

Lignes directrices nationales relatives à la surveillance des lieux utilisés pour l'immersion en mer de déblais de dragage et d'excavation



**Environnement Canada
Programme d'immersion en mer**

Septembre 1998

Données de catalogage avant publication (Canada)

Programme d'immersion en mer (Canada)

Lignes directrices nationales relatives à la surveillance des lieux utilisés pour l'immersion en mer de déblais de dragage et d'excavation

Texte en français et en anglais disposé tête-bêche.

Titre de la p. de t. addit.: National Guidelines for Monitoring Dredged and Excavated Material at Ocean Disposal Sites.

Comprend des références bibliographiques.

ISBN 0-662-64142-6

N° de cat. En40-573/1999

1. Déchets — Élimination dans la mer — Aspect de l'environnement — Canada.
 2. Déchets — Élimination — Aspect de l'environnement — Canada.
 3. Mer — Pollution — Canada.
 4. Environnement — Surveillance — Canada — Guides, manuels, etc.
- I. Titre.

TD763.D57 1999

363.739'463

C99-980123-6F

On peut obtenir des guides techniques distincts sur la façon d'utiliser les divers instruments d'évaluation physique et biologique et de recourir aux diverses techniques en cours. Les demandes de renseignements doivent être envoyées à :

Paul Topping

Division du milieu marin

Environnement Canada

351, boul. St-Joseph

Hull (Québec) K1A 0H3

Tél. : 819-953-0663 Téléc. : 819-953-0913

Courriel : paul.topping@ec.gc.ca

Le présent document doit être cité comme suit :

Chevrier, A. et Topping, P.A. 1998. *Lignes directrices nationales relatives à la surveillance des lieux utilisés pour l'immersion en mer de déblais de dragage et d'excavation*. Environnement Canada, Division du milieu marin. 29 p.



AVANT-PROPOS ET REMERCIEMENTS

Le Canada est le pays maritime qui possède le plus long littoral du monde et la préservation de la qualité du milieu marin y est un enjeu vital. Même si, selon les normes mondiales, le milieu marin canadien est relativement peu contaminé, les eaux territoriales du Canada connaissent certains problèmes, spécialement dans les ports, les estuaires et les zones littorales. L'évaluation des permis et la surveillance des lieux d'immersion en mer menées par Environnement Canada sont quelques-unes des mesures mises en place au Canada pour prévenir la pollution marine due à l'immersion de déchets en mer. Ces mesures donnent également aux utilisateurs l'assurance qu'on utilise des solutions de rechange adéquates, et plus avantageuses sur le plan environnemental, et qu'il y a encore des sites d'immersion appropriés.

Le Programme d'immersion en mer et les mesures de contrôles réglementaires sont en place depuis 1975. Entre 1975 et 1990, la surveillance des lieux d'immersion était réalisée par le biais de projets de recherche. En 1991, des travaux et des consultations ont été amorcés pour élaborer, à l'échelle nationale, un programme systématique de surveillance des lieux d'élimination en mer. Ce programme devait répondre aux objectifs d'évaluation de la conformité et des répercussions environnementales à long terme qui avaient été identifiés aux niveaux national et international. Le présent document est le résultat de ces efforts.

Les présentes Lignes directrices nationales fournissent aux gestionnaires et aux professionnels les orientations pour l'élaboration et la mise en oeuvre de projets de surveillance environnementale des lieux d'immersion en mer qui reçoivent des matériaux de dragage et d'excavation. On y traite notamment :

- des critères déclencheurs de la surveillance
- de l'élaboration de plans de surveillance
- de la conception des études
- de l'analyse des données
- des outils d'évaluation biologique

Ces Lignes directrices nationales ont été préparées dans le cadre d'un processus exhaustif d'examen et de consultation de scientifiques et d'experts du Canada et de l'étranger. Les auteurs remercient spécialement Jim Osborne, Linda Porebski et John Karau pour leurs conseils et leur appui.

TABLE DES MATIÈRES

AVANT-PROPOS ET REMERCIEMENTS	1
1. INTRODUCTION : PROGRAMME D'IMMERSION EN MER DU CANADA	5
1.1 Fondements de la surveillance et obligations internationales	6
1.2 Rôles et responsabilités	7
2. CRITÈRES DÉCLENCHEURS DE LA SURVEILLANCE	9
2.1 Étapes de base	9
3. PLANIFICATION : ÉLABORATION DES HYPOTHÈSES D'IMPACTS ET CHOIX DES OUTILS ..	11
3.1 Élaboration des hypothèses d'impacts et études de cas	11
3.1.1 Étude de cas A : Prévenir les effets nuisibles sur le biote	12
3.1.2 Étude de cas B : Prévenir la destruction de l'habitat et les effets sur les poissons et les pêches	12
3.1.3 Étude de cas C : Se préoccuper de la santé humaine	13
3.1.4 Étude de cas D : Protéger les zones vulnérables	14
3.1.5 Étude de cas E : Empêcher les conflits d'utilisation	14
3.2 Surveillance par étapes	15
3.3 Programme de surveillance de base : Choix des outils	15
4. EXÉCUTION : CONCEPTION DE L'ÉTUDE ET ÉCHANTILLONNAGE	19
4.1 Surveillance physique — Définition de la zone d'étude	19
4.2 Conception spatiale et site de référence	19
4.3 Conception temporelle et information de base	20
4.4 Nombre d'échantillons et de stations d'échantillonnage	21
4.5 Assurance et contrôle de la qualité (AQ/CQ)	21
5. ANALYSE : INTERPRÉTATION DES DONNÉES	23
5.1 Évaluation physique	23
5.2 Évaluation chimique et biologique	23
5.3 Évaluation biologique additionnelle	26
6. RAPPORT	27
BIBLIOGRAPHIE	29
LISTE DES FIGURES	
Figure 1 Processus de surveillance par étapes	15
Figure 2 Paramètres de base	16
Figure 3 Stations d'échantillonnage de champ proche et de champ lointain	20
Figure 4 Scénario possible de stratification des stations d'échantillonnage	21
LISTE DES TABLEAUX	
Tableau 1 Nombre recommandé de stations d'échantillonnage par volume de matières déposées	22
Tableau 2 Niveaux nationaux de dépistage des substances chimiques dans les sédiments	24

1. INTRODUCTION : PROGRAMME D'IMMERSION EN MER DU CANADA

Le Canada contrôle l'immersion en mer par le biais d'un régime de permis établi en vertu de la *Loi canadienne sur la protection de l'environnement*. Par la mise en place de cette mesure qui a pour but de protéger le milieu marin, le Canada respecte ses obligations internationales relativement à la prévention de la pollution marine due à l'immersion en mer, établies par la *Convention sur la prévention de la pollution des mers résultant de l'immersion de déchets* (dite *Convention de Londres de 1972*) et son *Protocole de 1996*.

Le régime de permis prévoit que chaque demande d'immersion en mer soit évaluée individuellement afin de déterminer si un permis sera émis. Les demandeurs sont tenus de fournir l'information requise par Environnement Canada qui a ensuite la charge de l'évaluer selon les critères établis. Tel que stipulé par le *Protocole de 1996*, ces critères permettent de s'assurer que :

- les déchets sont d'un type qui est acceptable pour l'immersion en mer (matériaux de dragage ou d'excavation, déchets de pêcheries, navires, autres déchets inertes ou en vrac);
- l'immersion en mer constitue la solution la plus avantageuse sur le plan de l'environnement et de la faisabilité pour le type de déchets en question (c.-à-d. que la réduction, la réutilisation, le recyclage ou le recours à d'autres options ont été évaluée);
- les caractéristiques physiques, chimiques et biologiques des déchets ne sont pas de nature à en interdire l'immersion (ce qui inclut une évaluation de l'historique du chargement et les analyses de laboratoire nécessaires);
- le lieu d'immersion est adéquat d'après l'évaluation et la prévision des effets environnementaux, ou hypothèse d'impacts (évaluation de la bathymétrie, de la granulométrie, de la proximité des zones sensibles ou des autres utilisations légitimes de la mer, des utilisations du site et de sa

qualité environnementale déterminée lors d'études de surveillance antérieures).

Lorsque l'analyse de ces informations permet d'envisager l'immersion en mer, le Programme d'immersion en mer élabore des hypothèses d'impacts et fixe les conditions du permis qui permettront d'atténuer les effets connus, comme par exemple un conflit avec une route migratoire. Les permis établissent des directives claires à l'intention des titulaires, indiquant la quantité de matériaux qui peut être éliminée de même que l'emplacement, le moment et le mode d'élimination qui doivent être respectés. Les permis sont publiés dans la *Partie I de la Gazette du Canada*, ils sont juridiquement contraignants et ils peuvent être valides pour une période maximale d'un an.

