Environnement Canada
Environment Canada

Bulletin de la lutte contre les déversements

Bulletin bimestriel de liaison, à caractère non officiel, publié par la Direction des services techniques, du Service de la protection de l'environnement, Ottawa (Canada)

Environment Canada
Environnement Canada

0028022H S

DREI

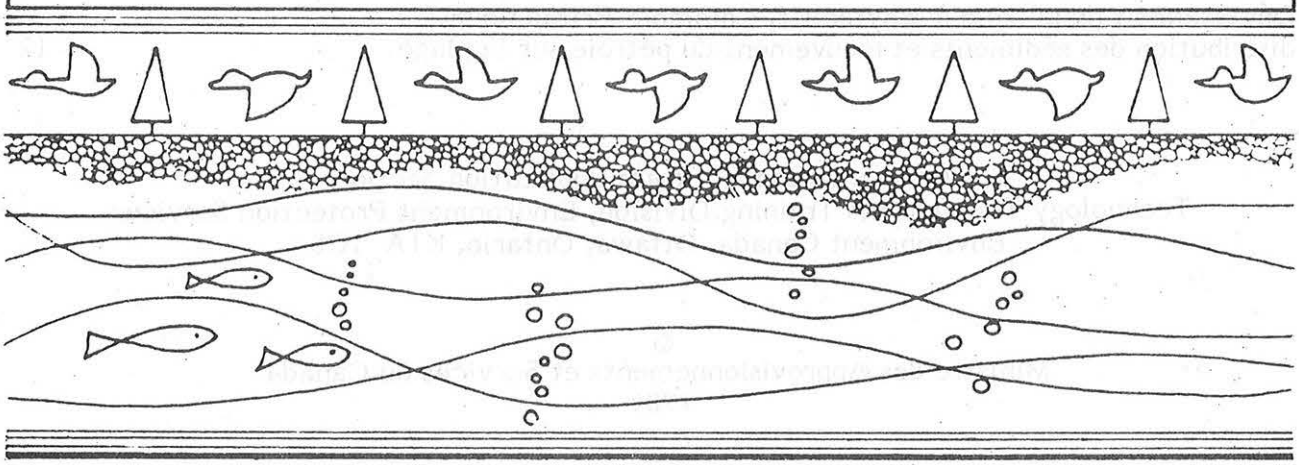
BULLETIN DE LA LUTTE CONTRE LES DEVERSEMENTS

17 OCT 1984

ENVIRONNEMENT CANADA
BIBLIOTHÈQUE
RÉGION DU QUÉBEC

DREI

Vol. IX, n° 1 ISSN 0381-4459 Janvier-février 1984



Bulletin de la lutte contre les déversements

Rédacteurs techniques: M.F. Fingas et K.M. Meikle
Téléphone: (613) 998-9622

Coordonnateur de l'édition anglaise: Chris Banwell
Téléphone: (819) 997-3405

Édition française: Module d'édition française
Téléphone: (514) 283-2760

Le *Bulletin de la lutte contre les déversements* est une publication de la Division de la technologie des urgences environnementales, Direction des services techniques, Service de la protection de l'environnement, ministère de l'Environnement, Ottawa (Ontario), K1A 1C8; téléphone: (613) 998-9622.

Le Bulletin a été créé en 1976 dans le but de permettre un échange d'information sur la lutte contre les déversements d'hydrocarbures et autres sujets connexes. Malgré son caractère modeste, le Bulletin a suscité un tel intérêt qu'il compte déjà plus de 2500 abonnés au Canada et à l'étranger. Afin d'élargir les horizons du Bulletin et de mieux faire connaître l'action de l'industrie et celle des pays étrangers dans le domaine qui nous intéresse, la rédaction encourage les lecteurs à soumettre des articles traitant de leurs travaux et opinions.

SOMMAIRE

Introduction 3

Rapports et publications 4

Conférences à venir 5

Lignes directrices concernant l'homologation des dispersants et leur utilisation pour traiter les nappes de pétrole (deuxième édition) 6

Déversement de pétrole à Whytecliff, Colombie-Britannique: distribution des sédiments et mouvement du pétrole sur la plage 12

Available in English from: Publication Section
Technology Transfer and Training Division, Environment Protection Service
Environment Canada, Ottawa, Ontario, K1A 1C8

©
Ministre des Approvisionnements et Services du Canada
1984

INTRODUCTION

Le premier article, qui nous est soumis par Frank Abbott du Service de la protection de l'environnement, résume les nouvelles lignes directrices canadiennes en matière de dispersants employés lors de déversements d'hydrocarbures. Ces lignes directrices reflètent une nouvelle approche qui consiste à approuver un dispersant non seulement parce qu'il est efficace mais également parce qu'il est peu toxique. Le deuxième article de Pat McLaren décrit l'application d'un système de classification de sédiments pour délimiter le transport des sédiments. Les données obtenues pendant un déversement à Whytecliff, Colombie-Britannique, démontrent que la distribution des sédiments permet de prédire le déplacement du pétrole sur une plage et pourrait constituer un outil de planification d'urgence très efficace.

Avec le présent bulletin, nous amorçons la neuvième année de publication du *Bulletin de la lutte contre les déversements*. Grâce à votre appui, nous espérons pouvoir continuer à publier le Bulletin pendant de nombreuses autres années.

RAPPORTS ET PUBLICATIONS

La Division des techniques d'intervention d'urgence a publié récemment trois rapports non édités dont les titres apparaissent ci-dessous. Pour en obtenir des exemplaires, veuillez vous adresser au Coordonnateur des publications, Direction des services techniques, Environnement Canada, Service de la protection de l'environnement, Ottawa, Ontario, K1A 1C8.

- *Radar Surveillance in Support of 1983 COAATF Oil Spill Trials* (EE-51)
- *Development of a Person-Portable Analytical System for Environmental Emergencies* (EE-52)
- *Development of a Vehicle-Portable Analytical System for Environmental Emergencies* (EE-53)

La Direction des services techniques a publié un nouveau document dont le titre et le résumé sont donnés ci-dessous. Cette publication peut être obtenue sur demande à l'adresse suivante: Coordonnateur des publications, Direction des services techniques, Environnement Canada, Service de la protection de l'environnement, Ottawa, Ontario, K1A 1C8.

- *Lignes directrices concernant l'homologation des dispersants et leur utilisation pour traiter les nappes de pétrole* (deuxième édition), EPS 1-EP-84-1F

Il n'y a pas de résumé pour cette publication; la description de son contenu fait l'objet d'un article du présent Bulletin.

