRE DES DEBLAIS DE DRAGAGE

Même si des initiatives naissent aujourd'hui dans le sens d'une gestion mutualisée de la problématique dragage (Var, Finistère, Bassin d'Arcachon), la majeure partie des opérations de dragage ne s'inscrit dans aucune réflexion et planification globale.

La difficulté croissante d'immerger les déblais de dragage en zone côtière pour différentes raisons (meilleure prise en compte de l'environnement, opposition sociale, conflits d'usage) rend plus que nécessaire le développement de techniques et de filières sécurisées à terre, économiquement viables, susceptibles de garantir la continuité des dragages d'entretien (exploitation) et des travaux neufs (développement des activités).

L'élaboration de schémas de gestion par les collectivités départementales devrait permettre :

- De connaître le calendrier prédictif des volumes à gérer à terre (voir aussi § 7.1) ;
- De connaître la qualité de ces matériaux ;
- D'envisager le regroupement des produits contaminés sur des sites dédiés ;
- De mutualiser des outils de pré-traitement et/ou de traitement des déblais ;

- D'orienter des matériaux vers des filières de stockage sécurisées ;
- De promouvoir la réutilisation des matériaux (valorisation).

Il semble souhaitable que ces schémas de gestion puissent être intégrés dans les schémas départementaux d'élimination des déchets non dangereux et les schémas régionaux d'élimination des déchets dangereux.

La non concurrence des outils (opérations techniques) et des filières (stockage, remblaiement de carrières, récupération des sables) avec des solutions extérieures (privées, publiques) doit être effective de façon à garantir un monopole d'accès au gisement et donc la viabilité dans le temps des investissements.

L'intégration des matériaux dragués non destinés à l'immersion dans ces schémas de gestion devrait donc comporter un caractère obligatoire.



7.4 CONNAISSANCE DE LA DANGEROUSITE DES DEBLAIS DE DRAGAGE

Comme l'indique la note juridique du MEDD du 18/09/2002 sur la gestion des sédiments extraits des cours d'eau et canaux, dont l'interprétation est étendue au milieu marin, le critère H14 relatif à l'écotoxicité du déchet est très souvent et vraisemblablement dans le cas des sédiments déterminant pour savoir si un déchet est dangereux ou non.

Malheureusement, le caractère écotoxique H14 pour les sédiments marins ne dispose pas actuellement de protocole officiel, notamment en raison de la teneur en sels dans les matériaux qui empêche d'utiliser les tests classiques.

Un groupe de travail (GT) sur la dangerosité des sédiments de dragage a donc été mis en chantier en juillet 2007 par la Direction de la prévention des pollutions et des risques (DPPR) au MEDAD. Sous pilotage du BRGM, l'un des objectifs annoncés est de proposer des critères permettant de statuer sur le caractère dangereux.

En attendant les résultats de cette démarche, et face à l'hétérogénéité des contaminations (niveau, origine), il reste nécessaire de pouvoir discriminer différentes qualités de matériaux de façon à les orienter vers les filières adaptées.

On notera toutefois que les matériaux présentant un danger potentiel pour l'environnement doivent être identifiés au titre des critères H1 à H13, ce qui permet déjà d'orienter les produits les plus dangereux vers des Centres de Stockage des Déchets de classe 1. C'est le cas, par exemple, des matériaux contenant plus de 0,1 %

de composés très toxiques, fortement cancérigène ou mutagènes.

Dès lors qu'aucun des critères H1 à H13 ne permet de qualifier de dangereux le déblai, et en absence de critère H14 validé à l'heure actuelle, le risque pour l'environnement doit être appréhendé dans la filière.

La mise au point d'un protocole permettant de qualifier le caractère écotoxique H14 des déblais reste un élément clé du développement des filières à terre.



7.5 VALORISATION DES DEBLAIS

Dès que les sédiments dragués ne sont pas destinés à l'immersion, ils entrent de fait dans la nomenclature déchets.