Chaque année, on inspecte une part des activités d'immersion faites en vertu des permis afin d'en vérifier la conformité aux règlements et aux exigences du permis. De plus, dans une perspective à long terme, des activités de surveillance environnementale de lieux d'immersion représentatifs sont menées chaque année par Environnement Canada. Dans certains cas, les conditions du permis exigent que les titulaires effectuent la surveillance des lieux d'immersion qu'ils utilisent en raison de préoccupations environnementales à court terme, comme les impacts d'un panache de turbidité durant les activités d'élimination.

Les présentes lignes directrices portent sur la surveillance à long terme des lieux d'immersion après les activités de rejet. Conjointement aux guides techniques nationaux, elles s'adressent aux responsables du Programme et autres professionnels impliqués dans l'évaluation à long terme de lieux utilisés pour l'immersion des matériaux dragués et excavés. Elles ont pour objectif de fournir des orientations procédurales et techniques uniformes à l'échelle du pays, tout en tenant compte des différences propres à chaque site.

GUIDES TECHNIQUES NATIONAUX

- **Guide technique sur la surveillance physique (1994)**
 - **Guide technique sur la surveillance biologique (1996)**
 - **Document d'orientation sur la collecte et la préparation des sédiments pour la caractérisation physico-chimique et l'essai biologique (1994)**
-

1.1 Fondements de la surveillance et obligations internationales

Le Programme d'immersion en mer d'Environnement Canada est responsable de veiller à ce que des activités de surveillance de lieux d'immersion représentatifs soient menées annuellement et à ce que les résultats en soient diffusés à l'échelle tant nationale qu'internationale par le biais d'un Compendium national. Le Compendium national fournit aux titulaires de permis et autres parties concernées des renseignements précieux sur la surveillance effectuée et sur l'utilisation des ressources de surveillance. Il est également soumis chaque année à l'Organisation maritime internationale, pour respecter les obligations contractées par le Canada en vertu de la *Convention de Londres de 1972 (LC72)* et de son *Protocole de 1996*. Les Parties contractantes ont convenu de faire en sorte que les impacts négatifs possibles de toute activité d'immersion soient minimisés et d'exercer une surveillance adéquate afin de déceler rapidement ces impacts et de les atténuer.

Étant donné que les déblais de dragage constituent la majeure partie des matériaux éliminés en mer dans le monde entier, les Parties contractantes ont adopté le *Dredged Material Assessment Framework (DMAF)* (Cadre d'évaluation des déblais de dragage — CEDD), qui décrit en détail les considérations de surveillance spécifiques pour ces matières. Ces considérations s'appliquent aussi aux déblais d'excavation.

Le CEDD définit la surveillance comme une mesure :

- de la conformité aux exigences du permis; et

- de l'état (et des changements de l'état) de la zone réceptrice afin d'évaluer l'hypothèse d'impacts en fonction de laquelle le permis a été approuvé.

Pour ce faire, on doit répondre aux questions suivantes :

- Quelles hypothèses vérifiables peuvent être déduites de l'hypothèse d'impacts?
- Quelles mesures sont nécessaires pour vérifier ces hypothèses?
- Comment les données doivent-elles être gérées et interprétées?

Les mesures peuvent être divisées en deux catégories : celles faites dans la zone des impacts prévus et celles faites à l'extérieur, et elles devraient déterminer :

- si la zone réellement touchée est différente de celle qui avait été prévue; et
- si l'importance du changement prévu à l'extérieur de la zone d'impact est dans les limites prévues.

Le CEDD recommande que cette information soit utilisée pour :

- modifier le programme de surveillance sur le terrain ou y mettre fin;
- modifier ou révoquer le permis (y compris fermer le site d'élimination);
- raffiner la base sur laquelle les demandes d'immersion en mer des déblais de dragage ont été évaluées.

L'approche canadienne suit le concept de base du CEDD, en utilisant des sites *représentatifs* et tenant compte de l'historique du site ainsi que des permis émis entre les cycles de surveillance. Il n'est pas jugé nécessaire de surveiller chaque site d'immersion, étant donné que les connaissances actuelles des impacts liés à l'immersion des déblais de dragage permettent d'obtenir de bonnes évaluations à partir de sites d'immersion représentatifs.

Prise de décisions améliorée

La surveillance de sites d'immersion représentatifs permet aux titulaires d'avoir un accès continu à des sites adéquats. Elle garantit que les conditions du permis ont été respectées. Elle vérifie également

que les hypothèses faites durant l'examen du permis et le choix du site sont correctes et suffisantes pour protéger le milieu marin et la santé humaine. La surveillance joue aussi un rôle essentiel pour déterminer si les contrôles sont adéquats dans l'ensemble. L'information obtenue avec le temps à l'échelle nationale ou régionale permet de savoir si les règlements sur l'immersion en mer, les lignes directrices et les conditions des permis permettent de protéger le milieu marin et la santé humaine.

LA SURVEILLANCE DES LIEUX D'IMMERSION

PERMET :

- **de conserver l'accès à des sites adéquats;**
- **d'évaluer les décisions relatives aux permis;**
- **de déterminer si les contrôles sont adéquats; et**
- **de définir les besoins en recherche et développement.**

Connaissance améliorée

L'expérience acquise grâce à la surveillance peut aider les chercheurs à mettre au point de meilleurs outils de surveillance, ou servir pour raffiner le programme de surveillance relativement à des problèmes environnementaux, sanitaires ou publics précis. On s'attend également à ce que la surveillance permette de découvrir les lacunes dans nos connaissances des impacts, particulièrement dans le domaine des rapports de cause à effet. Grâce à des réunions annuelles avec les titulaires et autres parties concernées, on aura des commentaires additionnels sur les activités de surveillance passées et une meilleure indication des priorités régionales pour les évaluations futures.

LES LIGNES DIRECTRICES NATIONALES VISENT À CE QUE :

- **les activités de surveillance des lieux d'immersion soient uniformes à l'échelle nationale;**
 - **les activités de surveillance des lieux d'immersion soient rentables;**
 - **les résultats soient comparables à ceux obtenus avec les approches scientifiques actuellement acceptées; et**
 - **les exigences en matière d'information soient justes et uniformes pour les titulaires.**
-

1.2 Rôles et responsabilités

Le Programme d'immersion en mer du Canada est exécuté via les bureaux régionaux, qui sont en grande partie responsables du processus d'examen des permis, ainsi que de la planification et de la conduite des études normales de surveillance de lieux représentatifs entreprises dans leur région administrative, et de la présentation de rapports à ce sujet. Le Compendium national est donc produit chaque année par la Division du milieu marin, sur la base de rapports régionaux détaillés.

Les demandeurs de permis d'immersion en mer sont responsables du choix et de la caractérisation du lieu d'immersion. Le choix du lieu fait intervenir la caractérisation du site proposé et une étude des caractéristiques de dispersion au site afin de prévoir la zone d'influence. L'information de base requise est précisée dans le formulaire de demande de permis et on peut trouver d'autres directives sur les besoins en données dans le Guide d'utilisation de la formule de demande de permis (immersion en mer) (Environnement Canada, 1995).

De temps en temps, on peut exiger des titulaires de permis qu'ils exercent une surveillance à court terme afin de respecter les exigences du permis, qui ne sont en vigueur que pour la durée de celui-ci. La surveillance faite par les titulaires ou les détenteurs de permis est discutée au cas par cas avec le Programme d'immersion en mer, et n'est donc pas couverte ici.

2. CRITÈRES DÉCLENCHEURS DE LA SURVEILLANCE

Chaque année, au Canada, une cinquantaine de lieux d'immersion reçoivent des déblais de dragage ou d'excavation. Le nombre de sites et les quantités éliminées varient d'une année à l'autre, selon les activités de dragage et d'excavation menées.

Le nombre et la taille des lieux d'immersion varient selon les activités de dragage et d'élimination de l'année. Les lieux qui reçoivent plus de 100 000 m³ dans une année sont considérés comme majeurs, tous les autres sont des sites mineurs. En général, dans une année, plus de 90 pour cent des lieux d'immersion sont considérés comme mineurs, et moins de 10 pour cent comme majeurs.

Les préoccupations relatives aux impacts varient également selon le projet et sont souvent indépendantes de sa taille. Par exemple, un lieu d'immersion qui reçoit chaque année une petite quantité (8 000 m³) de sédiments dragués peut soulever des préoccupations importantes s'il y a conflit entre les utilisations des ressources et celles du site, comme les impacts possibles sur une pêcherie commerciale. Par contre, un gros site qui reçoit du sable propre (50 000 m³) peut ne poser aucun problème.

Étant donné que, chaque année, la surveillance a lieu à des sites représentatifs et non à la totalité, on recommande les trois critères suivants pour déterminer où effectuer la surveillance :

1. Un permis d'immersion de déblais de dragage ou d'excavation a été émis en vertu des dispositions de la *Loi canadienne sur la protection de l'environnement* sur les substances « rapidement rendues inoffensives ».
2. Il y a des effets possibles sur des zones sensibles voisines, dont des habitats, ou des conflits possibles avec d'autres utilisations de la mer aux alentours.