La Direction des services techniques du S.P.E. a publié une nouvelle liste de la plupart des ouvrages publiés par le Service de la protection de l'environnement. Pour obtenir un exemplaire de cette liste, veuillez vous adresser à la Section des publications, Service de la protection de l'environnement, Environnement Canada, Ottawa, Ontario, K1A 1C8.

Il convient de rappeler à l'intention des utilisateurs du dernier rapport SPE 3-EP-83-1F, *Un catalogue des écrémeurs*, que l'information contenue dans ce rapport a été recueillie au cours de 1981. L'objectif principal était de fournir une liste aussi exhaustive que possible du matériel disponible, de donner une idée générale du principe de récupération et de résumer les connaissances acquises sur la performance de ce genre d'équipement. Il n'a jamais été question de produire un ouvrage à jour et nous ne prévoyons pas le mettre à jour. Il va sans dire qu'il y a eu des changements entre-temps, notamment le nom et l'adresse de certains manufacturiers ou détaillants.

CONFÉRENCES À VENIR

1984

- Les American Ecology Services assureront la coordination d'un colloque intitulé "Leaking Underground Storage Tanks - Managing the Problem", qui aura lieu les 18 et 19 septembre 1984 à Cherry Hill, New Jersey. Les frais d'inscription sont de 525 $ (U.S.). Pour plus d'informations, s'adresser à Richard M. Miller, American Ecology Services, Inc., 127 East Fifty ninth Street, New York, New York, 10022, ou téléphoner au (212) 371-1620.

- Le 34e congrès canadien du Génie chimique et le Neuvième symposium canadien sur la catalyse se tiendront du 30 septembre au 3 octobre 1984, à l'hôtel international Hilton, à Québec. Pour plus d'informations, s'adresser à Mme Élaine Pétrie, Société canadienne du Génie chimique, 151 rue Slater, bureau 906, Ottawa, Ontario, K1P 5H3, ou téléphoner au (613) 233-5623.

- Le "Symposium on Functional Testing for Hazardous Evaluation" organisé par l'A.S.T.M. aura lieu les 30 et 31 octobre 1984, au Sheraton Bal Harbour, Bal Harbour, Floride. Les thèmes traités lors de ce symposium seront les suivants: essais sur l'activité des enzymes microbiens, vérification sur le terrain des bioessais de laboratoire et produits chimiques dans l'environnement. Pour plus d'informations, s'adresser au Dr John Cairns, Virginia Polytechnic Institute and State University, Centre for Environmental Studies, Biology Department, 1020 Derring Hall, Blacksburg, Virginie, 24061, ou téléphoner au (702) 961-5539.

- La Société internationale des déchets industriels et dangereux organisera une visite guidée de 19 jours de 9 installations européennes d'élimination des déchets dangereux. La visite commencera à Copenhague, le 15 septembre, et se terminera à Helsinki, le 3 octobre 1984. Cette visite clôturera le Deuxième symposium international sur les installations européennes en exploitation qui se tiendra à Odense, Danemark, du 11 au 14 septembre. Pour plus d'informations, s'adresser à I.S.I.H.W. a/s J.L. Richards & Associates Limited, 11 rue Princess, Kingston, Ontario, K7L 1A1, ou téléphoner au (613) 544-1424.

1985

- "Arctic '85: Civil Engineering in the Arctic Offshore" aura lieu du 24 au 27 mars 1985 à l'hôtel Sheraton Palace, San Francisco, Californie. Pour plus d'informations, s'adresser à American Society of Civil Engineers, United Engineering Centre, 345 East Forty seventh Street, New York, 10017.

LIGNES DIRECTRICES CONCERNANT L'HOMOLOGATION DES DISPERSANTS ET LEUR UTILISATION POUR TRAITER LES NAPPES DE PÉTROLE (deuxième édition)

F.S. Abbott
Division des techniques d'intervention d'urgence
Service de la protection de l'environnement
Ottawa, Ontario

Cette publication est le fruit des travaux du Comité spécial de la révision des directives, présidé par F.S. Abbott, du S.P.E. Même si tous les membres ont participé à l'élaboration de tous les chapitres de la deuxième édition de cet ouvrage, nous tenons à remercier particulièrement le Dr P. Wells, S.P.E., président du sous-comité chargé de la révision du protocole d'essais de toxicité et le Dr D. Mackay, Université de Toronto, président du sous-comité chargé de la révision du protocole d'essais d'efficacité.

Depuis 1973, le Canada a établi des lignes directrices sur l'emploi et l'homologation des dispersants des nappes de pétrole. Au cours de la décennie qui a suivi, les connaissances sur l'évolution et les effets des dispersants et des nappes de pétrole dispersées se sont accrues considérablement, et des produits beaucoup plus efficaces et moins toxiques sont apparus sur le marché. C'est pourquoi il a été jugé nécessaire de réviser les lignes directrices de 1973. Cette révision est maintenant terminée, et les *Lignes directrices concernant l'homologation des dispersants et leur utilisation pour traiter les nappes de pétrole (deuxième édition)* peuvent être obtenues à l'adresse mentionnée en fin d'article.

À l'instar de la première édition, la deuxième édition est le fruit d'un programme du S.P.E. sur l'étude des problèmes associés au pétrole et aux dispersants qui a duré plusieurs années. Mentionnons aussi, à titre d'exemples de publications produites à la suite d'un programme, les bibliographies (S.P.E., 1974-1982, volumes 1 à 4), le programme et les publications sur les déversements de pétrole à l'île Baffin (BIOS) et les publications comme *Le pétrole et les dispersants dans les mers baignant le littoral canadien* (Sprague *et al.*, 1982). La mise en application du programme a exigé un réseau de laboratoires et d'experts qui ont étudié les problèmes reliés aux hydrocarbures et aux dispersants. La deuxième édition des lignes directrices sur les dispersants sera particulièrement intéressante pour les fabricants, les utilisateurs et les coordonnateurs locaux. Le présent article a pour but de mettre en lumière certaines des principales améliorations apportées à la deuxième édition.