La valorisation des déchets est explicitement prévue par les législations européenne (article 3 de la directive 2006/12/CE du Parlement européen et du Conseil du 5 avril 2006 relative aux déchets) et française (articles L. 541-1 et suivants du Code de l'Environnement).

Il est toutefois difficile, pour des raisons d'image et de certification, de valoriser en produits « grand public » les déblais de dragage contaminés, même si un traitement approprié permet de garantir leur conformité à des standards et leur innocuité pour la santé.

Par ailleurs, la dispersion de produits fabriqués à partir de sédiments contaminés pose un problème de traçabilité. L'absence de recul sur ce type de produit conduit donc à la prudence. Il semble donc nécessaire, en l'état actuel des connaissances, de s'assurer la possibilité de suivre dans le temps les matériaux issus de ces sédiments, et donc de privilégier les grosses opérations.

On caractérise généralement les sédiments portuaires, au-delà de leur niveau de

contamination par divers polluants, par leurs proportions respectives de sables et d'éléments fins.

Pour la fraction fine des matériaux, qui porte généralement la majeure partie des contaminants, les opérations techniques permettant de réutiliser les matériaux doivent être encouragées. Des projets de recherche sont actuellement en cours sur plusieurs axes de travail. On parlera de techniques de pré-traitement (qui ont pour objectif de réduire le volume) et/ou de traitement (qui permettent de détruire, extraire ou immobiliser des contaminants).

La fraction sableuse, si elle peut être extraite, présente un grand intérêt, en particulier dans le contexte actuel de déséquilibre entre la demande (forte) et l'offre (en baisse) en granulats. Cette valorisation peut prendre un caractère commercial pour le maître d'ouvrage (vente des sables) si cette vente n'est pas l'objet premier du projet, qui reste l'opération de dragage.

Il semble nécessaire d'encourager en premier lieu la valorisation des matériaux plutôt que leur simple stockage, tout en garantissant, par principe de précaution et de responsabilité, leur traçabilité.



7.6 STOCKAGE DES DEBLAIS

Le stockage à terre des matériaux reste une solution à de repli lorsqu'aucune valorisation n'est possible.

La réglementation française sur les déchets, par transposition des dispositions européennes, prévoit 3 types de centre de stockage, mais aucun n'est réellement approprié aux déblais de dragage.

Les CSD de classe III (pour déchets inertes) sont destinés à recevoir des matériaux inertes, ce qui n'est jamais le cas avec les déblais de dragage, notamment en raison de la concentration en sels.

Les CSD de classe II sont destinés à recevoir des déchets non dangereux, représentés principalement par les ordures ménagères. Les sédiments entrent ainsi en compétition avec de type de produits.

Les CSD de classe I (déchets dangereux) sont généralement intéressés par les déblais de dragage. Mais les sécurités environnementales liées à ce type d'installation sont démesurées. Par ailleurs, les couts d'acceptation ne sont pas compatibles avec une gestion durable.

Deux possibilités s'offrent alors aux maîtres d'ouvrages :

- La législation Française a prévu la possibilité d'adapter les modalités de stockage des déchets

non dangereux (article 2 de l'arrêté du 09/09/1997) et dangereux (arrêté du 30/12/2002) dans le cas d'installations de stockage mono-déchets, définies comme " des installations recevant exclusivement des déchets de même nature issus d'une même activité. Il est donc envisageable de créer des installations classées (ICPE) présentant des niveaux de sécurité environnementale adaptés aux déblais de dragage, qui ne nécessitent pas les précautions ordinaires d'un CSD I ou II.