3. Le volume de déblais éliminé dans l'année dépasse 100 000 m³.

On recommande de surveiller les sites majeurs au moins tous les cinq ans et, chaque année, un certain nombre de sites d'immersion mineurs représentatifs utilisés pour les déblais de dragage et d'excavation. Un autre élément à prendre en compte lors du choix des sites est la collecte de données sur les tendances, ce qui ne peut se faire qu'en retournant sur les lieux à intervalles réguliers.

Les activités de surveillance annuelles, sous réserve de changements des activités d'immersion, doivent se faire comme suit :

<u>Région</u>	<u>Lieux surveillés</u>
<i>Atlantique :</i>	<i>1 site majeur et 2 sites mineurs</i>
<i>Québec :</i>	<i>1 site mineur</i>
<i>Prairies et Nord :</i>	<i>1 site mineur</i>
<i>Pacifique et Yukon :</i>	<i>1 site majeur et 1 site mineur</i>

2.1 Étapes de base

Pour tous les sites, les activités de surveillance suivront les mêmes étapes de base :

1. *Planification* : élaboration des hypothèses d'impacts, choix des paramètres et des outils de mesure (avec examen des paramètres clés et paliers recommandés);
2. *Exécution* : définition et caractérisation de la zone de l'étude;
3. *Analyse* : interprétation des données et comparaison avec les hypothèses d'impacts;
4. *Compte rendu* : préparation et présentation d'un rapport sur les résultats.

3. PLANIFICATION : ÉLABORATION DES HYPOTHÈSES D'IMPACTS ET CHOIX DES OUTILS

Jusqu'ici, l'expérience a montré que l'immersion de déblais de dragage ou d'excavation fait généralement craindre les mêmes problèmes :

- effets aigus et chroniques sur le biote;
- destruction de l'habitat et impacts inacceptables sur le poisson et les pêches;
- contamination de poissons, mollusques et crustacés comestibles;
- impacts sur des zones sensibles;
- conflits avec les autres utilisations légitimes de la mer.



3.1 Élaboration des hypothèses d'impacts et études de cas

Le degré et l'effort de surveillance doivent être liés aux préoccupations et aux hypothèses d'impacts déterminées à l'étape de l'approbation de la demande de permis. L'examen de la demande de permis vise à déterminer les effets possibles du projet d'immersion sur l'environnement. La dernière étape de cette évaluation nécessite une déclaration finale étayant la décision d'émettre un

permis, avec une justification de ses modalités. Les hypothèses d'impacts sont tirées de cette analyse et constituent le fondement logique de tout plan de surveillance subséquent.

L'information de base sur le site, les matières immergées et les modes d'utilisation peut également aider à déterminer le degré approprié de surveillance requise pour bien donner suite aux hypothèses d'impacts, déterminer les tendances, ou prendre des mesures de gestion.

LES PRÉOCCUPATIONS AUGMENTENT LORSQUE :

- On trouve des concentrations plus élevées de contaminants dans les matériaux permis (scénario de la substance « rapidement rendue inoffensive »);
- des réactions biologiques sont mesurées dans les matériaux permis (scénario de la substance « rapidement rendue inoffensive »);
- le site de charge est plus proche de sources de contaminants, de polluants ou de déversements accidentels (y compris les sources historiques), la fréquence des activités au lieu d'immersion est élevée;
- le nombre d'utilisateurs différents, ou de sources de matériaux, que le lieu d'immersion reçoit est élevé;
- la quantité éliminée au cours de la période de surveillance est élevée;
- le lieu d'immersion est plus proche des zones sensibles ou autres utilisations légitimes de la mer;
- les différences de granulométrie ou d'autres propriétés géochimiques entre les sites de charge et les lieux d'immersion sont importantes.

D'AUTRES INFORMATIONS DE BASE INCLUENT :

- Combien y a-t-il eu d'études de surveillance à ce lieu et y a-t-il des tendances?
- ces données sont-elles récentes, et qu'est-ce qui a changé sur le site et autour?
- des résultats physiques, chimiques, ou biologiques de surveillance antérieure au lieu d'immersion ou à un lieu de contrôle ou zone témoin proche;
- autres informations à l'appui, issues de la recherche, ou évaluations de la conformité; ou
- préoccupations exprimées par les parties intéressées ou touchées.

Les hypothèses d'impacts doivent être élaborées en fonction d'informations propres au lieu d'immersion, comme les caractéristiques du site, les espèces propres au site, les échelles spatiales et temporelles locales des paramètres variables et les modalités d'application du permis. Lors de l'élaboration des hypothèses d'impacts, il faut d'abord tenir compte des cinq préoccupations ci-dessus. Les objectifs de la surveillance doivent si possible être formulés en hypothèses vérifiables.

Vous trouverez des exemples généraux d'hypothèses d'impacts dans les études de cas suivantes.

3.1.1 Étude de cas A : Prévenir les effets nuisibles sur le biote

Le niveau de contamination et de toxicité des matières draguées a été évalué et jugé acceptable pour l'immersion en mer.

HYPOTHÈSES D'IMPACTS

L'immersion de matières draguées n'entraînera pas de charge de contaminants dans les sédiments du lieu d'immersion, d'absorption de contaminants par le biote en voie de reconstitution, ni d'effets dommageables subséquents sur celui-ci.

L'immersion de matières draguées n'entraînera pas de charge de contaminants dans les sédiments du lieu d'immersion, d'absorption de contaminants par le biote en voie de reconstitution, ni d'effets dommageables subséquents sur celui-ci.

L'immersion de matières draguées n'entraînera pas le transport de ces matières à partir du lieu d'immersion, de chargement ultérieur de contaminants dans les sédiments de la zone atteinte par les matières transportées, d'absorption de contaminants par le biote, ni d'effets dommageables subséquents sur celui-ci.

MESURES

- **Examiner les concentrations de contaminants dans les sédiments du lieu d'immersion et évaluer les conséquences possibles pour le biote.**
- **L'absorption de contaminants par certaines espèces et les effets sur celles-ci peuvent aussi être examinés, si la reconstitution du biote est suffisamment avancée.**
- **Déterminer s'il y a transport depuis le lieu d'immersion. Déterminer la direction du transport et les zones de dépôt des matières transportées.**
- **S'il y a transport, examiner les concentrations de contaminants dans les sédiments de la zone atteinte par le transport et en faire l'évaluation en termes de problèmes potentiels pour le biote.**
- **L'absorption de contaminants par certaines espèces et leurs effets sur celles-ci peuvent aussi être examinés.**

3.1.2 Étude de cas B : Prévenir la destruction de l'habitat et les effets sur les poissons et les pêches

Le lieu d'immersion a été choisi en fonction de ses caractéristiques de dispersion afin d'empêcher le dépôt initial des matières, ou le transport subséquent des sédiments du lieu d'immersion en direction des voies de migration, zones de fraye et d'alevinage des zones de pêche commerciale et sportive connues.

Les matières draguées dont l'immersion est proposée ont été évaluées en termes de comportement possible au lieu d'immersion, et leur transport prévu a été jugé acceptable. Les restrictions temporelles incluses dans le permis visaient à ce que l'immersion ne soit pas effectuée pendant des périodes et dans des zones présentant des risques pour les pêches (p. ex. la période de fraye).

HYPOTHÈSES D'IMPACTS

Les matières draguées immergées n'atteindront aucun habitat protégé par remise en suspension, érosion et transport des sédiments, en quantité suffisante pour être susceptible d'en provoquer la destruction (compte tenu de la compatibilité des matières transportées avec les sédiments du milieu récepteur).

La remise en suspension, l'érosion et le transport des sédiments des matières déposées n'affecteront pas les pêches.

L'immersion de matières draguées n'entraînera pas de chargement de contaminants dans les sédiments du lieu d'immersion, d'absorption subséquente des contaminants par les poissons, ni d'effets subséquents sur les espèces qui vivent dans cet habitat.

L'immersion de matières draguées contaminées n'entraînera pas de transport de ces matières à partir du lieu d'immersion, de chargement ultérieur des contaminants dans les sédiments de la zone atteinte par les matières transportées, d'absorption de contaminants par des espèces commerciales, ni d'effets dommageables sur celles-ci.

3.1.3 Étude de cas C : Se préoccuper de la santé humaine (contamination des espèces de poissons et de mollusques et crustacés comestibles)

Le niveau de contamination, de toxicité et de bioaccumulation possible des matières draguées a été évalué lors de l'examen de la demande de permis et jugé acceptable pour une immersion en mer.

HYPOTHÈSES D'IMPACTS

L'immersion des matières draguées n'entraîne pas l'absorption de contaminants par les espèces pêchées, ni d'effets potentiels subséquents sur la santé humaine.