Le deuxième chapitre des nouvelles lignes directrices porte sur l'utilisation des dispersants et a été remanié pour étudier en détail les avantages et les inconvénients de l'emploi des dispersants dans les eaux canadiennes. Une section a été ajoutée pour faciliter le processus de prise de décision des coordonnateurs locaux au sujet de l'utilisation d'un dispersant ainsi qu'un "arbre de décision" illustré à la figure 1. Cet arbre de décision est une représentation graphique et dichotomique de l'ordre dans lequel le coordonnateur local doit répondre à certaines questions précises pour décider de l'utilisation d'un dispersant. La stratégie du "laisser faire" est parfaitement explicite. Un certain nombre de considérations à des points critiques au cours du processus de décision sont traitées en détail, y compris les aspects physiques, sécuritaires et environnementaux. Ces derniers sont considérés comme les plus importants, puisqu'ils reflètent de nombreux

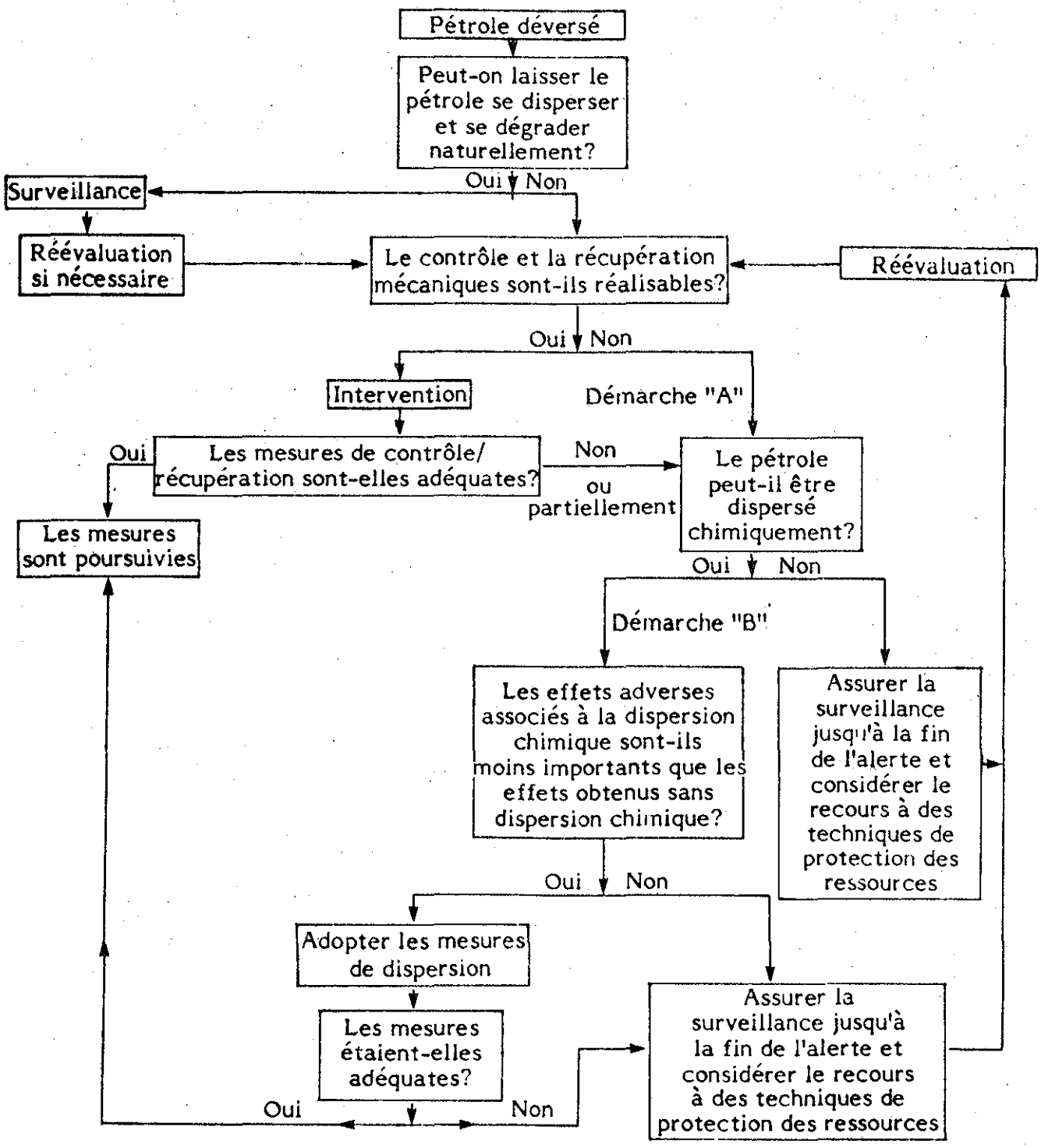


FIGURE 1 Arbre de décision d'emploi de dispersants

résultats obtenus au cours de recherches récentes. La formule de rapport sur l'utilisation des dispersants a été modifiée pour qu'il soit possible de recueillir le plus de données possible des cas d'utilisation d'un dispersant en situation réelle.

Ce même chapitre traite des raisons justifiant la décision de ne pas employer de dispersants sur les plages ou dans les eaux confinées, par exemple, et propose en parallèle l'analyse des raisons justifiant une décision contraire en d'autres circonstances. On encourage ainsi une utilisation prudente des dispersants par une évaluation basée sur les mêmes critères que ceux adoptés pour l'évaluation d'autres mesures d'intervention.

Le troisième chapitre qui porte sur les critères d'admissibilité des dispersants est presqu'entièrement nouveau. La section d'introduction expose les raisons d'associer désormais l'efficacité et la toxicité dans un protocole d'homologation des dispersants. Même si la nécessité de tenir compte à la fois de l'efficacité et de la toxicité des dispersants est désormais reconnue par les expérimentateurs de plusieurs pays (Swedmark en Suède; Norland *et al.*, en Norvège; Mackay et Wells au Canada) seuls la Grande-Bretagne (Norton *et al.*, 1978) et le Canada ont, à notre connaissance, appliqué le principe au niveau des lignes directrices ou des règlements. Tandis que la Grande-Bretagne n'effectue des essais de toxicité que sur des dispersants qui ont réussi les tests d'efficacité, le Canada a proposé une méthode où l'efficacité et la toxicité sont véritablement combinées, et où les deux facteurs doivent être pris en considération. Le protocole canadien prescrit un critère de passage pour ces deux facteurs; toutefois, il a été prévu qu'on réévaluerait tout produit toxique dont l'efficacité a été prouvée, qui s'avérerait modérément toxique à des doses plus faibles. Cela permet de reconsidérer l'emploi de certains dispersants très efficaces qui avaient été rejetés conformément aux prescriptions des lignes directrices de 1973. Un plus grand nombre de produits toxiques, à condition qu'ils répondent au deuxième critère de toxicité, pourraient être utilisés sur le terrain en teneurs plus faibles. Un diagramme, présenté à la figure 2 et illustrant le lien entre l'efficacité et la toxicité, a été ajouté aux lignes directrices.