- L'article 3 de la Directive européenne n°1999/31/CE du 26 avril 1999 concernant la mise en décharge des déchets exclut de son champ d'application plusieurs type de déchets. Cette démarche a été validée pour le cas du port du Guilvinec, dont une partie des déblais de dragage, considérés comme non dangereux, doivent être stockés sur un terrain propriété du conseil général. Ce type d'installation, qui ne relève pas de la nomenclature ICPE, pourrait faire l'objet d'un arrêté préfectoral complémentaire à l'arrêté (ou l'approbation) concernant les travaux de dragage.

Cette filière étant amenée à se développer, il paraît nécessaire de clarifier la réglementation existante. Il semble important d'élaborer un cahier des charges pour ce type d'installation incluant une analyse spécifique de risques sur l'environnement.



7.7 TECHNIQUES DE TRAITEMENTS

Les techniques de pré-traitement sont aujourd'hui bien connues et maîtrisées. Nous en connaissons les avantages, inconvénients et performances. D'une manière générale, elles utilisent soit la séparation granulaire (permettant de récupérer les sables par exemple), soit la déshydratation (réalisée par différents procédés), soit les deux combinés.

Les techniques de traitement, même si elles sont nombreuses, sont aujourd'hui mal connues.

Cet état de fait découle en premier lieu de la difficulté d'évaluer les performances des procédés.

Lorsque l'estimation de l'efficacité d'un pré-traitement se résume à la mesure du volume ou au calcul de la teneur en eau, l'évaluation des techniques de traitement des sédiments doit être

capable de rendre compte du danger des matériaux, dans un scénario donné.

En effet, les critères de stabilité des produits finis et d'influence sur l'eau pourront être différents

Nous avons pu appréhender l'efficacité des techniques étudiées au travers de sources d'informations diverses : contacts téléphoniques, courriers électroniques, ouvrages de SEDNET, plaquettes commerciales...mais les performances des différents procédés devraient pouvoir être caractérisés selon des critères communs de façon à pouvoir les comparer.

Les expériences de type pilote (SEDIMARD, SEDIGEST...) doivent donc être encouragées, car elles permettent de comparer différentes procédés selon des critères pré-définis.



7.8 SYNTHÈSE DES RECOMMANDATIONS

- Amélioration de la connaissance du gisement en sédiments contaminés dans les ports Français.
- Prévention de la contamination des sédiments portuaires
- Élaboration de schémas départementaux pour la gestion des dragages et des filières pour les déblais.
- Elaboration d'un protocole de détermination du critère H14 pour les sédiments marins. En attendant, évaluation des risques dans la filière envisagée.
- Promotion de la valorisation des matériaux, par le biais de techniques de pré-traitement et/ou de traitement.
- Orientation vers le stockage lorsque la valorisation n'est pas possible.
- Développement d'expériences « pilote » pour le traitement des sédiments contaminés permettant de développer les filières à terre (stockage, valorisation)

8 REFERENCES

- réf 1 : Arrêté interministériel du 14/06/2000 relatif aux niveaux à prendre en compte lors d'une analyse de sédiments marins ou estuariens présents en milieu naturel ou portuaire
- réf 2 : Arrêté du 9 août 2006 relatif aux niveaux à prendre en compte lors d'une analyse de rejets dans les eaux de surface ou de sédiments marins, estuariens ou extraits de cours d'eau ou canaux relevant respectivement des rubriques 2.2.3.0, 4.1.3.0 et 3.2.1.0 de la nomenclature annexée au décret n° 93-743 du 29 mars 1993
- réf 3 : Site WEB de l'Ifremer : www.ifremer.fr
- réf 4 : Site de l'ECB (European Chemicals Bureau) : <http://ecb.jrc.it>
- réf 5 : Site d'OSPAR (convention internationale pour l'Atlantique Nord-Est) : www.ospar.org
- réf 6 : Site de AKWA (conseils-sédiments-Pays-Bas) : www.rws.nl/rws/projects/akwa/cgi-bin
- réf 7 : Dutch-German Exchange on dredged material (groupe de travail dragage)
- réf 8 : Directive du conseil n°76/464/CEE du 4 mai 1976 concernant la pollution causée par certaines substances dangereuses déversées dans le milieu aquatique
- réf 9 : Arrêté du 20 avril 2005 pris en application du décret du 20 avril 2005 relatif au programme national d'action contre la pollution des milieux aquatiques par certaines substances dangereuses
- réf 10 : Directive 2000/60/CE du parlement européen et du conseil du 23/10/2000 établissant un cadre pour une politique communautaire dans le domaine de l'eau
- réf 11 : Décision n°2455/2001/CE du parlement européen et du conseil du 20 novembre 2001 établissant la liste des substances prioritaires dans le domaine de l'eau et modifiant la directive 2000/60/CE
- réf 12 : International Convention for the Prevention of Pollution from Ships, 1973, as modified by the Protocol of 1978 relating thereto (MARPOL 73/78)
- réf 13 : Convention du 22 septembre 1992 pour la protection du milieu marin de l'Atlantique du Nord-Est (Convention OSPAR)



