

# TECHNIQUES D'INTERVENTION POUR LE NETTOYAGE DES PRODUITS CHIMIQUES DANGEREUX DÉPOSÉS SUR LES SÉDIMENTS

Par

Nancy Bonham



14131

pour la

Direction du développement technologique et des services techniques  
Protection de l'environnement  
Conservation et Protection  
Environnement Canada

Rapport SPE 4/SP/1  
Avril 1989

## RÉSUMÉ

Les produits chimiques plus denses que l'eau et peu solubles et qui coulent posent de sérieux problèmes en cas de déversement dans l'eau. Appartiennent à cette catégorie les composés organiques aromatiques, les hydrocarbures halogénés, quelques composés organométalliques ainsi que le brome et le mercure.

Si les produits déversés sont à l'état liquide, les problèmes seront d'autant plus sérieux. Ils ont en effet tendance à se déposer ou à circuler près du fond et peuvent s'infiltrer dans les sédiments et avoir à long terme des effets toxiques pour la faune et la flore aquatiques. Leur détection et leur nettoyage posent certaines difficultés.

Les solutions possibles à ce problème de pollution sont: le laisser-faire, l'enlèvement des matériaux pollués afin de les traiter, le traitement physico-chimique *in situ* ou l'enfouissement. Ces options techniques ainsi que leurs limites et leurs coûts sont examinés dans ce rapport.

## ABSTRACT

Chemicals denser than water and having a low solubility are very difficult to deal with if accidentally spilled into water bodies. Chemicals in this category include aromatic organics, halogenated hydrocarbons, some organometallic compounds and the elements bromine and mercury.

Having a tendency to fall or to flow near the river bottom, the sinkers may permeate the sediments if they are in a liquid form. They can produce chronic toxic effects in aquatic flora and fauna. Difficulties are associated with their detection and cleanup.

The possible courses of action when dealing with this type of contamination are: leave it there, remove it for treatment, recover and dispose of it, or use in situ physical/chemical treatment and/or isolation. These options and various techniques, their limitations and costs are examined in this report.

## TABLE DES MATIÈRES

RÉSUMÉ/ABSTRACT	IV
LISTE DES FIGURES	VIII
LISTE DES TABLEAUX	IX
<b>1 Introduction</b>	<b>1</b>
1.1 Tactiques d'intervention	1
1.1.1 Enlèvement des sédiments et des polluants	2
1.1.2 Traitement <i>in situ</i>	2
1.1.3 Traitement sur place	3
1.2 Interventions documentées	3
1.3 Matrices d'évaluation	3
<b>2 Le dragage</b>	<b>10</b>
2.1 Types de dragues	12
2.1.1 Dragues mécaniques	12
2.1.2 Dragues hydrauliques	14
2.1.3 Dragues pneumatiques	18
2.1.4 Dragues de conception spéciale	19
2.2 Évaluation d'un système de dragage	22
2.3 Considérations environnementales	30
2.3.1 Effets sur l'environnement	30
2.3.2 Contrôle de la turbidité	31
2.3.3 Études sur la turbidité et la remise en suspension du polluant	31
2.4 Recommandations pour l'utilisation des dragues lors du nettoyage d'un déversement	35
2.4.1 Restrictions et disponibilité	35
2.4.2 Coûts du dragage	36
<b>3 Retenue</b>	<b>37</b>
3.1 Dignes immergées et semi-immersées	37
3.2 Tranchées	38
3.3 Systèmes de dérivation	39
3.4 Barrage de retenue pour matières dangereuses	40
<b>4 Recouvrement et solidification/cimentation</b>	<b>42</b>
4.1 Matériaux inertes de recouvrement	43
4.2 Matériaux de recouvrement actifs	46
4.3 Agents de scellement	47
4.3.1 Coulis et ciments	47
4.3.2 Membranes de polymère	50
4.4 Techniques de mise en place	52
4.4.1 Dragues porteuses (ou à trémies)	52
4.4.2 Drague hydraulique/barge-chaland	54
4.4.3 Autres méthodes de mise en place	62