La section traitant de l'application a été très abrégée. Les questions relatives au mode et au taux d'application du produit sont encore à l'étude. Toutefois, les nouvelles lignes directrices supposent que le coordonnateur local connaît les facteurs qui déterminent l'efficacité des dispersants sur le terrain.

C'est l'appareil Mackay-Nadeau-Steelman (M.N.S.) qui est utilisé pour l'essai obligatoire d'efficacité. Tous les essais ont des limites et de nombreuses recherches sont en cours pour trouver le moyen de rapprocher les résultats des essais en laboratoire de ceux qui surviennent en pratique. L'appareil M.N.S. est de faible encombrement, il est peu coûteux, et son assemblage et son mode de fonctionnement ne posent aucune difficulté. L'essai s'effectue rapidement et peut être fait par du personnel de laboratoire ayant une formation spécialisée courante. Une bonne méthode de travail et une analyse soignée sont, bien sûr, essentielles. L'essai ne nécessite qu'une très petite quantité de pétrole et d'eau contaminée. Ces caractéristiques, en plus de son utilisation généralisée au Canada, expliquent un tel choix. On trouvera dans la publication une description détaillée de l'appareil, accompagnée de schémas, et des instructions pour effectuer l'essai; en outre, un diagramme des étapes de l'essai du dispersant complète la description.

Il est à noter qu'un document rédigé par le professeur D. Mackay sur l'emploi des tests d'efficacité à l'échelle mondiale est actuellement sous presse et sera publié par l'A.S.T.M. (Mackay, 1984). Un article semblable sur les essais de toxicité, par le

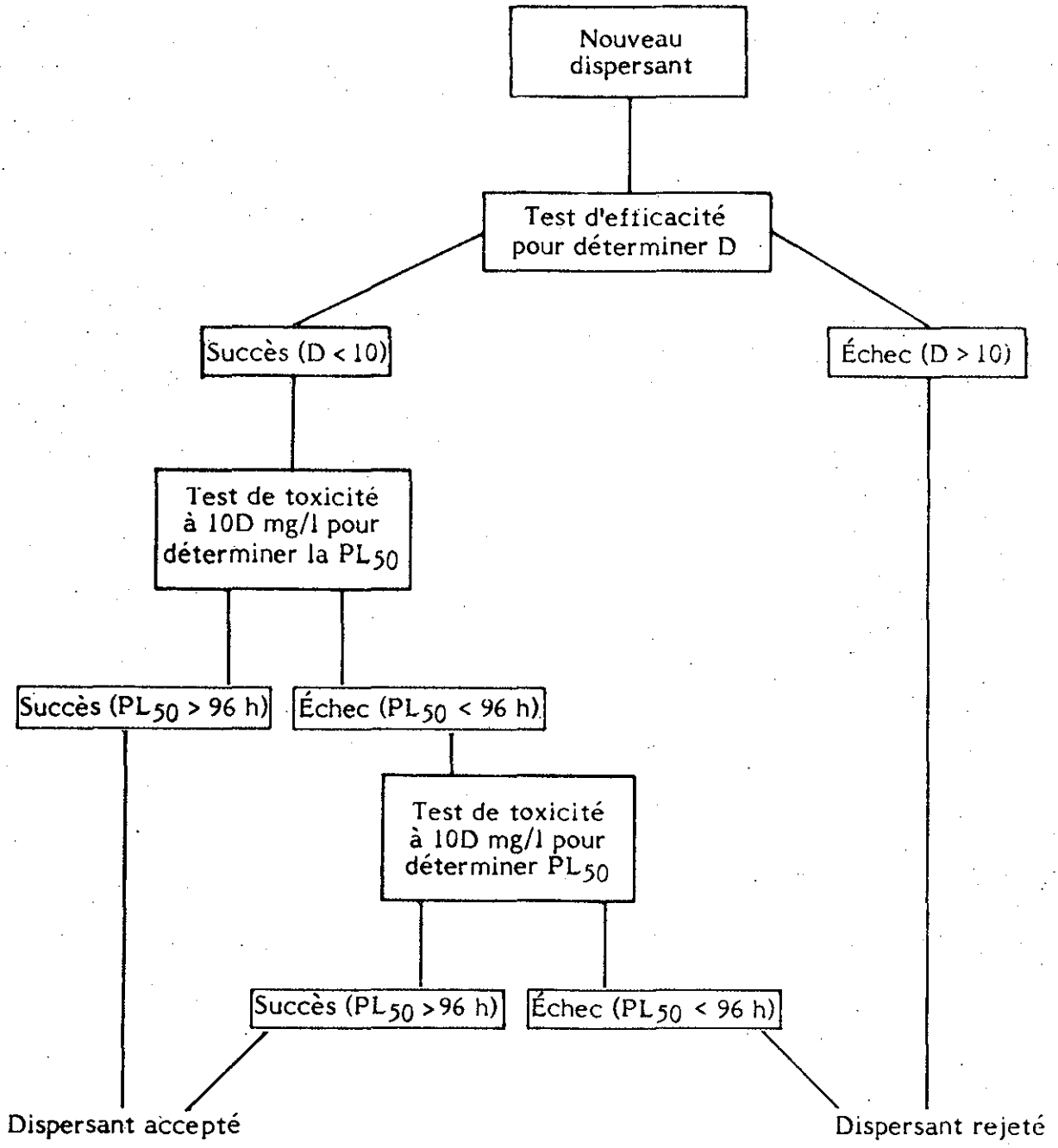


FIGURE 2 Tableau schématique des tests d'admissibilité des dispersants
D est la dose de dispersant requise pour disperser 50 p. 100 du volume de pétrole dans l'appareil MNS. La PL_{50} est la période létale médiane à une teneur donnée de la substance testée

Dr P. Wells, est en préparation en vue de sa publication dans le *Bulletin de la lutte contre les déversements*. Les deux articles apporteront les éléments de base au nouvel indice de toxicité des lignes directrices (deuxième édition) et traiteront du choix de l'essai d'efficacité M.N.S. et de l'essai de toxicité. Un bref commentaire est donné ci-après sur l'essai de toxicité.