- réf 14 : REACH (Registration, Evaluation, Authorisation of CHemicals) ; proposition de RÈGLEMENT DU PARLEMENT EUROPÉEN ET DU CONSEIL concernant l'enregistrement, l'évaluation et l'autorisation des substances chimiques, ainsi que les restrictions applicables à ces substances
- réf 15 : Guide méthodologique du Réseau Littoral Méditerranéen « évaluation de la contamination radiologique du sédiment »
- réf 16 : Évaluation écotoxicologique de sédiments contaminés ou de matériaux de dragage synthèse du rapport d'étude avril 2001 (VNF, CEMAGREF, ENTPE)
- réf 17 : Note juridique sur la gestion des sédiments extraits des cours d'eau et canaux (Ministère de l'Ecologie et du Développement Durable, 18/09/2002)
- réf 18 : GEODRISK, démarche d'analyse des risques liés à l'immersion des boues de dragage des ports maritimes, IFREMER
- réf 19 : Chapman, P.M. « Sediment quality criteria from the sediment quality triad: an example », Environ. Toxicol. Chem ., no 5 (1986), p. 957-964.
- réf 20 : Critères et méthodes d'évaluation de l'écotoxicité des déchets, Ministère de l'Aménagement du Territoire et de l'Environnement, Janvier 1998
- réf 21 : Convention d'assistances à maîtrise d'ouvrage pour le Port Autonome de Paris, bureau d'études AIRELLE, Octobre 2002
- réf 22 : Proposition méthodologique pour évaluer les propriétés de danger H1, H2 et H3 - INERIS 1997
- réf 23 : Guide méthodologique « la classification des déchets », FNADE, 2003
- réf 24 : Guide des bonnes pratiques relatif aux installations de stockage des déchets inertes issus du BTP, MEDD, 2004
- réf 25 : Guide d'évaluation des risques pour l'environnement liés au stockage mono-déchets, ADEME-INERIS-eedems, 2005



9 ANNEXES

9.1 PARAMETRES ET SEUILS DE L'ARRETE DU 14/06/2000

Éléments métalliques			
paramètre	unités	Niveau N1	Niveau N2
Arsenic (As)	mg/kg	25	50
Cadmium (Cd)	mg/kg	1,2	2,4
Chrome (Cr)	mg/kg	90	180
Cuivre (Cu)	mg/kg	45	90
Mercure (Hg)	mg/kg	0,4	0,8
Nickel (Ni)	mg/kg	37	74
Plomb (Pb)	mg/kg	100	200
Zinc (Zn)	mg/kg	276	552
Polluants organiques			
paramètre	unités	Niveau N1	Niveau N2
PCB.28	mg/kg	0,025	0,05
PCB.52	mg/kg	0,025	0,05
PCB.101	mg/kg	0,05	0,1
PCB.118	mg/kg	0,025	0,05
PCB.138	mg/kg	0,05	0,1
PCB.153	mg/kg	0,05	0,1
PCB.180	mg/kg	0,025	0,05
PCB Totaux	mg/kg	0,5	1