<b>5</b>	<b>Procédés de traitement physique</b>	<b>66</b>
5.1	Absorption/adsorption	66
5.1.1	Application sur les produits chimiques ayant coulé	67
5.1.2	Types de sorbants	67
5.1.3	Techniques d'adsorption	67
5.2	Gélifiants	83
5.2.1	Application à des produits chimiques ayant coulé	84
5.2.2	Gélifiant polyvalent MGA	85
5.2.3	Techniques d'application	86
5.3	Filtration sur milieu granulaire	87
5.4	Procédés de séparation par gravité	88
5.4.1	Flottation	88
5.4.2	Décantation	88
5.4.3	Centrifugation	89
5.4.4	Hydrocyclone	89
5.5	Procédés de séparation par membrane	89
5.5.1	Osmose inverse	89
5.5.2	Ultrafiltration	90
<b>6</b>	<b>Procédés de traitement chimique</b>	<b>91</b>
6.1	Neutralisation	91
6.1.1	Neutralisants	95
6.1.2	Restrictions et disponibilité dans le commerce	96
6.2	Formation d'un précipité	97
6.2.1	Précipitants	98
6.2.2	Restrictions et disponibilité dans le commerce	99
6.3	Coagulation/floculation	100
6.3.1	Agents de coagulation/floculation	100
6.3.2	Restrictions et disponibilité dans le commerce	101
6.4	Extraction par solvant	101
6.5	Polymérisation	102
6.6	Oxydoréduction	102
6.6.1	Agents oxydants	103
6.6.2	Restrictions et disponibilité dans le commerce	104
6.7	Traitement biologique	105
6.8	Dispersion/dilution	108
6.8.1	Dispersion mécanique	109
6.8.2	Dispersion chimique	110
6.9	Application de mesures de traitement chimique <i>in situ</i>	110
6.9.1	Application	110
6.9.2	Brassage	111
<b>RÉFÉRENCES</b>		<b>113</b>
<b>ANNEXE A</b>	<b>ADRESSE DES SOCIÉTÉS</b>	<b>119</b>
<b>ANNEXE B</b>	<b>FICHES TECHNIQUES DES PRODUITS POUR LES PROCÉDÉS DE TRAITEMENT PHYSIQUE</b>	<b>125</b>
	- 3M Oil Absorbent	127
	- SSC Sorbent	128
	- Safestep Sorbent	129
	- Tampons absorbants Conwed D	130

- Granulés absorbants	131
- Couverture absorbante Conwed	132
- Diasorb	133
- SPC Oil Sorbent	134
- Agent gélifiant polyvalent - MGA	135
- Chem-Gel	136
- Indusorb	137
- Muck-up Adsorbent	138
ANNEXE C	
UNITÉS MOBILES DE TRAITEMENT PHYSICO-CHIMIQUE	139
- Système autonome Met-Pro (EPA)	141
- Système de floculation/décantation (EPA)	142
- Système de traitement de l'eau (Calgon)	143
- Système de purification de l'eau par adsorption sur charbon actif	144
- Système de traitement des eaux usées au charbon actif en poudre (PACT)	145
- Système de traitement physico-chimique (EPA)	146
- Hydrocyclone Demco	147
- Unité mobile d'osmose inverse/ultrafiltration	148
- Système d'ultrafiltration à fibres creuses	149

# 1 INTRODUCTION

Les produits chimiques coulants (abrégés par après par PCC ou par le substantif coulants) sont des produits chimiques de densité supérieure à 1,0 et peu solubles dans l'eau. Cette catégorie comprend des produits dangereux organiques et inorganiques, par exemple: matières organiques aromatiques, hydrocarbures halogénés, certains composés organométalliques ainsi que le brome et le mercure. Ils existent à l'état solide et à l'état liquide. Pris en groupe, ces produits chimiques possèdent une vaste gamme de propriétés physiques et chimiques et présentent une grande variété de dangers.

Les PCC sont particulièrement difficiles à traiter ou à récupérer lorsqu'ils sont déversés dans l'eau. En raison de leur densité élevée, ils ont tendance à se déposer ou à circuler près du fond et s'ils sont à l'état liquide, ils peuvent s'infiltrer dans les sédiments. Le fait que ces produits chimiques disparaissent de la surface complique la détection et le nettoyage. Peu solubles, ils ne polluent habituellement l'eau que légèrement. En revanche, les produits accumulés dans les sédiments peuvent par la suite être absorbés par les organismes benthiques et pénétrer ainsi dans la chaîne alimentaire. S'ils ne sont pas récupérés, ils peuvent à long terme être toxiques pour la flore et la faune aquatiques. La dissolution graduelle d'un PCC non traité peut continuer à polluer l'écosystème pendant des années.

Les problèmes que pose le nettoyage des sédiments benthiques fluviaux pollués sont clairement apparus lors des opérations de nettoyage des sédiments benthiques de la rivière Ste-Claire. On a constaté la présence de sédiments contenant des produits chimiques organiques toxiques comme le perchloroéthylène, le tétrachlorure de carbone et l'hexachlorobenzène près de l'usine de la Dow Chemical Canada Inc. située sur la rivière Ste-Claire, à proximité de Sarnia, en Ontario. Au cours des opérations de nettoyage, le problème majeur consistait à enlever les sédiments sans remettre les polluants en suspension et sans compromettre la sécurité du personnel de nettoyage.