L'essai de toxicité est une version modifiée de l'essai de toxicité effectué avec la truite arc-en-ciel en eau douce et utilisé par de nombreux experts et organismes de réglementation. On applique la même dose de dispersant, déterminée par l'essai d'efficacité; une PL_{50} (c'est-à-dire une période médiane pour un taux de mortalité de 50 p. 100) est ensuite calculée. Au lieu des mélanges dispersant-pétrole prescrits auparavant dans les anciennes lignes directrices, seul le dispersant fait l'objet d'un essai. L'essai est simple et nécessite un minimum de formation en toxicologie aquatique, et, surtout, la toxicité du dispersant n'est pas masquée par une toxicité inhérente au pétrole. Il s'agit d'un essai de létalité relativement rapide, contrôlé, comportant un critère réussite/échec et qui est par conséquent bien adapté à la fonction de sélection requise par les lignes directrices. Le chapitre contient également les instructions complètes pour effectuer l'essai et interpréter les résultats de même qu'une analyse succincte et utile sur les conditions contrôlées des essais.

Une formule simplifiée de rapport sur les résultats des essais d'efficacité et de toxicité est présentée.

Les étapes à suivre pour faire une demande d'approbation d'un dispersant sont décrites en détail. Les renseignements requis sur les produits soumis et les règles d'étiquetage sont expliqués et ne diffèrent pas beaucoup des lignes directrices de 1973.

Les lignes directrices sur les dispersants (2e édition) comprennent également des références et, en annexe, une liste à jour des personnes-ressources du S.P.E.

Les *Lignes directrices concernant l'homologation des dispersants et leur utilisation pour traiter les nappes de pétrole*, versions française et anglaise, peuvent être obtenues à l'adresse suivante:

Section des publications
Environnement Canada
Service de la protection de l'environnement
Ottawa, Ontario
K1A 1C8

Les demandes d'information et les commentaires concernant les Lignes directrices devraient être adressés à:

Division des techniques d'intervention d'urgence
Centre de technologie environnementale River Road
Environnement Canada
Ottawa, Ontario
K1A 1C8

Références

Anonyme. A Bibliography of Oil Spills, 1972-1980, vol. 1 à 4. EPS, Ottawa, Canada.

Mackay D. *et al.* (sous presse). *Measurement and Prediction of the Effectiveness of Oil Spill Dispersants.* A.S.T.M. Philadelphia, PA.

Norton, M.G. *et al.*, 1978. "Toxicity testing in the United Kingdom for the evaluation of oil slick dispersants", *Chemical Dispersants for the Control of Oil Spills.* Édité par L.T. McCarthy, Jr., G.P. Lindblom et H.F. Walker. A.S.T.M., S.T.P. 659. Am. Soc. Testing and Materials, Philadelphia, PA.

Sprague, J.B., J.H. Vandermeulen et P.G. Wells (éd.) 1982. *Le pétrole et les dispersants dans les mers baignant le littoral canadien. Évaluation des recherches et recommandations.* Environnement Canada, S.P.E., Analyse économique et technique, rapport EPS-3-EC-82-2F.

DÉVERSEMENT DE PÉTROLE À WHYTECLIFF, COLOMBIE-BRITANNIQUE: DISTRIBUTION DES SÉDIMENTS ET MOUVEMENT DU PÉTROLE SUR LA PLAGE

P. McLaren
Cordilleran Geology Division
Pacific Geo Science Centre
Sidney, B.C.

Note du rédacteur: Le présent article est tiré de *Current Research*, partie A, Commission géologique du Canada, document 84-1A, p. 81-85, 1984. Un certain nombre de modifications mineures ont toutefois été apportées.

Introduction

Le 18 janvier 1983, du Bunker B a été déversé dans le port de Vancouver, entraînant la formation d'une marée noire sur les plages du parc Whytecliff, trois jours plus tard (figure 1). Des barrières ont été installées pour contenir le pétrole (figure 2). Toutefois l'une d'entre elles a dérivé, et une nappe de pétrole épais et collant a recouvert une zone intertidale d'environ 100 m^2.

Le pétrole s'est déposé sur la côte, le long de l'anse Whyte qui abrite une petite plage d'environ 200 m de longueur. Cette plage est bordée au nord par un promontoire rocheux et un quai de marina, et au sud par un tombolo de blocs qui se prolonge jusqu'à Whyte Islet (figure 1). La plage de gravier sablonneux est au pied d'une falaise sujette à l'érosion, et dont une partie est stabilisée par du béton. Le tombolo, qui est à sec à marée basse, a été construit dans les années 1930 pour protéger l'anse.

Au moment de la prise d'échantillons de sédiments (8 février 1983), une épaisse couche de pétrole était concentrée à la laisse de haute mer sur les affleurements rocheux adjacents et sur les blocs du côté sud du tombolo. À cet endroit, la zone intertidale était presque complètement recouverte de pétrole, et des phénomènes d'irisation étaient clairement visibles sur les étangs littoraux et sur le plan d'eau.

Par contre, le côté nord du tombolo était relativement propre. Cela était sans doute le résultat des grosses vagues qui pénètrent l'anse Whyte à chaque passage du traversier assurant la navette entre Nanaimo et Horseshoe Bay (toutes les deux heures pendant la journée). Il n'y avait pas de pétrole visible sur la plage; cependant il y avait généralement une irisation de l'eau. Les piliers et les pontons de la marina à l'extrémité nord de l'anse étaient encore couverts abondamment de pétrole malgré des efforts intensifs de nettoyage.