Seuils applicables aux sédiments marins ou estuariens (Source : Arrêté du 14/06/2000)



Polluants organiques	unités	Niveau N1	Niveau N2
TBT	µg/kg	100	400
Fluoranthène	mg/kg	0,4	5
Benzo(b)fluoranthène	mg/kg	0,3	3
Benzo(k)fluoranthène	mg/kg	0,2	2
Benzo(a)pyrène	mg/kg	0,2	2
Benzo(ghi)pérylène	mg/kg	0,2	2
Indéno(1,2,3cd)pyrène	mg/kg	0,2	1

Niveaux de référence proposés pour le TBT et certains HAP (Source : IFREMER, 2002)

Polluants organiques	unités	Niveau N1	Polluants organiques	unités	Niveau N1
Fluoranthène	mg/kg	0,4	Fluorène	mg/kg	0,17
Benzo(b)fluoranthène	mg/kg	0,3	Phénantrène	mg/kg	1,01
Benzo(k)fluoranthène	mg/kg	0,2	Anthracène	mg/kg	0,51
Benzo(a)pyrène	mg/kg	0,2	Pyrène	mg/kg	1,51
Benzo(ghi)pérylène	mg/kg	0,2	Benzo(a)anthracène	mg/kg	0,71
Indéno(1,2,3cd)pyrène	mg/kg	0,2	Chrysène	mg/kg	1,01
Naphtalène	mg/kg	0,21	Benzo(a,h)anthracène	mg/kg	0,11
Acénaphène	mg/kg	0,11			

Niveaux de référence N1 en discussion pour 15 HAP (Source : GEODE)

Les niveaux N1 et N2 pour le TBT devraient être prochainement proposés par GEODE aux ministères concernés pour une intégration réglementaire (arrêté du 09/09/2006). Les niveaux N1 pour les HAP feront l'objet d'une information, ne comportant aucun caractère réglementaire.