## 1.1 Tactiques d'intervention

Il y a trois tactiques d'intervention possibles en cas de déversement de PCC:

- 1) ne rien faire;
- 2) récupérer les polluants et draguer les sédiments pour les traiter, les récupérer et(ou) les éliminer;
- 3) traiter ou isoler les polluants *in situ* par des moyens physiques, chimiques ou physico-chimiques.

Bien que la première solution soit mentionnée dans plusieurs cas documentés, cette solution est généralement inacceptable en raison des risques pour l'environnement et pour la santé. La récupération mécanique des produits déversés par pompage ou dragage pour soit les traiter, les récupérer ou les éliminer ultérieurement, est la solution la plus courante et de nombreux experts considèrent que c'est la meilleure (Ellis et Payne, 1983; Akers *et al.*, 1981; Huibregtse *et al.*, 1977). L'isolation des sédiments pollués de la colonne d'eau et le traitement *in situ* ont reçu relativement peu d'attention et ne sont pas considérés comme des techniques de nettoyage établies.

**1.1.1 Enlèvement des sédiments et des polluants.** - Le dragage des sédiments pollués pose de nombreux problèmes techniques et économiques: cela demande notamment un équipement permettant de récupérer les sédiments pollués sans remettre les polluants en suspension, sans quoi on aggrave les risques qu'ils présentent pour les espèces aquatiques; il faut pouvoir délimiter l'étendue de la zone polluée et sur quelle hauteur les sédiments sont pollués; on doit appliquer des techniques de gestion des résidus de dragage; et il faut que les moyens mis en œuvre pour les opérations de dragage soient efficaces sans qu'ils entraînent des coûts exorbitants (Wetzel *et al.*, 1984). Il y a quelques cas documentés de dragage de sédiments pollués en Amérique du Nord. Environnement Canada, l'EPA étatsunienne et la U.S. Coast Guard ont conduit des études qui traitent des problèmes soulevés ici.

**1.1.2 Traitement *in situ*.** - Le traitement *in situ* n'est pas admis comme une technique établie car la nature même de la plupart des produits chimiques appliqués *in situ* limite leur emploi à quelques cas précis de déversement. De nombreux agents utilisés pour atténuer les effets des produits déversés sont eux-mêmes toxiques si les quantités appliquées sont excessives, et la plupart du temps, de bons résultats ne sont obtenus qu'au prix d'applications généreuses. Il existe peu d'information sur la rapidité d'action et l'efficacité relative de chaque procédé de traitement *in situ*. L'application de produits chimiques pour atténuer l'effet des matières dangereuses déversées ne peut être justifiée qu'à condition que des contrôles appropriés soient mis en œuvre et que l'on connaisse parfaitement les effets nocifs pour l'environnement. Certaines techniques de traitement physique, comme l'enfouissement par recouvrement, n'ont été reconnues que tout récemment comme techniques d'élimination agréées pour les sédiments pollués. L'isolation par des membranes synthétiques a été proposée et testée sur le terrain.

Parmi toutes les techniques d'intervention étudiées, la biodégradation et la dispersion sont les moins prometteuses. Les possibilités de biodégradation sont limitées

par la présence de microorganismes acclimatés propres au produit chimique déversé et par l'introduction ou la production possible d'agents pathogènes dans l'eau. La dispersion ne devrait jamais être considérée comme la meilleure solution en raison du danger qu'elle présente pour l'environnement et la santé.

**1.1.3 Traitement sur place.** - Il existe plusieurs types d'unités de traitement mobiles (monobloc ou à éléments multiples) pour l'élimination sur place des matières organiques en suspension et dissoutes. Pour la plupart des polluants, l'utilisation de techniques physiques et chimiques en série permet de ramener les teneurs à des niveaux acceptables et dans des limites pratiques.

## **1.2 Interventions documentées**

Le nombre d'interventions mettant en cause des PCC est restreint et les cas documentés sont rares. Voir à ce sujet le tableau 1. Le tableau 2 résume les mesures prises là où il y a eu pollution des sédiments.

## **1.3 Matrices d'évaluation**

Les mesures d'intervention appropriées aux diverses classes de PCC solubles et insolubles sont résumées aux tableaux 3 et 4. Une grille résumant l'étendue du nettoyage, les éléments y faisant obstacle, les exigences et les coûts de chaque technique de dépollution est présentée au tableau 5.