L'objectif principal de l'étude du déversement de pétrole à Whytecliff était d'étudier la relation entre les teneurs en pétrole des sédiments de la plage et les tendances de la distribution des sédiments en fonction des variations de leur granulométrie. Selon McLaren (1981*a*), la direction du transport des sédiments peut être établie à partir des variations relatives des mesures des moments de la moyenne, de la variance (dans la granulométrie) et de l'asymétrie qui décrivent la distribution des tailles des sédiments. Il est possible de déduire la direction que suivront les sédiments si leur taille devient de plus en plus fine, avec une distribution plus uniforme et plus négativement asymétrique ou plus

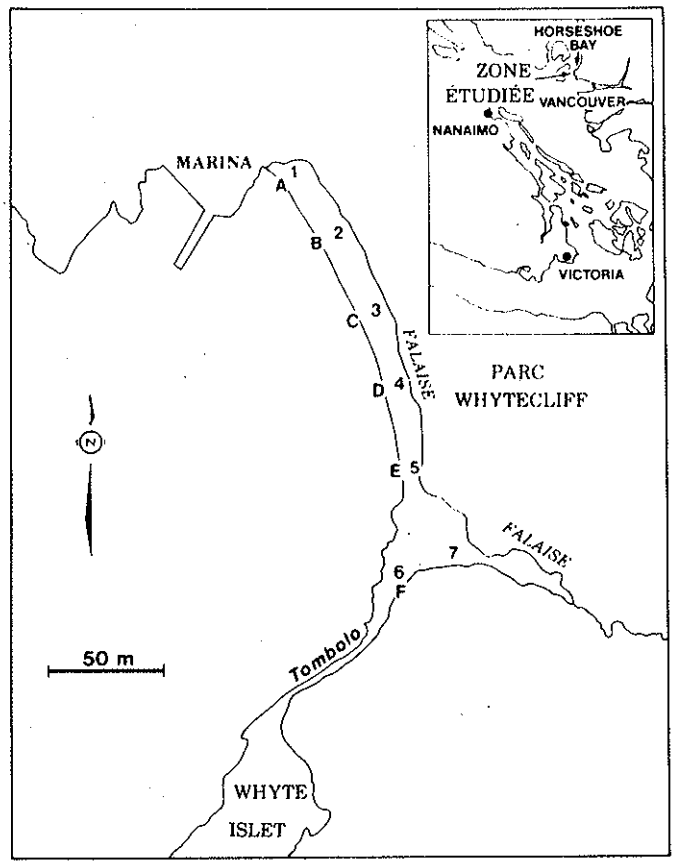


FIGURE 1 Carte du déversement et points d'échantillonnage: échantillons 1-7 recueillis le 8 février 1983; échantillons A-F recueillis par F. Beech, le 16 avril 1983

grosse, avec une distribution plus uniforme et plus positivement asymétrique. Dans plusieurs autres documents (McLaren, 1980, 1981*b*, 1983; McLaren *et al.*, 1981) j'ai supposé que le mouvement du pétrole dans la zone côtière peut être prévu en se basant sur la direction des sédiments, déterminée d'après la distribution de leur taille. Le déversement de pétrole à Whytecliff a fourni la première occasion de vérifier cette hypothèse.

Méthodes utilisées sur le terrain et présentation des données

Le 8 février 1983, sept échantillons de sédiments, ont été prélevés à la laisse de haute mer, soit la zone la plus polluée par le pétrole. Chaque échantillon comprenait les quelques premiers 20 cm de la surface de la plage et a été congelé jusqu'au moment de l'analyse de sa teneur en hydrocarbures. Les hydrocarbures totaux ont été mesurés par des techniques fluorométriques standard, et les sédiments ont été conservés pour des analyses ultérieures de granulométrie (tableau 1). Six autres échantillons ont été prélevés sur la plage Whytecliff, le 16 avril 1983, par Fred Beech du Service de la protection de l'environnement. Ces échantillons (dont les emplacements sont indiqués à la figure 1) ont été prélevés à la laisse de haute mer moyenne et ont fait l'objet d'analyses identiques.

FIGURE 2 Tentative d'installation de barrières à l'anse Whyte. La ligne pointillée indique les limites extérieures de la nappe de pétrole; les tirets indiquent l'emplacement des barrières. Photo: Fred Beech, Service de la protection de l'environnement

Les analyses granulométriques montrent que les sédiments de la plage sont surtout composés de gravier (quantité moyenne de 67 p. 100 ± 12 p. 100) ayant une taille moyenne de -2,08 Ø ± 0,77 Ø (galet). Il n'existe pas de corrélation entre l'un des paramètres texturaux et la teneur en pétrole. Au moment du premier échantillonnage, les teneurs en pétrole étaient maximales du côté sud du tombolo, puisque ce secteur était protégé des vagues produites par le traversier. Par contre, les échantillons 4 et 5 montrent des teneurs qui se situent probablement dans les limites des teneurs de fond en hydrocarbures (< 100 p.p.m.; Davis Hope, Seakem Oceanography, communication personnelle). Les sédiments dans ce secteur sont plus exposés aux vagues du traversier, et après 18 jours, la contamination par les hydrocarbures était déjà minime. Toutefois, le reste de la plage avait encore des teneurs en hydrocarbures relativement élevées, l'échantillon 3 correspondant à la plus forte quantité (tableau 1).

Au moment du deuxième échantillonnage, soit 55 jours plus tard, le côté sud du tombolo de même que la majeure partie de la plage semblaient être propres à l'exception des sites A et D. La teneur en hydrocarbures de 113 p.p.m. de ce dernier site est quelque peu douteuse, car l'échantillon contenait une quantité importante de matières organiques, et le solvant utilisé pour extraire les hydrocarbures n'a pas viré au noir comme ce fut le cas des autres échantillons contaminés par le pétrole. Les pigments fluorescents contenus dans les plantes sont probablement la cause de ces teneurs relativement élevées. Toutefois, l'échantillon A a produit un extrait qui était visiblement contaminé par du pétrole, ce qui laisse entendre que l'extrémité nord de la plage était encore bien polluée.

Tableau 1

Teneurs en hydrocarbures et caractéristiques des sédiments d'après les échantillonnages de la plage indiquées à la figure 1

Échantillon (emplacement, figure 1)	Teneur en hydrocarbures, en p.p.m. (mg/kg)	Pourcentage de gravier	Pourcentage de sable	Mesures des moments (Ø)		
				Moyenne	Variance (granulométrie)	Asymétrie
8 février 1983						
1	160	66	34	- 2,08	2,45	0,52
2	119	60	40	- 2,20	2,63	0,03
3	934	89	10	- 3,34	2,01	1,36
4	94	69	30	- 2,56	2,67	0,39
5	25	65	33	- 2,27	2,62	0,24
6	2130	70	29	- 2,40	2,53	0,57
7	9580	60	39	- 1,67	2,29	0,21
16 avril 1983						
A	190	79	20	- 1,77	1,84	1,00
B	29	55	44	- 1,16	2,14	0,22
C	58	85	13	- 2,58	1,86	0,89
D	113	76	20	- 3,11	3,22	1,13
E	25	54	45	- 1,00	1,90	0,02
F	62	48	51	- 0,84	2,17	- 0,08

