



**MANUTENTION ET TRAITEMENT
DES MATERIAUX DE DRAGAGE
CONTAMINES PROVENANT DES PORTS ET
DES VOIES NAVIGABLES INTERIEURES
"MDC"**

VOLUME I

**Rapport du Groupe de Travail N°17
du
Comité Technique Permanent I**



TABLE DES MATIÈRES

Volume 1

<i>Table des matières</i>	<i>Pages</i>
Préface	3
Remerciements	4
Membres du Groupe de travail CTPI-17	5
Mandat	6
Objet et structure du rapport	6
Tableau I. Démarches fonctionnelles pour le traitement de MDC	6
Références bibliographiques	7
CHAPITRE 1. Description du problème	8
CHAPITRE 2. Sources et caractéristiques des matériaux de dragage contaminés (MDC)	12
CHAPITRE 3. Schéma directeur de l'identification, de l'évaluation et de la sélection des techniques de gestion des MDC ...	19
CHAPITRE 4. Programmation des projets de MDC	27
CHAPITRE 5. Point sur les technologies relatives aux MDC	37
CHAPITRE 6. Synthèse et recommandations	61
ANNEXE I. Classification des sédiments et caractéristiques de base des contaminants dans les matériaux dragués	65
ANNEXE II. Détermination du nombre et des procédés de prélèvement d'échantillons	70
ANNEXE III. Glossaire	73
ANNEXE IV. Lexique	76

Couverture :

La photographie du port de la Nouvelle-Orléans est reproduite avec l'autorisation du U.S. Army Corps of Engineers, New Orleans District

La **photographie** de la drague et du site de **dépôt** de Ruiiroek (Belgique) est reproduite avec l'autorisation de Foto **Guido** Coolens. Anvers, Belgique.

Le Comité Technique Permanent I a **chargé** le Groupe de Travail I 7 (CTP I-17) d'étudier tous les aspects **pertinents** du **problème posé** par la manutention et le traitement des matériaux de dragage contaminés (MDC) extraits des ports et des voies navigables intérieures. Le mandat **précis** est le suivant :

Elaborer un schéma directeur applicable à l'identification, à l'évaluation et au choix des techniques d'évaluation et de gestion de MDC en fonction des conditions et **réglementations** locales.

Recenser, **décrire**, classer, **évaluer** et **caractériser** les sources de contamination des matériaux à draguer dans les ports et voies navigables intérieures.

Faire le point des **procédés** modernes de gestion des divers **problèmes liés** aux MDC dans le but essentiel de déterminer les techniques de génie civil respectueuses de l'environnement et économiquement réalistes applicables à la **totalité** du cycle de dragage (reconnaissance, dragage, transport, **dépôt**, traitement et suivi).

Etayer par des études de cas internationalement **représentatives** les **résultats** obtenus par diverses techniques, tant **éprouvées** que naissantes, de manutention et de traitement des MDC.

Bien que le rapport soit surtout **axé** sur les MDC produits par le dragage d'entretien des ports et voies navigables intérieures, il ne se désintéresse pas du dragage d'investissement ou d'assainissement des sédiments **contaminés** et des terres adjacentes aux chenaux de navigation. En effet, le Groupe de Travail a identifié de nombreuses techniques qui, mises au point initialement pour les MDC, sont directement applicables aux **sédiments contaminés** ainsi qu'aux sols contenant des matériaux toxiques ou dangereux. L'**intégration** de ces éléments, chaque fois que cela est possible, **relève** de la philosophie même de ce rapport, qui envisage pour les MDC une approche technique globale dont il est important de tester les **qualités** d'adéquation et d'**applicabilité** à d'autres objets.

Le rapport a **également** pour ambition d'encadrer, dans un schéma directeur cohérent et **généralement** applicable, l'évaluation et le choix au cas par cas, en fonction des réglementations nationales en **matière** de navigation et d'environnement, des techniques de manutention et de traitement des MDC extraits des ports et des voies navigables **intérieures**.