MESURES

- Déterminer s'il y a transport vers un habitat protégé.
- Dans l'affirmative, déterminer si l'ampleur du transport est préoccupante et s'il y a modification de l'habitat.
- Déterminer également si la nature des sédiments au lieu d'immersion demeure compatible avec les conditions prévalant avant l'élimination.
- On peut aussi examiner les effets physiques sur certaines espèces commerciales.
- Examiner les concentrations en contaminants dans les sédiments du lieu d'immersion et en faire l'évaluation en termes de problèmes potentiels pour les pêches.
- On peut aussi examiner l'absorption de contaminants par certaines espèces commerciales ou les effets subséquents sur celles-ci.
- Si les matières déposées ou transportées atteignent un habitat protégé, examiner les concentrations de contaminants dans les sédiments de la zone atteinte et en faire l'évaluation en termes de problèmes potentiels pour les pêches.
- L'absorption de contaminants par certaines espèces commerciales ou les effets sur les pêches peuvent aussi être examinés.



MESURES

- Évaluer le potentiel de bioaccumulation sur le lieu d'immersion ou dans toute autre zone envahie par une quantité importante de matières transportées (en particulier l'habitat des poissons, mollusques et crustacés, le cas échéant).

3.1.4 Étude de cas D : Protéger les zones vulnérables

Le lieu d'immersion a été choisi en fonction de ses caractéristiques de dispersion afin d'empêcher le dépôt initial de matières ou le transport subséquent des sédiments du lieu d'immersion en direction de zones ayant une valeur esthétique, culturelle ou

historique importante, ou un intérêt scientifique ou biologique particulier. Les matières draguées dont l'immersion est proposée ont été évaluées en termes de comportement possible sur le lieu d'immersion et leur transport prévu a été jugé acceptable. Le niveau de contamination et de toxicité des matières draguées a été évalué et jugé acceptable en vue du rejet dans la mer.

HYPOTHÈSES D'IMPACTS

Les matières draguées immergées n'atteindront aucune zone vulnérable par remise en suspension, érosion et transport de sédiments, en quantité suffisante pour être nuisibles aux éléments à protéger de la zone vulnérable (compte tenu de la compatibilité des matières transportées avec les sédiments du milieu récepteur).

L'immersion de matières draguées n'entraînera pas le transport de ces matières vers une zone vulnérable, le chargement de contaminants dans les sédiments de cette zone, l'absorption des contaminants par le biote vivant dans la zone vulnérable et des effets dommageables sur ce biote.

MESURES

- **Déterminer s'il y a transport vers une zone vulnérable.**
- **S'il y a transport, déterminer si son ampleur est préoccupante par rapport aux incidences physiques sur les éléments à protéger de la zone vulnérable.**
- **Si les matières déposées ou transportées atteignent une zone vulnérable, examiner les concentrations de contaminants dans les sédiments de cette zone et faire une évaluation en termes de préoccupations potentielles pour le biote vivant dans cette zone.**
- **L'absorption de contaminants par certaines espèces et leurs effets subséquents sur celles-ci peuvent aussi être examinés.**

3.1.5 Étude de cas E : Empêcher les conflits d'utilisation

Le lieu d'immersion a été choisi en fonction de ses caractéristiques de dispersion afin d'empêcher le dépôt initial de matières ou le transport subséquent des sédiments du lieu d'immersion jusque dans des zones récréatives, des voies de navigation et des

zones du fond marin servant à des fins techniques (extraction minière, câbles, dessalement ou conversion de l'énergie) et autres zones utilisées pour des activités humaines. Les matières draguées dont l'immersion est proposée ont été évaluées en termes de comportement possible sur le lieu d'immersion et leur transport prévu a été jugé acceptable.

HYPOTHÈSES D'IMPACTS

Les matières draguées immergées n'atteindront aucune zone où peuvent survenir des conflits d'utilisation par remise en suspension, érosion et transport des sédiments, en quantité suffisante pour soulever des préoccupations face à l'autre utilisation de la mer.

MESURES

- **Déterminer s'il y a transport vers une zone où peuvent survenir des conflits d'utilisation.**
- **S'il y a transport, déterminer si son ampleur est préoccupante par rapport à l'autre utilisation de la mer.**

3.2 Surveillance par étapes

La vérification des hypothèses d'impacts élaborées pour l'immersion de déblais de dragage ou d'excavation implique généralement des mesures similaires. On recommande d'utiliser une surveillance par étapes (Figure 1) avec des paramètres principaux (Figure 2) pour évaluer les hypothèses d'impact communes d'une façon rentable et uniforme. La surveillance physique (Première étape) définit les limites du site et est suivie par des évaluations chimiques et biologiques simultanées (Deuxième étape). Les résultats de ces deux étapes sont utilisés lors de la prise de décisions sur le besoin de surveillance additionnelle (Troisième étape) et couvrent en gros la plupart des hypothèses d'impacts. À certains lieux d'immersion, des préoccupations particulières nécessiteront de recourir à des paramètres différents ou de répartir différemment les ressources de surveillance entre les étapes. Toutefois, on s'attend à ce que les première et deuxième étapes ainsi que les principaux paramètres soient utilisés pour la plupart des lieux, et que la troisième étape ne soit généralement pas nécessaire.

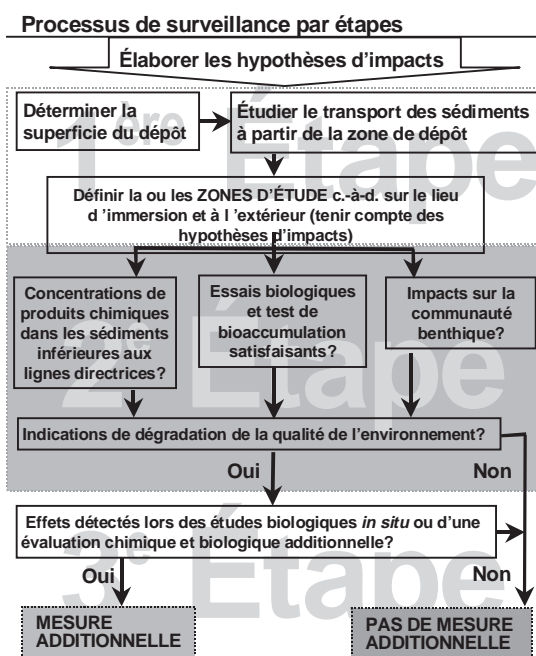


Figure 1 Processus de surveillance par étapes

La première étape, de surveillance physique, consiste à recueillir les données géologiques pertinentes afin de déterminer la zone de dépôt, de définir les limites du lieu d'immersion, d'étudier

l'accumulation des matières draguées dans la zone de dépôt, et de documenter les indices de transport des sédiments à partir du lieu d'immersion. L'objectif de la surveillance physique doit toujours être le devenir à long terme des matières déposées. Les préoccupations associées au transport durant l'immersion doivent être réglées dans le cadre des exigences et des restrictions du permis. Ces outils sont principalement utilisés pour vérifier les hypothèses d'impacts qui ont trait au transport à l'extérieur du lieu d'immersion, aux conflits avec les autres utilisations de la mer, et aux changements physiques apportés à l'habitat ou aux zones vulnérables voisines.

La deuxième étape de surveillance fait intervenir les évaluations biologiques et chimiques entreprises en même temps. La conception de la surveillance pour ces évaluations tient compte des dimensions et des caractéristiques de dispersion du lieu d'immersion. La surveillance chimique cherche à mesurer les concentrations de produits chimiques dans les sédiments. La surveillance biologique est essentiellement centrée sur des tests biologiques en laboratoire et sur des relevés limités de communautés benthiques. Ces outils sont principalement utilisés pour vérifier les hypothèses d'impacts qui concernent les effets des contaminants sur le biote, y compris les espèces commerciales, et sur les changements apportés au biote dans l'habitat ou les zones vulnérables voisines.

Si les données recueillies jusqu'alors indiquent que la qualité de l'environnement dans la zone à l'étude peut être détériorée, la troisième étape peut être nécessaire. Celle-ci peut comprendre une évaluation chimique et biologique additionnelle, une étude de la stabilité à long terme du lieu d'immersion, ou des mesures biologiques *in situ*. Ces données seront recueillies au besoin pour appuyer la prise de décisions sur l'utilisation, la remise en état ou la fermeture du lieu d'immersion.

3.3 Programme de surveillance de base : Choix des outils

On recommande d'inclure les paramètres de base dans tous les plans de surveillance, car on peut satisfaire ainsi aux exigences minimums en matière d'information pour se conformer aux deux premières étapes de surveillance. Ces paramètres ont été choisis pour assurer l'uniformité avec les

exigences minimums en matière d'information de la demande de permis, qui fournit l'information de base pour l'élaboration des hypothèses d'impacts. D'autres paramètres peuvent être nécessaires selon le lieu d'immersion.

Les outils disponibles pour la surveillance physique, la première étape, peuvent combiner les levés géologiques et l'utilisation de modèles de transport des sédiments. Au minimum, la surveillance physique doit inclure la bathymétrie générale du lieu d'immersion. Cela implique habituellement des levés acoustiques appropriés aux caractéristiques du lieu (p. ex. sonar à balayage latéral, bathymétrie haute résolution, ou sondeurs de sédiments). Les données directes ou indirectes sur la granulométrie et les caractéristiques physiques du lieu seront généralement utiles pour déterminer ses limites et confirmer la conception de la surveillance de deuxième étape.