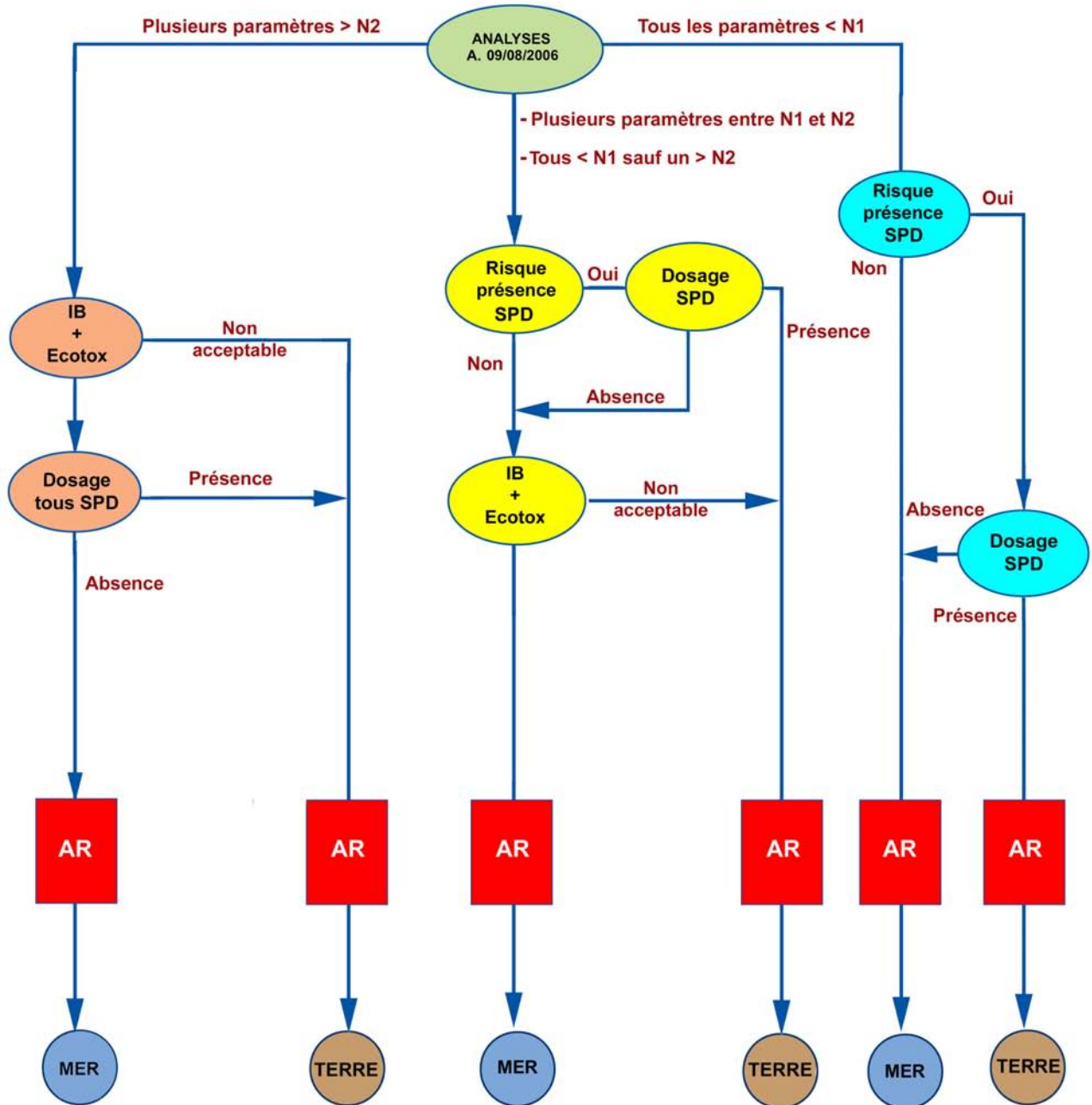
9.2 PARAMETRES DCE - CELLULE ARC

Matrice : EAU	
<u>Substances volatiles et substances organiques hydrophiles</u> (n=13) 7 substances volatiles, 6 pesticides	Alachlore, Atrazine, Benzène, Chlorfenvinphos, 1,2-dichlorométhane, dichlorométhane, diuron, isoproturon, simazine, trichlorométhane, tétrachlorure de carbone, perchloroéthylène, trichloroéthylène
Matrice : EAU, SEDIMENT, BIOTE	
<u>Substances organiques intermédiaires</u> (n=9) 3 pesticides, 2 biocides, 1 HAP, 3 divers	Chlorpyrifos, endosulfan, lindane (HCH), nonylphénol, octylphénol, naphtalène, pentachlorophénol, TBT, trichlorobenzène.
Matrice : SEDIMENT, BIOTE	
<u>Métaux et substances organiques hydrophobes</u> (n= 19) 4 métaux, 3 HAP, 1 phtalate, 6 pesticides, 5 divers.	Anthracène, PBDE(penta-), cadmium, chloroalcanes, DEHP, fluoranthène, hexachlorobenzène, hexachlorobutadiène, , plomb, mercure, nickel, pentachlorobenzène, HAP, trifluraline, DDT, aldrine, dieldrine, endrine, isodrine,

Regroupement de substances à surveiller dans les différentes matrices (Source : cellule ARC)