Le rapport propose donc un **Schéma** directeur technique des matériaux de dragage contaminés (SDTMDC). Ce schéma, de portée internationale, se veut complet tout en restant relativement **général**. C'est pourquoi la flexibilité est au centre de sa conception autant que de son utilisation. On le considérera donc comme un guide technique **d'évaluation** des facteurs le plus souvent **déterminants** en **matière** de gestion des MDC, et non comme un cadre rigide. Le Tableau I présente la chronologie des grandes étapes fonctionnelles du SDTMDC.

Tableau I - Etapes **fonctionnelles** du SDTMDC

Programmation du projet de dragage
Reconnaissance et prélèvement d'échantillons
Caractérisation des matériaux à draguer
Examen des possibilités de réemploi
Evaluation: mise en dépôt et/ou traitement
Sélection des solutions acceptables pour l' environnement
Evaluation et sélection des solutions réalistes
Choix de la solution définitive
Obtention des autorisations nécessaires
Dragage et contrôles

L'objet de ces étapes fonctionnelles est d'offrir aux responsables des projets et de leur contrôle une **procédure** permettant de **sélectionner** progressivement les solutions à la fois économiquement **réalistes** et respectueuses de l'environnement en **présence** de MDC.

Le format des rapports de l'**AIPCN** ne permettait pas d'aborder de manière **détaillée** la conception des sites de **dépôt** et de traitement, C'est pourquoi le Groupe de Travail **17** a **décidé** d'organiser son rapport en deux volumes.

De format classique, le premier volume **présente** les lignes directrices de la formulation des projets de dragage où interviennent des MDC. Il est avant tout destiné aux autorités de la navigation et aux organismes chargés de l'octroi des permis et du contrôle des chantiers.

Cependant, le SDTMDC ne sera vraiment utile aux **projeteurs eux-mêmes** que si ceux-ci disposent d'une information plus **détaillée**. C'est cette information - ou du moins une partie substantielle d'entre elle - que présente le volume II. L'ingénieur de terrain et les autres professions impliquées y trouveront les **données** techniques détaillées **et/ou spécialisées** qu'ils recherchent ainsi que les sources pertinentes d'information technique, sous forme d'une centaine de fiches techniques et d'une vingtaine d'**études de cas sélectionnées**.

Les fiches techniques visent avant tout à **présenter** une **sélection raisonnée** des techniques commercialisées de **reconnaissance**, de dragage, de **transport**, de mise en **dépôt**, de traitement et de suivi des MDC. De format identique, elles ont toutes volontairement **été limitées** à deux pages.

En raison du vieillissement rapide de l'information relative **aux** MDC, une mise à jour en est prévue à l'avenir selon les **modalités** qui apparaîtront les plus pertinentes. En fonction des évolutions technologiques, la **première** mise à jour **d'ensemble** devrait paraître dans 3 à 5 ans, mais des mises à **jour** partielles se feront à intervalles plus rapprochés.

Références

Engler, R.M., Fancingues, N.R. et Palermo, M.R., 1991, 'Managing Contaminated Materials: Corps of Engineers Posturing to **Meet** the Challenge', World Dredging and Marine Construction, **AOût 1991.**

AIPCN, 1990, Actes techniques du **27ème** Congrès International de Navigation, Osaka, Japon, **Secrétariat général** de l'AIPCN, Bruxelles, Belgique.

AIPCN, 1994, Actes techniques du **28ème** Congrès International de Navigation, Séville, Espagne, **Secrétariat général** de l'AIPCN, Bruxelles, Belgique.