Distribution des sédiments

a) **Tombolo**
Les analyses granulométriques des échantillons 6 et 7 prélevés sur le côté sud du tombolo indiquent un trajet des sédiments de 6 à 7 (figures 3, 4). Étant donné que les teneurs en hydrocarbures devraient s'accroître ou s'accumuler dans la direction du transport des sédiments, les données obtenues confirment cette notion avec des valeurs de teneurs en hydrocarbures de 2130 p.p.m. dans l'échantillon 6 et de 9580 p.p.m. dans l'échantillon 7.

b) **Plage de Whytecliff** (8 février)
Une matrice de distribution des sédiments (figure 5) démontre que, pour les échantillons prélevés à marée haute, tous les trajets des sédiments se terminent à l'emplacement 3, ce qui indique qu'une accumulation d'hydrocarbures peut se produire à cet endroit (figure 4). Les données sur les teneurs en hydrocarbures (tableau 1) confirment que les trajets des sédiments ont permis de prévoir avec précision une augmentation des teneurs en hydrocarbures correspondant presque à un ordre de grandeur de plus qu'à tout autre endroit.

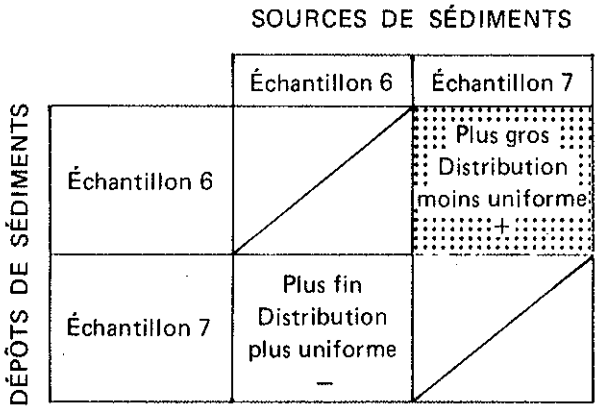


FIGURE 3 Matrice des tendances de transport des sédiments pour les échantillons 6 et 7 prélevés sur le tombolo. L'échantillon 7 est plus fin, a une distribution granulométrique plus uniforme et est plus négativement asymétrique que l'échantillon 6, ce qui laisse entendre que la direction du transport va de 6 à 7. L'échantillon 6 est plus gros, a une distribution granulométrique moins uniforme et est plus positivement asymétrique que l'échantillon 7 (carreau ombragé), ce qui signifie une tendance inacceptable de transport de 7 à 6 (McLaren, 1981*a*)

c) **Plage de Whytecliff** (16 avril)
Les analyses des échantillons prélevés à la laisse de haute mer moyenne ont donné un ensemble de directions de transport différent de celui des échantillons recueillis à la laisse de haute mer. La matrice de tendances de sédimentation (figure 6) et les trajets correspondants des sédiments (figure 7) montrent trois tendances de déplacement des sédiments vers le sud et six tendances de déplacement vers le nord. Il s'agit donc d'un rapport de 2:1 en faveur du transport des sédiments en direction du nord. L'échantillon A contient une importante teneur en hydrocarbures par rapport aux teneurs de fond qui prédominent ailleurs (tableau 1).

Conclusions

Étant donné que les sédiments doivent devenir plus gros, avoir une distribution granulométrique plus uniforme ou être plus positivement asymétriques ou plus fins, avoir une distribution granulométrique plus uniforme ou être plus négativement asymétriques dans la direction du transport des sédiments, un modèle dérivé de transport des sédiments dans la zone côtière permettrait de prévoir le mouvement du pétrole et, par conséquent, de faciliter la planification d'urgence. Le déversement de pétrole à Whytecliff convenait parfaitement à la vérification de cette hypothèse. Pour chacun des trois trajets de sédiments (côté sud du tombolo; laisse de haute mer le 8 février et laisse de haute mer moyenne le 16 avril), les teneurs en pétrole ont augmenté de façon importante dans la direction déterminée par une analyse des tendances de déplacement des sédiments. Il semble donc que les tendances de transport des sédiments permettent de prévoir avec une précision considérable le déplacement du pétrole sur chaque plage et pourraient constituer un outil efficace de planification d'urgence.

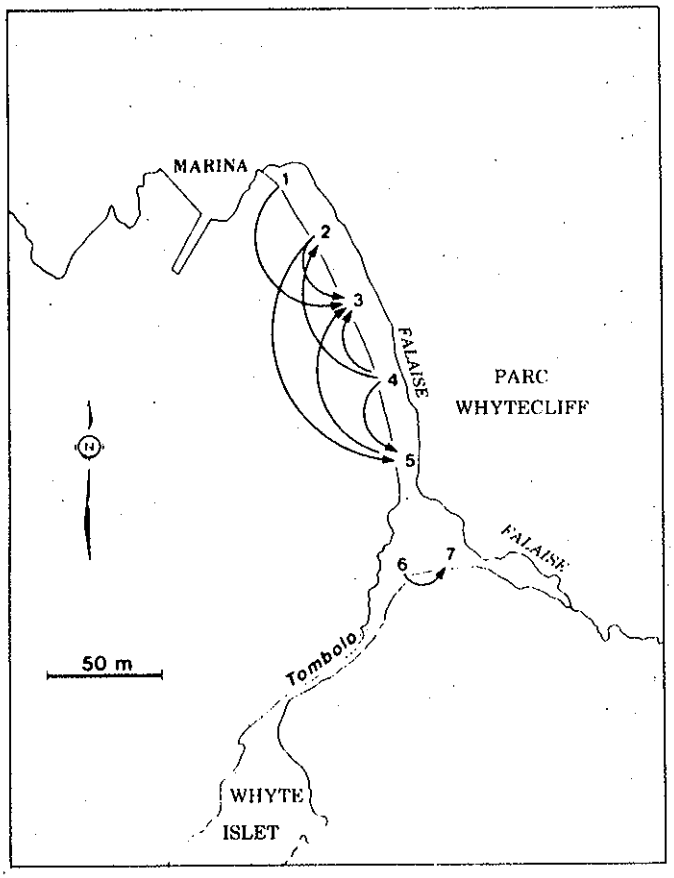


FIGURE 4 Résumé des directions de transport des sédiments d'après les échantillons prélevés le 8 février 1983. Les flèches indiquent les trajets possibles des sédiments d'après les matrices de tendances de distribution des sédiments (fig. 3, 5)

Ainsi, les résultats des tendances de déplacement des sédiments indiquent clairement que le nettoyage du côté sud du tombolo devrait se faire d'ouest en est et celui de la plage Whytecliff du sud vers le nord pour réduire la probabilité de recontamination.