Paramètres de base minimums

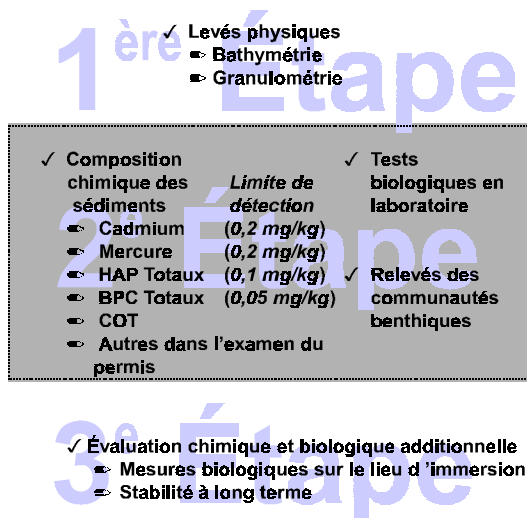


Figure 2 Paramètres de base pour la surveillance des lieux d'immersion. On donne les limites de détection pour les substances chimiques réglementées.

La surveillance chimique cherche à déterminer les concentrations dans les sédiments de tous les paramètres chimiques mesurés lors de l'examen du permis. Chaque plan de surveillance doit donc inclure, au minimum : le cadmium, le mercure, les PCB, les HAP et le carbone organique

total. Lorsque d'autres données chimiques sont requises lors de l'examen du permis, ces paramètres doivent également être inclus. Pour étayer l'interprétation de la surveillance biologique, certaines mesures chimiques pourraient s'avérer utiles afin de déterminer si les substances toxiques naturelles influent sur les résultats des tests de toxicité (p. ex. l'ammoniac, les sulfures).

Pour la surveillance biologique, il faut choisir une batterie d'au moins trois essais biologiques, principalement parmi ceux utilisés lors de l'examen du permis. Les essais biologiques actuellement utilisés pour l'évaluation des matières draguées sont des tests menés sur des espèces uniques. Ce sont : un essai de toxicité aiguë des sédiments à l'aide d'amphipodes marins ou estuariens, un essai de succès de la fécondation utilisant des échinides dans l'eau interstitielle, un essai en phase solide des sédiments à l'aide de bactéries luminescentes, et l'essai de bioaccumulation de 28 jours de l'EPA des États-Unis à l'aide de *Macoma sp.* (Environnement Canada, 1992a, b, c; USEPA, 1993). Parallèlement, un essai biologique de l'exoenzyme bactérienne a été utilisé avec succès lors de relevés de lieux d'immersion et pourrait fournir des renseignements utiles sur les niveaux de réponse des communautés (Lee and Tay, 1997).

Les études de la communauté benthique portent sur le nombre d'espèces et d'organismes individuels présents dans les sédiments et seront donc généralement menées au plus bas niveau taxinomique possible pour les relevés de l'endofaune. Dans certains lieux d'immersion, des relevés de l'épifaune peuvent être utiles pour vérifier des hypothèses d'impacts propres à ces lieux. Étant donné que le nombre d'échantillons sera vraisemblablement limité pour des raisons pratiques et économiques, les relevés benthiques ne fourniront que des données sommaires sur l'état de la communauté benthique au lieu. Ces relevés peuvent quand même fournir de l'information sur la qualité environnementale globale du lieu d'immersion si les échantillons sont pris aux mêmes endroits que pour les essais chimiques et biologiques. L'ensemble complet des données pourrait ensuite être analysé à l'aide d'outils d'évaluation intégrée comme la triade. L'évaluateur doit cependant se rappeler que la récente activité d'immersion brouillera vraisemblablement une

partie ou la totalité des résultats sur la communauté benthique en raison de l'étouffement ou de la transplantation d'organismes provenant du lieu de chargement. En général, les relevés de la communauté benthique sont plus utiles pour documenter la reconstitution des colonies à un lieu d'immersion après que les activités ont pris fin et qu'aucune autre n'est prévue, ou pour identifier les impacts à l'extérieur du lieu, auxquels cas ces relevés seront conçus pour vérifier les hypothèses d'impacts propres à ces lieux et nécessiteront donc un plus grand échantillonnage. Les études de la communauté benthique peuvent être complétées par des mesures *in situ* de l'activité exoenzymatique de la communauté bactérienne.

4. EXÉCUTION : CONCEPTION DE L'ÉTUDE ET ÉCHANTILLONNAGE

La surveillance exige que l'étude soit bien conçue en fonction des hypothèses d'impacts sur le lieu d'immersion. Ces hypothèses déterminent les paramètres à échantillonner. À la plupart des endroits, les hypothèses d'impacts particulières au lieu seront vérifiées de façon adéquate avec la surveillance par étapes recommandée et les principaux paramètres connexes. Une fois les paramètres choisis, on peut élaborer un plan d'échantillonnage : le moment de l'échantillonnage, l'emplacement des stations, le nombre d'échantillons et de répétitions, et les échantillons requis pour l'AQ/CQ.

4.1 Surveillance physique — Définition de la zone d'étude

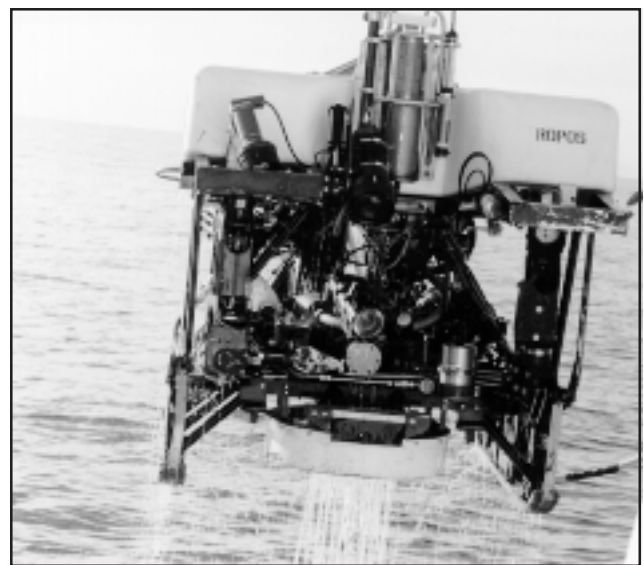
La surveillance physique cherche à définir la zone d'étude, c.-à-d. la zone où les matières ont été déposées, et si un transport quelconque des sédiments justifie une étude à l'extérieur du lieu d'immersion.

Les prévisions de transport des sédiments fournies avec la demande de permis permettront de prévoir la zone initiale de dépôt. Lorsque la surveillance du lieu d'immersion commence, la surveillance physique contribue à vérifier ces prévisions. Les données historiques (comme le mode d'utilisation du lieu, l'immersion cumulative depuis la dernière surveillance, l'utilisation par divers détenteurs de permis, et les impacts des techniques d'immersion sur la dispersion des matières) permettront d'interpréter l'information recueillie lors de la surveillance physique et de déterminer les limites du lieu d'immersion.

Les efforts consentis pour déterminer la probabilité de transport des sédiments à l'extérieur du lieu après leur immersion devraient être en fonction des préoccupations propres au lieu et de l'échelle des effets prévus. En général, la surveillance physique visera principalement à établir les limites du lieu d'immersion. Les mêmes données peuvent être utilisées pour identifier la

répartition générale du dépôt des matières ou les grandes caractéristiques physiques du fond marin. La surveillance physique fournit des données utiles pour la planification de la Deuxième étape et de toute surveillance additionnelle.

Lorsqu'on observe un transport de sédiments à l'extérieur du lieu d'immersion, il faut en établir l'importance en termes d'impacts hors site, comme la perte d'habitat pour le poisson, les effets biologiques, ou les conflits avec les autres utilisations légitimes de la mer. Les études chimiques de la colonne d'eau ne sont généralement pas nécessaires, à moins qu'il y ait des indications de remise en suspension à long terme ou de diffusion des contaminants. Encore une fois, l'effort en matière de surveillance est fonction des préoccupations propres au lieu d'immersion et de l'ampleur prévue des effets.



4.2 Conception spatiale et site de référence

Le choix ou la désignation d'un site de référence adéquat est un élément important de la conception de l'étude. Les données provenant du site de

référence sont comparées aux données similaires recueillies dans la zone d'étude. Le site de référence, qui sert donc de témoin spatial pour déterminer si les effets observés dans la zone d'étude sont attribuables à l'immersion, doit avoir des conditions océanographiques, géochimiques et biologiques semblables à celles de la zone à l'étude, mais il ne doit être touché par aucune activité d'immersion en mer. Les résultats des essais de toxicité des sédiments sont comparés à ceux obtenus avec des sédiments propres, aux caractéristiques physiques et chimiques similaires. Étant donné que des économies peuvent être réalisées en ne visitant qu'un seul endroit, il est préférable de choisir un site de référence qui offre à la fois un témoin spatial et des sédiments témoins adéquats pour les essais de toxicité.