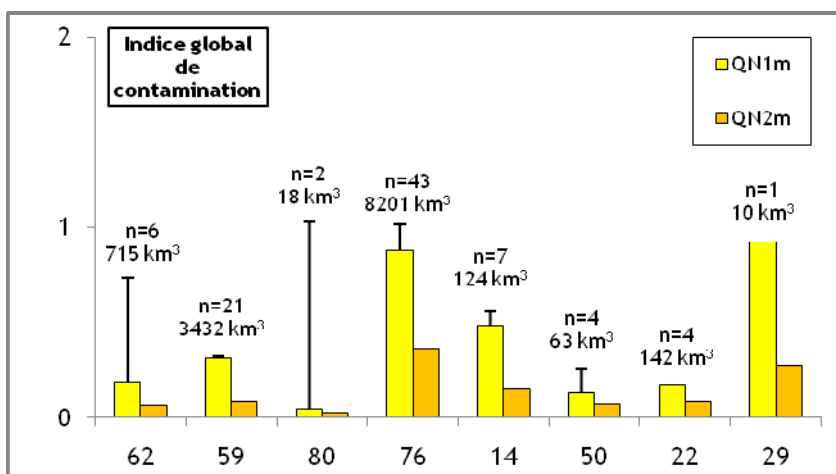
9.3 PROPOSITION D'ARBRE DE DECISION POUR LE CHOIX DE LA FILIERE



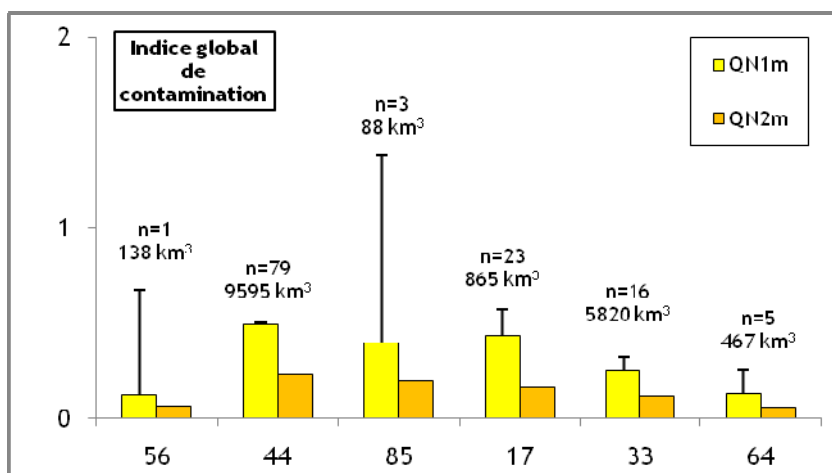
SPD : Substances Prioritaires Dangereuses
 IB : Indices Biologiques
 Ecotox : Tests écotoxicologiques
 AR : Analyse de risques



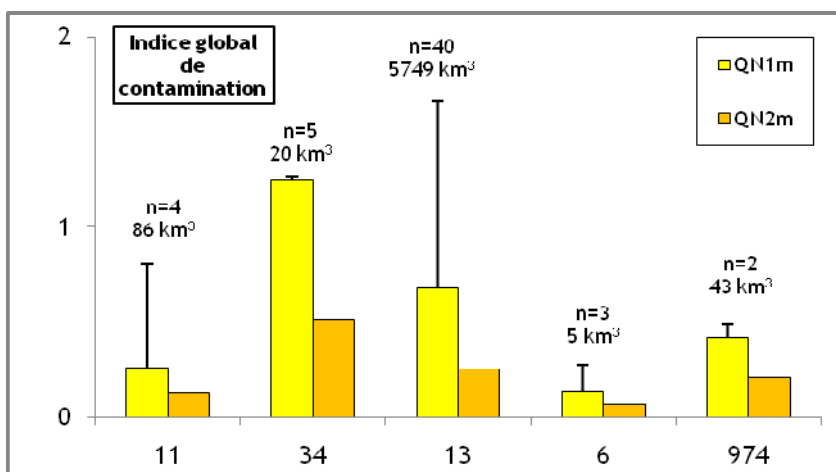
9.4 ENQUÊTES DRAGAGE : INDICES QN1M ET QN2M PAR DÉPARTEMENT