Description du problème

CHAPITRE I

Table des matières	Page
I.1 Introduction	9
I.2 Definition du dragage et des matériaux de dragage	9
I.3 Nature des sédiments	9
I.4 Gestion des matériaux de dragage extraits des voies navigables intérieures	9
I.5 Ampleur du problème	10
I.6 Références	11

Figures

I-1 Coupe géologique de principe d'un chenal de navigation	10
---	----

Tableaux

I-1 Principaux types et sources de MDC dans les ports et les voies navigables intérieures	11
--	----

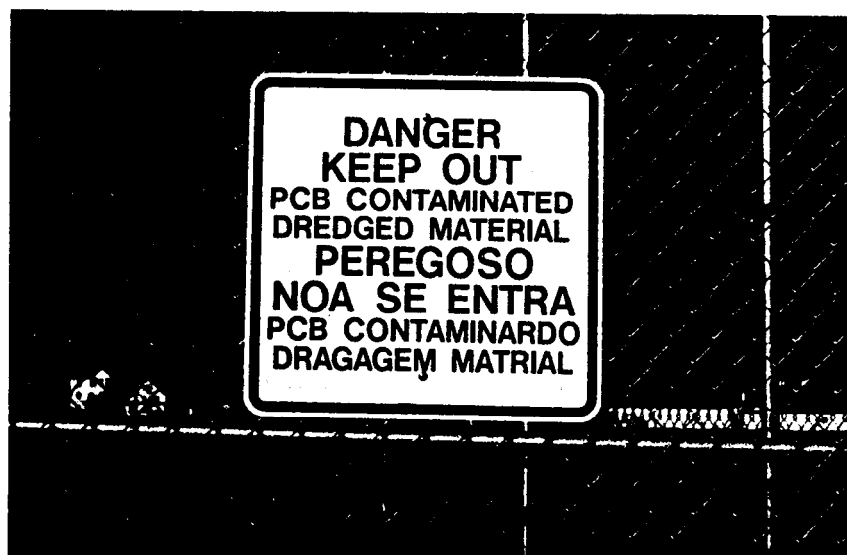


Photo I-1 - Chantier d'assainissement de sédiments
à New Bedford Harbor, Massachusetts, USA

1.1 Introduction

La **sédimentation** est un **phénomène naturel dû** à l'action d'**érosion** exercée en amont par les cours d'eau : les **matières** mises en suspension par cette action se **déposent** là où le courant devient moins rapide, et notamment dans les plaines, en **présence** de divers courants venus de la mer et dans les zones **abritées** telles que les ports.

On parle de contamination de ces sédiments lorsque l'action de la nature ou de l'homme y introduit des **contaminants** dotés d'un impact nuisible sur l'environnement. La source en est souvent le rejet de **déchets** qui ont pour particularité de se solidariser **étroitement** aux sédiments au moment où ceux-ci se **déposent**.

Plus précisément en ce qui nous concerne ici, les **matériaux de dragage contaminés** (MDC) sont ceux des **sédiments** extraits par dragage dont la teneur en **contaminants** rend la **réutilisation** sans restriction **inacceptable** pour l'environnement. Le **caractère acceptable** ou non pour l'environnement est **déterminé** dans chaque **cas d'espèce** en fonction des conditions locales.

1.2 Définition du dragage et des matériaux de dragage

Dans les ports et les voies navigables **intérieures**, le dragage **consiste** à extraire des sédiments dans le but de maintenir les profondeurs navigables dans les chenaux de navigation (dragage d'entretien), d'agrandir ou d'approfondir les **chenaux** ou bassins (dragage d'investissement) ou de lutter contre la pollution (dragage d'assainissement).

La **modification** apportée au lit du fleuve (Figure I-1), et donc les **propriétés** physico-chimiques des **matériaux de dragage** (Tableau I-1), varient en fonction du contexte et de l'objet du dragage.

Au sens large, on entend par 'matériaux de dragage' tous les matériaux extraits de diverses **manières** des eaux **navigables** pour des raisons **liées** à la navigation. Quant aux **voies navigables intérieures**, elles incluent dans le cadre du présent rapport tant les **rivières** et fleuves que les canaux.