Il faut choisir une zone de référence spatiale qui servira d'indicateur que d'autres sources possibles de pollution ou de perturbation dans cette zone n'ont pas influé sur le lieu d'immersion (p. ex. tous les impacts sont dus à l'immersion).

Lors de l'examen des zones d'étude au lieu d'immersion et à l'extérieur, il faut quelquefois plusieurs sites de référence lorsque la bathymétrie et la géochimie au lieu d'immersion et à l'extérieur sont différentes.

Si on ne peut pas trouver de site de référence adéquat, on peut adopter une approche par gradient, les stations de champ proche et de champ lointain servant de référence spatiale (Figure 3). On se concentrera davantage sur les stations de champ lointain, étant donné qu'il est plus probable que les stations de champ proche subissent l'influence de l'immersion. Cependant, ces dernières peuvent aider à confirmer les limites du site d'immersion et être particulièrement utiles dans les cas où on craint un transport des sédiments après leur élimination.

Lorsqu'on revient à un lieu d'immersion, il faut veiller à conserver une certaine uniformité dans l'emplacement des stations d'échantillonnage, puisque ce sont ces stations qui permettront de

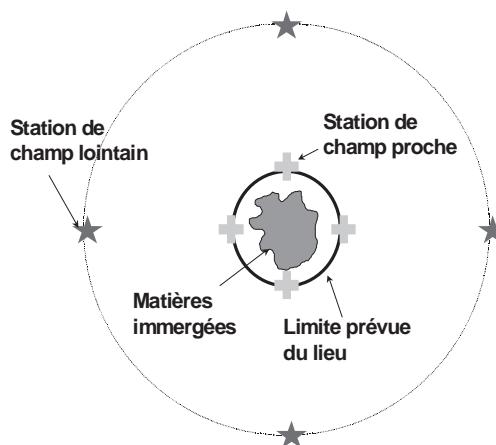


Figure 3 Stations d'échantillonnage de champ proche et de champ lointain

dégager des tendances et qu'elles seront probablement essentielles pour certaines hypothèses d'impacts propres au lieu. Il faut donc régulièrement conserver un noyau de stations d'échantillonnage chaque fois qu'on visite un lieu d'immersion.

4.3 Conception temporelle et information de base

La conception optimale d'une étude inclurait également une référence temporelle, c.-à-d. des données sur le lieu d'immersion avant le début des activités. Dans le cas des nouveaux lieux d'immersion, les détenteurs de permis devront fournir de l'information de base dans le cadre de leur demande de permis. Cette information peut ensuite être utilisée comme référence temporelle dans un plan de surveillance. Cependant, un grand nombre de lieux sont utilisés depuis longtemps et il n'existe probablement pas d'information sur les conditions avant le début des activités d'immersion, ou cette information n'est probablement pas comparable aux données actuelles. Dans ces cas, les données recueillies au cours du premier cycle de surveillance peuvent être utilisées à titre d'information de base pour les cycles suivants.

On devra limiter la variabilité temporelle à l'étape de la conception, p. ex. l'échantillonnage doit se faire à la même époque de l'année chaque fois que le lieu fait l'objet d'une surveillance. Les cycles de surveillance aux sites majeurs et mineurs peuvent indiquer des tendances, permettant ainsi d'estimer la possibilité de changements à long terme. Pour avoir de bonnes données sur les tendances à long terme, il faut conserver une certaine uniformité quant à l'emplacement de certaines stations d'échantillonnage et à l'époque de l'échantillonnage.

4.4 Nombre d'échantillons et de stations d'échantillonnage

Le nombre d'échantillons et de stations d'échantillonnage doit correspondre au volume de matières déposées et au degré de précision désiré. L'échantillon est une quantité finie de matières prélevée aux fins d'analyse. La station d'échantillonnage est l'endroit où l'échantillon est prélevé.

Dans le cas des lieux d'immersion de grande superficie, on pourrait appliquer une approche d'échantillonnage stratifiée qui divise le lieu en zones distinctes (strates) afin de concentrer l'échantillonnage sur les zones où l'impact prévu est le plus grand, comme l'illustre la figure 4. On trouvera de plus amples détails sur la stratification dans le *Guide d'utilisation de la formule de demande de permis* (Environnement Canada, 1995).

À la figure 4, les strates sont choisies en fonction des régimes d'accumulation des matières draguées à l'intérieur des limites du lieu d'immersion. Elles pourraient aussi être basées sur les différences apparentes de la granulométrie. Étant donné qu'il y a une grande variété de types de dépôt (avec et sans monticules) et que les caractéristiques physiques du fond peuvent varier à l'intérieur d'un même lieu, la surveillance physique fournit généralement des informations utiles pour choisir l'emplacement optimal des stations d'échantillonnage. Le besoin de revisiter certaines stations pour l'analyse des tendances doit être pris en compte et incorporé dans le plan d'échantillonnage.

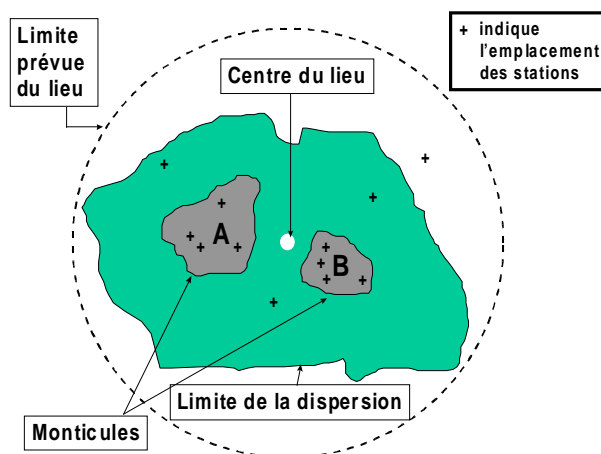


Figure 4 Scénario possible de stratification des stations d'échantillonnage dans un site d'immersion recevant 45 000 m³ de matériaux

Nota: Le relevé physique a révélé que le site comprend deux monticules de matériaux éliminés et un champ de matériaux dispersés à l'intérieur des limites prévues du site. Les stations sont stratifiées pour viser en particulier les monticules, où on suppose que l'impact est le plus grand. D'autres stations sont échantillonnées pour confirmer les limites des zones touchées.

Le nombre de stations d'échantillonnage peut être déterminé pour le lieu, ou la strate, à l'aide du tableau 1. Le minimum absolu pour tout lieu d'immersion devrait être de 15 stations si la zone d'influence est très petite. Les strates peuvent avoir un moins grand nombre de stations. En règle générale, on prélève un échantillon à chaque station. Pour l'assurance et le contrôle de qualité, 10 % de ces stations doivent être échantillonnées et analysées en triple. Il faut également prélever au moins trois échantillons dans la zone témoin et, s'il y a échantillonnage à l'extérieur du lieu d'immersion, un minimum de 3 échantillons.

4.5 Assurance et contrôle de la qualité (AQ/CQ)

Il est indispensable de s'assurer de la position exacte et précise des navires. On trouvera des conseils sur l'équipement de positionnement dans Environnement Canada (1994c). La méthode de positionnement doit être documentée.

Tableau 1 Nombre recommandé de stations d'échantillonnage par volume de matières déposées

Volume (1 000 m ³)		Nombre de stations
Sup. à	Inf. à	
0	10	6
10	17	7
17	23	8
23	30	9
30	37	10
37	43	11
43	50	12
50	58	13
58	67	14
67	75	15
75	83	16
83	92	17
92	100	18
100	141	19
141	182	20
182	223	21
223	264	22
264	305	23
305	346	24
346	386	25
386	427	26
427	468	27
468	509	28

Nota: Le volume de matières déposé dans une strate peut être évalué en mesurant la hauteur des matières accumulées dans chaque monticule décelable. Il faut utiliser une hauteur minimum de 15 cm dans le calcul des volumes.

Diverses méthodes analytiques qui peuvent être utilisées pour la caractérisation chimique des sédiments sont proposées dans les documents du Centre Saint-Laurent (1993) et du CCME (1993a, b). La limite de détection de la méthode choisie devrait être suffisamment basse pour garantir une quantification adéquate aux niveaux de dépistage du programme d'immersion (voir la figure 2). On utilisera le type d'AQ/CQ recommandé pour la caractérisation des matières draguées à la phase d'évaluation du permis lorsqu'on déterminera les concentrations de substances chimiques dans les sédiments au lieu d'immersion (Environnement Canada, 1996). Les résultats des analyses chimiques doivent être donnés en poids sec. On peut trouver d'autres conseils sur la façon de présenter les données pour l'analyse chimique au chapitre 18 du document du Centre Saint-Laurent (1993) et dans les Lignes directrices relatives à l'assurance et au contrôle de la qualité en ce qui a trait à l'immersion en mer (en cours de rédaction).