Remerciements

L'auteur tient à remercier M. Fred Beech du Service de la protection de l'environnement pour l'intérêt qu'il a manifesté pour cette recherche et pour la collecte d'une série d'échantillons sur la plage. Kim Conway a apporté son aide sur le terrain, tandis que David Hope de Seakem a effectué les analyses d'hydrocarbures. La participation de Trudie Forbes pour les analyses granulométriques et la révision de l'article a été grandement appréciée.

SOURCES DES SÉDIMENTS

DÉPÔTS DE SÉDIMENTS

	1	2	3	4	5
1		Plus fin Distribution plus uniforme +	Plus fin Distribution moins uniforme –	Plus fin Distribution plus uniforme +	Plus fin Distribution plus uniforme +
2	Plus gros Distribution moins uniforme –		Plus fin Distribution moins uniforme –	Plus fin Distribution plus uniforme –	Plus fin Distribution moins uniforme –
3	Plus gros Distribution plus uniforme +	Plus gros Distribution plus uniforme +		Plus gros Distribution plus uniforme +	Plus gros Distribution plus uniforme +
4	Plus gros Distribution moins uniforme –	Plus gros Distribution moins uniforme +	Plus fin Distribution moins uniforme –		Plus gros Distribution moins uniforme +
5	Plus gros Distribution moins uniforme –	Plus gros Distribution plus uniforme +	Plus fin Distribution moins uniforme –	Plus fin Distribution plus uniforme –	

FIGURE 5 Matrice des tendances de déplacement des sédiments pour les échantillons 1 à 5 prélevés à la laisse de haute mer sur la plage, le 18 février 1983. Les cases ombragées indiquent des tendances peu probables; le mode d'emploi de la matrice est décrit dans la légende de la figure 3

SOURCES DES SÉDIMENTS

DÉPÔTS DE SÉDIMENTS

	A	B	C	D	E
A		Plus gros Distribution plus uniforme +	Plus fin Distribution plus uniforme +	Plus fin Distribution plus uniforme –	Plus gros Distribution plus uniforme +
B	Plus fin Distribution moins uniforme –		Plus fin Distribution moins uniforme –	Plus fin Distribution plus uniforme –	Plus gros Distribution moins uniforme +
C	Plus gros Distribution moins uniforme –	Plus gros Distribution plus uniforme +		Plus fin Distribution plus uniforme –	Plus gros Distribution plus uniforme +
D	Plus gros Distribution moins uniforme +	Plus gros Distribution moins uniforme +	Plus gros Distribution moins uniforme +		Plus gros Distribution moins uniforme +
E	Plus fin Distribution moins uniforme –	Plus fin Distribution plus uniforme –	Plus fin Distribution moins uniforme –	Plus fin Distribution plus uniforme –	

FIGURE 6 Matrice des tendances de déplacement des sédiments pour les échantillons A à E prélevés sur la plage, le 16 avril 1983, à la laisse de haute mer moyenne. Les cases ombragées indiquent des tendances peu probables; le mode d'emploi de la matrice est décrit dans la légende de la figure 3

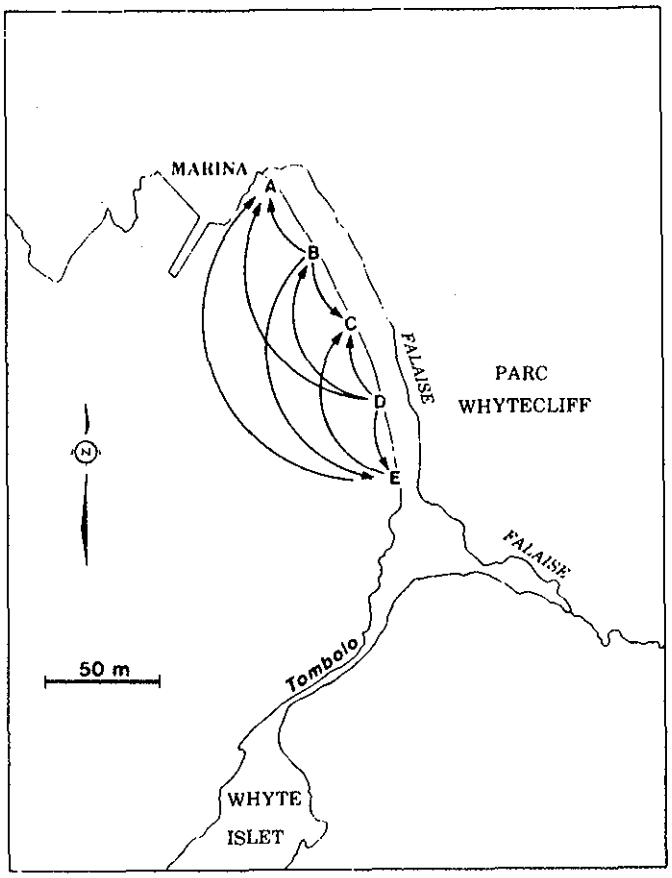


FIGURE 7 Résumé des trajets des sédiments d'après les échantillons prélevés le 16 avril 1983. Les flèches indiquent les trajets possibles des sédiments d'après la matrice des tendances de déplacement des sédiments donnés à la figure 6

Références

McLaren, P., 1980. "Trends in sediment distributions: a method to predict oil spill movement in the coastal zone", *Spill Technology Newsletter*, Environmental Protection Service, Ottawa, vol. 5, nº 3, p. 76-87.

McLaren, P., 1981a. "An interpretation of trends in grain size measures", *Journal of Sedimentary Petrology*, vol. 51, nº 2, p. 611-624.

McLaren, P., 1981b. "Coastal geology and oil spills", *Episodes*, vol. 1981, p. 3-8.

McLaren, P., 1983. "Coastal sediments of the Strait of Juan de Fuca: implications for oil spills", *Current Research*, Part A, Geological Survey of Canada, Paper 83-1A, p. 241-244.

McLaren, P., W.B. Barrie et J.M. Sempels, 1981. "The coastal morphology and sedimentology of Cape Hatt: implications for the Baffin Island Oil Spill Project (BIOS)", *Current Research, Part B, Geological Survey of Canada*, Paper 81-1B, p. 153-162.