L'**objet du dragage** d'entretien étant de **préserver** la **navigabilité** des voies d'eau, ce type de dragage ne modifie pas le **profil** de construction du chenal de navigation : il **enlève** que les **matériaux** qui **empiètent** sur la hauteur d'eau navigable.

Il n'en va pas de même du dragage d'investissement, dont le but est d'**aménager** les voies navigables existantes ou d'en **créer de nouvelles**. Il affecte donc le profil, tant du lit que des rives, et produit en conséquence des **matériaux** aussi **humides** que relativement secs, originels ou mis en **place** par l'homme (remblais ou transferts), susceptibles les uns et les autres de contamination **antérieure** au dragage.

La protection de l'environnement appelle parfois des dragages dits d'assainissement. Il s'agit alors **généralement** d'enlever des sédiments de fond **et/ou** des terres meubles dont la teneur en substances dangereuses ou toxiques a atteint des niveaux inacceptables.

Il est important de savoir que dans de nombreux pays les **quantités de matériaux dragués** par projet d'entretien sont de beaucoup **inférieures** à celles des dragages d'investissement ou de travaux neufs. Au **contraire**, le pourcentage de **matériaux** de dragage contaminés par projet d'entretien est largement **supérieur** à celui trouvé dans les **travaux neufs**. Le dragage d'entretien se **répète** pour maintenir la **navigabilité** des voies d'eau, on connaît donc **généralement** bien le type, le volume et le **degré** de contamination des **matériaux (sédiments)** de dragage qu'il produit. C'est loin d'être le cas pour la plupart des dragages d'investissement, qui appellent donc des **études** beaucoup plus complexes et **détaillées**, de même d'ailleurs que le dragage d'assainissement. La part de celui-ci dans l'ensemble des projets de dragage est cependant **très réduite**, car il n'intervient qu'**exceptionnellement** en **matière** de navigation proprement dite.

1.3 Nature des sédiments

La taille et la nature des **sédiments** et particules sont fonction des facteurs **hydrologiques** et géologiques locaux. Ainsi, les courants forts charrient du sable et du limon, alors que les eaux calmes et la **salinité** favorisent le **dépôt** de matériaux argileux. Les uns et les autres ont une composition variable, qui va de sédiments essentiellement **minéraux** aux composants chimiques en passant par les **matières organiques**.

A son tour, le **degré** de fixation des contaminants est influencé par l'**interaction** entre tous ces facteurs. Les petites particules, notamment argileuses, attirent les concentrations élevées en contaminants, qui peuvent être accrues encore en **présence** de **matières organiques**.

1.4 Gestion des matériaux de dragage extraits des voies navigables intérieures

Sur ce point, le Groupe de Travail 7 [AIPCN, 1990] a conclu que "bien que la majeure partie des matériaux de dragage soient aptes à une grande **variété** d'usages, certains d'entre eux ont un degré de contamination tel que leur dépôt, **particulièrement** en mer et dans les zones humides, apparaît susceptible d'incidences **négligables** sur la **qualité** de l'eau et la vie aquatique".

La localisation de nombreuses voies d'eau intérieures au sein de zones industrielles et urbaines rend leurs **sédiments** vulnérables à la contamination par des substances toxiques et autres **éléments polluants**. En zone rurale, la contamination peut provenir des herbicides, des pesticides et d'autres produits chimiques à usage agricole. En vue de leur **dépôt** en milieu aquatique (immergé), aussi bien qu'à terre ou en zone humide, ces sédiments doivent faire l'objet d'une attention et de traitements particuliers".