Les essais biologiques doivent être menés conformément aux méthodes d'essais biologiques d'Environnement Canada (Environnement Canada, 1992 a,b,c) et au protocole de bioaccumulation de l'EPA des États-Unis (USEPA, 1993). Lorsqu'il existe des méthodes de référence officielles, on les utilisera.

5. ANALYSE : INTERPRÉTATION DES DONNÉES

Le cas échéant, les critères utilisés pour les évaluations des lieux d'immersion en mer doivent concorder avec les critères et les lignes directrices relatifs à l'évaluation des permis. De plus, l'interprétation des données doit tenir compte des comparaisons avec les références spatiales et temporelles. Les lignes directrices relatives à l'interprétation des données sont présentées en fonction de la surveillance en trois étapes.

5.1 Évaluation physique

Pour la détermination de la zone de dépôt, des limites du lieu d'immersion et de la preuve de transport de sédiments à l'extérieur de celui-ci, les définitions suivantes s'appliquent :

- un lieu est dit non dispersif lorsque les matières demeurent à l'intérieur de ses limites durant leur mise en place, et que les matières déposées sont statiques ou demeurent à l'intérieur des limites;
- un lieu est dit dispersif lorsque les matières déposées sont transportées au-delà de ses limites.

Si la surveillance indique que la granulométrie d'un lieu change à la suite des activités d'immersion, les mesures de gestion doivent être envisagées seulement en cas d'effets indésirables.

Lorsqu'on observe un transport de sédiments, il faut en établir l'importance en fonction des impacts à l'extérieur du lieu d'immersion, comme la perte d'habitat du poisson, les effets biologiques, ou des conflits avec d'autres utilisations légitimes de la mer.

5.2 Évaluation chimique et biologique

L'interprétation des données chimiques et écotoxicologiques est fondée principalement sur les critères employés durant l'examen de la demande de permis. De plus, des relevés benthiques sommaires peuvent aider à évaluer la qualité d'ensemble des sédiments.

Chimie

En ce qui a trait à la chimie des sédiments, on en détermine actuellement la qualité en utilisant les niveaux nationaux de dépistage présentés au tableau 2. Environnement Canada étudie une proposition visant à remplacer les niveaux actuels de dépistage par des lignes directrices relatives à la qualité des sédiments (LDRQS). Dans les deux cas, les règles suivantes s'appliquent à tout contaminant, en même temps que les essais biologiques :

- si les valeurs observées sont inférieures au niveau national de dépistage, les sédiments qui se trouvent sur le lieu d'immersion sont jugés inoffensifs quant au paramètre mesuré;
- si les valeurs observées sont supérieures au niveau national de dépistage, la détermination finale de la qualité des sédiments sera basée sur les mesures biologiques;
- s'il y a des indications spatiales claires de contamination ou de réponses biologiques, ou les deux, on peut songer à stratifier la zone d'étude en vue d'une surveillance additionnelle et d'une détermination supplémentaire de la qualité des sédiments. Pour un contaminant donné, si certaines valeurs sont supérieures et d'autres inférieures au niveau national, on calcule la limite de confiance unilatérale supérieure de 95 % de la concentration moyenne et les sédiments sont jugés exempts de contaminants si cette limite de confiance supérieure de 95 % est inférieure à la concentration nationale de dépistage. C'est pourquoi on recommande de présenter les concentrations des constituantes chimiques des sédiments sous forme de limite de confiance unilatérale supérieure de 95 % ou L.C.S. de 95 %.

Tableau 2 Niveaux nationaux de dépistage des substances chimiques dans les sédiments (mg/kg, poids sec)

Substances chimiques	Concentration actuelle	LDRQS proposées
Cadmium	0,6	0,65
Mercuré	0,75	0,13
BPC totaux	0,1	0,0215
HAP totaux	2,5	remplacés par 13 HAPs individuelles

Essais biologiques

En ce qui a trait aux essais biologiques, des critères satisfaisants/non satisfaisants provisoires sont utilisés pour déterminer les effets toxiques. Les protocoles d'essais biologiques utilisés actuellement pour l'évaluation des sédiments sont :

- un essai de toxicité aiguë à l'aide d'amphipodes marins ou estuariens (le paramètre mesuré est la létalité);
- un essai de fécondation sur des échinides (le paramètre mesuré est une réduction significative de la fécondation);
- un essai de toxicité à l'aide d'une bactérie photoluminescente, l'essai en phase solide Microtox® (le paramètre mesuré est une réduction significative de la bioluminescence);

- un essai de bioaccumulation des sédiments lités à l'aide du manuel de l'EPA des États-Unis (le paramètre mesuré est une bioaccumulation significative). (Environnement Canada, 1992a, b, c; USEPA, 1993)

Pour l'essai de toxicité aiguë chez les amphipodes, la toxicité est déterminée en comparant la survie moyenne de 10 jours avec les critères propres aux espèces, qui se trouvent au tableau 3. Les sédiments sont jugés toxiques lorsque la survie est inférieure aux critères pour les sédiments soumis à l'essai et que la survie dans les sédiments témoins est supérieure ou égale aux critères propres aux espèces.

Les déterminations avec l'essai chez les échinides sont basées sur une comparaison des réponses entre l'eau interstitielle extraite des sédiments et de l'eau témoin utilisées simultanément. Les sédiments sont jugés toxiques lorsque leur eau interstitielle produit au moins une **baisse absolue de 25 %** du succès de la fécondation.

En ce qui a trait à l'essai en phase solide Microtox®, un sédiment est considéré toxique lorsque la concentration de l'échantillon jugé responsable d'une inhibition de 50 % de la production de lumière par la bactérie après cinq minutes d'exposition est **inférieure à 1 000 ppm**.

Tableau 3 Critères satisfaisants/non satisfaisants provisoires pour les essais biologiques

Essai	Insatisfaisant si...		
	Espèces	Survie dans les sédiments témoins	Survie dans les sédiments testés
Essai de toxicité aiguë de 10 jours chez les amphipodes	Amphiporeia virginiana	≥ 70 %	< 50 %
	Eohaustorius washingtonianus	≥ 75 %	< 55 %
	Eohaustorius estuarius	≥ 80 %	< 60 %
	Rhepoxynius abronius	≥ 80 %	< 60 %

Phase solide Microtox®	La concentration de l'échantillon qui est jugée responsable d'une inhibition de 50 % de la production de lumière par la bactérie après 5 minutes d'exposition est inférieure à 1 000 ppm .
Fécondation des échinides	Une diminution d'au moins 25 % de la fécondation est observée entre le sédiment testé et l'eau témoin*.
Bioaccumulation	Une différence statistiquement importante dans les concentrations d'une substance toxique dans les tissus est observée entre les organismes exposés au sédiment d'essai et ceux exposés au sédiment témoin.

* La différence observée doit être statistiquement significative.

En ce qui a trait à l'essai de bioaccumulation, le sédiment est considéré biocumulatif lorsqu'on observe une différence statistiquement significative des concentrations d'une substance toxique dans les tissus chez les organismes exposés au sédiment de l'essai et chez les organismes exposés au sédiment témoin. Les teneurs dans les tissus qui indiquent une réponse biocumulative doivent être comparées aux critères établis pour la protection de l'environnement. En outre, la réponse de biocumulation pour un sédiment doit être considérée avec les résultats des autres essais biologiques.

D'autres essais biologiques, notamment avec l'exoenzyme bactérienne (Lee and Tay, 1997), doivent être utilisés afin d'obtenir de l'information complémentaire, et l'interprétation des données sera propre à chaque lieu d'immersion.

Interprétation des résultats

Si les concentrations des sédiments sont inférieures aux concentrations nationales de dépistage pour les contaminants et que les résultats de tous les essais biologiques sont satisfaisants, aucune autre mesure n'est nécessaire. Cependant, si les concentrations de contaminants ou les résultats des essais biologiques soulèvent des préoccupations, alors la première étape consiste à vérifier la conformité avec les modalités des permis émis depuis la dernière surveillance du lieu d'immersion. La deuxième étape est généralement de vérifier les sources possibles de polluants et de faire une caractérisation additionnelle du lieu. Après avoir examiné cette information, on peut appliquer la séquence suivante d'interprétations aux données chimiques et toxicologiques :

1. Si les sédiments au lieu d'immersion contiennent des concentrations de substances supérieures aux concentrations nationales de dépistage et si les résultats de l'essai de toxicité aiguë sont satisfaisants, mais pas ceux de l'essai sublétaux ou de l'essai de bioaccumulation, on peut envisager de modifier les futures utilisations du lieu d'immersion et d'examiner la stabilité à long terme des matières sur ce lieu;

2. Si les sédiments contiennent des concentrations de substances inférieures aux concentrations nationales de dépistage, mais que les résultats d'un des essais biologiques sont insatisfaisants, d'autres examens seront nécessaires afin de déterminer si c'est le résultat d'un facteur confusionnel comme une anomalie de laboratoire, ou de la présence d'un contaminant non inclus dans le dépistage chimique; ou
3. Si les sédiments ont des concentrations de substances supérieures aux concentrations nationales de dépistage et que les résultats de l'essai de toxicité aiguë ou deux essais additionnels (ou plus), notamment les essais sublétaux et l'essai de bioaccumulation, sont insatisfaisants, il faut songer à une surveillance additionnelle, à la fermeture ou à la restauration du lieu d'immersion.