Contamination globale en Manche (Sources : CETMEF, INVIVO)



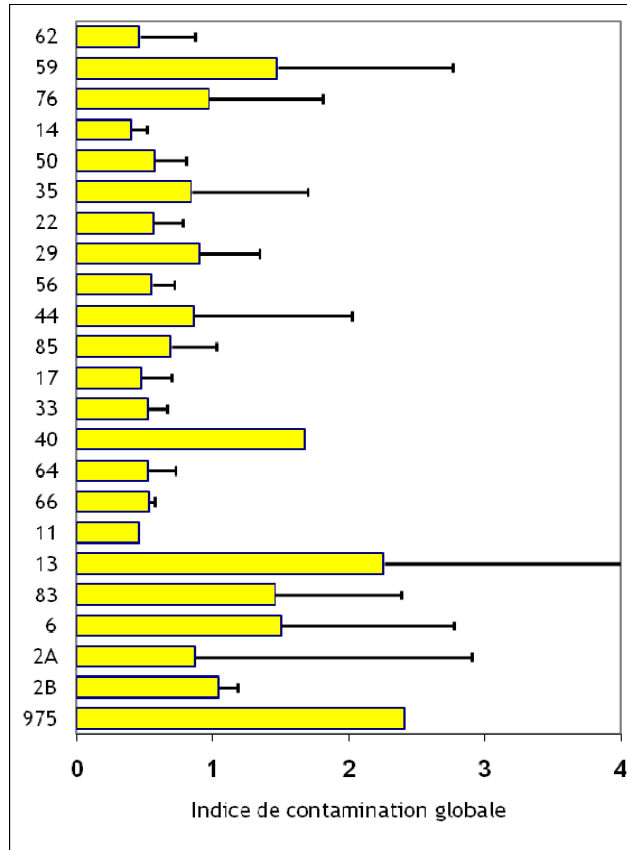
Contamination globale en Atlantique (Sources : CETMEF, INVIVO)



Contamination globale en Méditerranée (Sources : CETMEF, INVIVO)



9.5 DONNEES REPOM : INDICES QN1M PAR DEPARTEMENT



Variabilité de QN1 par département (CETMEF, IN VIVO)

10 FICHE SIGNALÉTIQUE ET DOCUMENTAIRE

Renseignements généraux	
Titre de l'étude	Recommandations pour la gestion durable des déblais de dragage portuaires contaminés de type vaseux dans les ports maritimes français
Nombre de pages	58
Maître d'Ouvrage	Centre d'Études Techniques Maritimes Et Fluviales (CETMEF) 2, Bd Gambetta BP 60039 60321 Compiègne cedex Tél : 03 44 92 60 00 - Fax : 03 44 20 06 75
N° de marché	05 51 024 00 228 60 34

Historique des envois				
Documents envoyés	Exemplaires papier	Exemplaires CD-ROM	Date d'envoi	N° récépissé
Rapport final	3	1	03/2008	

Intervenants dans l'élaboration des documents
Pierre MISKO (rédacteur), Yann BOUGIO (cartes et illustrations), Didier GROSDÉMANGE (validation)

Réunions, visites			
Objet	Date	Intervenants	Lieu
Cadrage 1	24/10/2005	IN VIVO, CETMEF	CETMEF Brest
Validation phase 1	07/04/2006	IN VIVO, CETMEF	CETMEF Brest
Présentation phase 1 au comité de validation	15/11/2006	IN VIVO, CETMEF, Comité de validation	MTETM Paris
Validation phases 1, 2, 3	04/06/2007	IN VIVO, CETMEF	CETMEF Brest
Cadrage guide final	27/02/2008	IN VIVO, CETMEF	CETMEF Brest

Contrôle Qualité		
	Niveau 1	Niveau 2
Contrôlé par	Pierre MISKO	Didier GROSDÉMANGE
Date	03/2008	03/2008
Signature		