Sources et caractéristiques des matériaux de dragage contaminés (MDC)

Table des matières	Page
2.1 Introduction	13
2.2 Origines et types de matériaux de dragage	13
2.3 Caractérisation physico-chimique des MDC	15
2.4 Types de contaminants dans les MDC	15
2.4.1 Substances nutritives	16
2.4.2 Métaux	16
2.4.3 Substances organiques	16
2.4.4 Substances radioactives	16
2.5 Comportement et évolution des contaminanu dans les MDC	16
2.6 Sources de contamination	17
2.6.1 Métaux lourds	17
2.6.2 Contaminanu organiques	17
2.7 Références	18
2.8 Bibliographie	18

Figures

2-1 Fuseau des courbes granulométriques caractéristiques des sédiments à granulométrie fine	14
---	----

Schéma directeur de l'évaluation et la sélection des techniques de dragage des MDC

Matériaux	Page
Introduction	20
1.1 Objets du SDTMDC	20
1.2 Présentation générale du SDTMDC	20
2 Programmation du projet de dragage [1]	20
3 Connaissance et prélèvement des échantillons [2]	22
4 Caractérisation des matériaux à draguer [3]	22
5 Étude des possibilités de réemploi	22
6 Évaluation des possibilités de valorisation [5]	23
7 Sélection des modalités de valorisation éventuellement envisageables [6]	23
8 Réemploi [7]	23
9 Sélection des modalités de mise en dépôt [8]	23
10 Sélection des modalités de mise en dépôt éventuellement envisageables [9]	23
11 Sélection des modalités de traitement [10]	24
12 Sélection des modalités de traitement éventuellement envisageables [11]	24
13 Compte des options acceptables proposées [12]	24
14 Sélection des options réalistes [13]	24
15 Sélection des options aux impératifs techniques [14]	25
16 Sélection de certaines solutions [15]	25
17 Définition des objectifs du projet [16]	25
18 Sélection de la solution optimale [17]	25
19 Obtention des autorisations et agréments [18]	25

3.20 Réalisation du programme de dragage et de suivi [19]	25
3.21 Synthèse	25
3.22 Références	25
3.23 Bibliographie	25

Figures

3-1 Diagramme de décision du Schéma directeur technique des matériaux de dragage contaminés (SDTMDC)	21
--	----

Tableaux

3-1 Etapes fonctionnelles du SDTMDC	20
---	----

Figures

4-1	Liste de pointage des documents et des tâches de mise au point d'un projet d'enlèvement, de traitement et de mise en dépôt de MDC . .	29
4-2	Synoptique de programmation et de liaison pour un projet de MDC	35

	Page
.....	38
.....	38
Techniques de l'enlèvement	38
.....	38
.....	38
.....	39
.....	40
.....	41
.....	41
.....	41
.....	42
.....	42
.....	42
.....	45
.....	45
.....	45
.....	45
.....	45
.....	46
.....	48
.....	53
.....	53
.....	53
.....	57
.....	57
.....	59
.....	59
.....	59

Figures

5-1	Dépôts aquatique. terrestre, à proximité de la côte et sur une île	46
5-2	Schéma d'interaction de l'eau surnageante dans un site de dépôt confiné actif	48
5-3	Schéma d'un dépôt confiné (DC)	49
5-4	Voies de diffusion des contaminanu dans le cas d'un DCT (dépôt confiné à terre) ...	50
5-5	Schéma des revêtements et dispositifs de contrôle d'un DCT	51
5-6	Pertes de contaminants à partir d'une chaîne de traitement de sédiments	58
5-7	Etude coût-efficacité du traitement des PAH dans les MDC mise au point par le Great Lakes Cleanup Fund canadien	58

Synthèse et recommandations

Table des matières	<i>Page</i>
6.1 Introduction.....	62
6.2 Caractéristiques des MDC	62
6.3 Schéma directeur MDC,.....	62
6.4 Programmation de projets impliquant des MDC	62
6.5 Suivi	62
6.6 Techniques de manutention et de traitement des MDC	63
6.7 Tendances	64

Figures

6-1 Tendances en matière de gestion des MDC sans contrôle des sources	63
6-2 Tendances en matière de gestion des MDC avec contrôle des sources	63