Étant donné que l'interprétation est difficile et que le nombre d'échantillons sera limité, les relevés sommaires de la communauté benthique prévus dans la plupart des plans peuvent servir d'indicateur général de la qualité d'un sédiment. Des mesures d'exoenzyme bactérienne *in situ* peuvent compléter ces données, et leur interprétation sera propre à chaque site. Lorsque la reconstitution des colonies ou les impacts à l'extérieur du lieu d'immersion sont les principales préoccupations, des études de la communauté benthique pourraient permettre de vérifier les hypothèses d'impacts : *afin de minimiser les impacts physiques, on s'attend à ce que les colonies se reconstituent dans les sites mineurs entre les saisons ou les années d'immersion.*

L'interprétation des données doit combiner une approche d'essai des hypothèses, lorsqu'elle est souhaitable pour des paramètres individuels, avec des approches intégrantes, comme la triade sur la qualité des sédiments ou les techniques à variables multiples. Il faut pour cela utiliser des données physiques, chimiques et biologiques afin d'en arriver à un énoncé concluant qui puisse étayer toute décision liée à la surveillance. On tient compte de toute l'information tirée de la surveillance physique, chimique et biologique lors de l'évaluation

d'ensemble du lieu d'immersion. Dans la plupart des cas, les objectifs finals de la surveillance de lieux donnés concerneront l'évaluation des impacts des activités d'immersion afin de déterminer si ce lieu, ou les conditions qui y règnent, se prêtent aux activités d'immersion en cours et de vérifier les décisions relatives aux permis. Les résultats de la surveillance faite à plusieurs lieux peuvent être réunis dans une région, ou à l'échelle du pays, afin d'évaluer l'adéquation globale des mesures de contrôle et de cerner les besoins de recherche là où il demeure des lacunes.

5.3 Évaluation biologique additionnelle

Une évaluation biologique additionnelle ne sera généralement pas essentielle pour la prise de décisions sur la charge en contaminants et la toxicité des sédiments. L'évaluation d'ensemble du lieu d'immersion peut être fondée sur les premières étapes de la surveillance, mais l'interprétation des données doit être soigneuse afin de tenir compte des limites inhérentes aux données disponibles.

L'interprétation des données des mesures biologiques *in situ* sera propre à chaque lieu d'immersion. On s'attend à ce que ces données soient rarement employées, que ce soit comme outil de surveillance de Troisième étape, ou en réponse à une hypothèse d'impacts propre à un certain lieu (p. ex. les préoccupations au sujet d'une zone coquillière voisine).

S'il faut songer à la restauration, la prise de décisions doit tenir compte des critères et des lignes directrices du CCME sur les sites contaminés, ainsi que des critères d'évaluation du permis d'immersion en mer. La prise de décisions doit tenir compte d'autres facteurs, comme la dispersion possible à l'extérieur du lieu d'immersion.

6. RAPPORT

Un rapport final doit être préparé pour chaque étude de surveillance de lieu d'immersion, dans l'année civile suivant l'étude sur le terrain, et de préférence durant le même exercice que cette étude. Afin de répondre aux exigences nationales et internationales en matière de compte rendu, un compendium national sera produit chaque année par la Division du milieu marin (DMM) à partir de l'information contenue dans les rapports régionaux.

Une copie électronique du rapport sera envoyée au Chef, de la Division du milieu marin, à Hull. Des copies seront mises à la disposition de chaque bureau régional du Service de la protection de l'environnement responsable de la mise en oeuvre de la surveillance des lieux d'immersion en mer. Une copie sera conservée par la DMM afin de tenir à jour un dépôt d'archives national, et une copie sera mise à la disposition de chaque utilisateur de site.

Les rapports régionaux doivent clairement définir les liens entre les hypothèses d'impacts formulées lors de l'examen de la demande de permis et le plan de surveillance. Les rapports doivent inclure l'information sur : les paramètres, les outils de surveillance, le plan d'échantillonnage, l'analyse des données, l'interprétation des données, les conclusions et les recommandations. Ils doivent également identifier clairement les résultats qui permettent de vérifier si les conditions du permis sont respectées et indiquer si les hypothèses du processus d'examen du permis et de choix du lieu d'immersion étaient correctes.

Le compendium national et les rapports de surveillance contribueront à l'évaluation et à la mise à jour périodiques des *Lignes directrices nationales relatives à la surveillance des lieux utilisés pour l'immersion en mer de déblais de dragage et d'excavation*. L'information recueillie sera également utilisée à l'échelle nationale pour évaluer l'adéquation des mesures de contrôle, dans le but de déterminer si les règlements et les lignes directrices relatifs à l'immersion en mer et les conditions des permis sont suffisants pour protéger le milieu marin.

BIBLIOGRAPHIE

- CCME. 1993a. *Guide pour l'échantillonnage, l'analyse des échantillons et la gestion des données des lieux contaminés*. Volume I : Rapport principal. Le Programme national d'assainissement des lieux contaminés. Rapport CCME EPC-NCS62F. Décembre 1993. 90 p.
- CCME. 1993b. *Guide pour l'échantillonnage, l'analyse des échantillons et la gestion des données des lieux contaminés*. Volume II : Sommaire des méthodes d'analyse. Le Programme national d'assainissement des lieux contaminés. Rapport CCME EPC-NCS66F. Décembre 1993. 180 p.
- Centre Saint-Laurent. 1993. *Guide méthodologique de caractérisation des sédiments*. Ministre des Approvisionnements et Services, N° de cat. EN 40-412/1991F, ISBN 0-662-20452-2. 156 p.
- Environnement Canada. 1992a. *Méthode d'essai biologique : essai de toxicité aiguë de sédiments chez des amphipodes marins ou estuariens*. SPE 1/RM/26. Protection de l'environnement, Ottawa (Ontario). 83 p.
- Environnement Canada. 1992b. *Méthode d'essai biologique : essai sur la fécondation chez les échinides (oursins verts et oursins plats)*. SPE 1/RM/27. Protection de l'environnement, Ottawa (Ontario). 133 p.
- Environnement Canada. 1992c. *Méthode d'essai biologique : essai de toxicité sur la bactérie luminescente (Photobacterium phosphoreum)*. SPE 1/RM/24. Protection de l'environnement, Ottawa (Ontario). 91 p.
- Environnement Canada. 1993. *Directives provisoires sur la surveillance dans le cadre de l'immersion en mer*. Environnement Canada, Division du milieu marin, Hull (Québec). 11 p. + Annexes.
- Environnement Canada. 1994a. *Document d'orientation sur le prélèvement de sédiments en vue de leur caractérisation physico-chimique et d'essais biologiques*. SPE 1/RM/29, Ottawa (Ontario). 174 p.
- Environnement Canada. 1994c. « *Technical Guidance for Physical Monitoring at Ocean Disposal Sites*. » Donald Hodgins, Seaconsult Marine Research Ltd. et John R. Harper, Coastal & Ocean Resources, Inc.
- Environnement Canada. 1995. *Guide d'utilisation de la formule de demande de permis (immersion en mer)*. Rapport SPE 1/MA/1, Ottawa (Ontario), ISBN 0-662-23912-1. Décembre 1995.
- Environnement Canada. 1995. « *Interim Sediment Quality Assessment Values*. » Ébauche. Direction d'évaluation et interprétation, Direction générale de la conservation des écosystèmes. Septembre 1994.
- Environnement Canada. 1996. « *Technical Guidelines for Biological Monitoring at Ocean Disposal Sites*. » Allan Willsie, Beak Consultants, Mann, G.S., McPherson, C.A., Sander, B.C., et Sloan, N.A., EVS Consultants Ltd.
- Lee, K., Tay, K.L. 1997. « *Measurement of Microbial Exoenzyme Activity in Sediments for Environmental Impact Assessment*. » P. 219-236 in: *Microscale Testing in Aquatic Toxicology: Advances, Techniques, and Practice*. Révisé par P. Wells, K. Lee, C. Blaise, et J. Gauthier, CRC Press (1998). 679 p.
- Percival, J.B. and Lindsay, P.J. 1997. « *Measurement of physical properties of sediments*. In: *Manual of Physico-Chemical Analysis of Aquatic Sediments*. » Mudroch, A., Azcue, J.M., Mudroch, P. Eds. CRC Press, Lewis Publishers, Boca Raton, Florida USA, ISBN 1-56670-155-4. 287 p.
- USEPA, 1993. « *Guidance Manual: Bedded Sediment Bioaccumulation Tests*. » U.S. Environmental Protection Agency. Septembre 1993. EPA/600/R-93/183.

