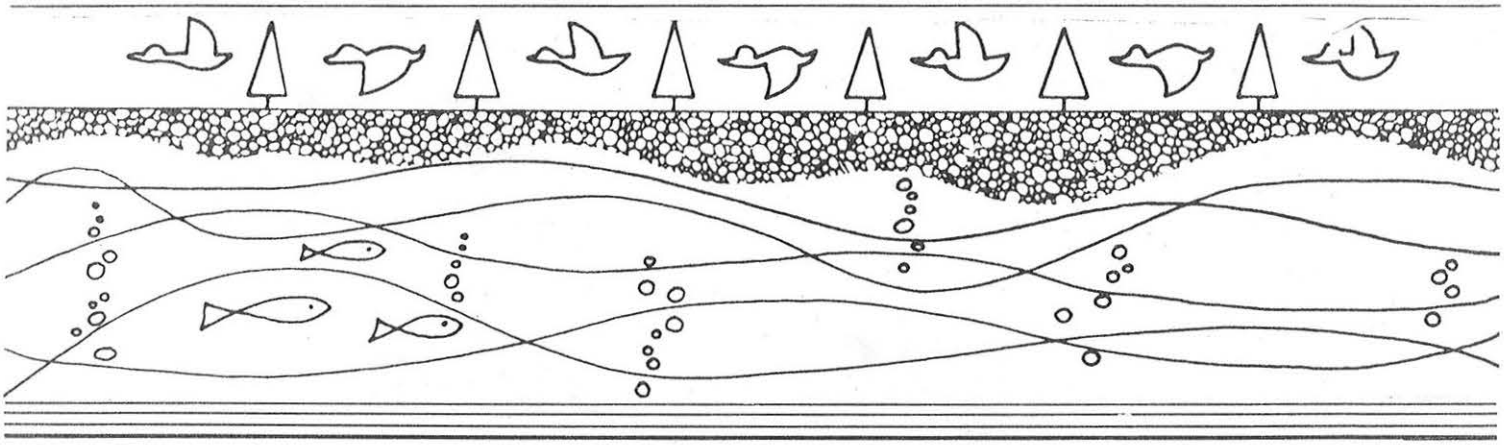
Bulletin de la lutte contre les déversements

Bulletin bimestriel de liaison, à caractère non officiel, publié par la direction des interventions d'urgence du Service de la protection de l'environnement, Ottawa (Canada)

Vol, VII, nº 4 ISSN 0381-4459 Juillet-août 1982



Bulletin de la lutte contre les déversements

RÉDACTEURS EN CHEF

M. Fingas et Dr D.E. Thornton
Division de la recherche et du développement
Direction des interventions d'urgences
Direction générale du contrôle des incidences environnementales
Service de la protection de l'environnement
Ministère de l'Environnement
Ottawa, Ontario
K1A 1C8
Téléphone: (819) 997-3921

Le Bulletin a été créé en 1976 dans l'intention 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 autres publications 4

Conférences à venir 7

Évaluation des produits absorbants - rapport provisoire 8

Confinement du pétrole sous-marin - une solution de rechange au dispositif "SOMBRERO" 10

Mesures d'intervention en cas de déversement majeur de pétrole au large des côtes canadiennes 12

ENVIRONNEMENT CANADA BIBLIOTHÈQUE RÉGION DE QUÉBEC

DREI

©
Approvisionnements et Services Canada

INTRODUCTION

Le premier article du présent numéro est un court exposé de Harry Whittaker portant sur l'évaluation des produits absorbants par la Direction des interventions d'urgence. Le deuxième article, de Ken Meikle, est une brève description d'une méthode de confinement après éruption de puits de pétrole sous-marins, et basée sur une technique à haute pression. Le troisième article, rédigé par M.M. Dave Thornton et Howard Hume, évalue l'état actuel des stratégies d'intervention en cas de déversements d'hydrocarbures au large. Cet article est extrait du compte rendu d'une conférence intitulée "West Coast Oil and Gas: Expectations and Opportunities" (28-30 novembre 1982, Vancouver) avec l'aimable autorisation des organisateurs, soit le ministère de l'Énergie, des Mines et des Ressources pétrolières de la Colombie-Britannique. Le compte rendu intégral de la conférence qui contient un certain nombre de communications traitant d'aspects techniques, sociaux et environnementaux associés à l'exploration pétrolière et gazière, au large de la côte ouest, peut être obtenu au coût de 15 $ à l'adresse suivante: Dr. Peter Finkle, Directeur, Offshore Administration Branch, Ministry of Energy, Mines and Petroleum Resources, Parliament Buildings, Victoria B.C., V8V 1X4.

Nos lecteurs ont sans doute remarqué que la publication du présent bulletin est quelque peu en retard. Nous rattraperons bientôt le temps perdu et, à cette fin, nous sollicitons votre collaboration et vous invitons à nous soumettre des articles.

RAPPORTS ET PUBLICATIONS

Il est possible de se procurer les exposés présentés à la troisième International Environment and Safety Conference qui s'est tenue à Wembley du 1er au 3 septembre. Plus de 100 communications ont été faites sur des questions portant notamment sur la pollution de l'air et de l'eau ainsi que sur la sécurité au travail. Il reste encore un nombre limité de rapports sur la conférence de 1981. Pour de plus amples informations, s'adresser à: International Environment and Safety, Labmate Limited, Newgate, Sandpit Lane, St. Albans, Herts, A14 0BS, Royaume-Uni, téléphone (0727) 51993.

CONCAWE (The Oil Companies, International Study Group for Conservation of Clean Air and Water - Europe) a publié un nouveau rapport, "Ecological Monitoring of Aqueous Effluents from Petroleum Refineries", N° du rapport 8/82. Pour de plus amples informations s'adresser à: CONCAWE, Babylon - Kantoren A, Koningin Julianaplein 30-9, 2595 AA, La Haye, Pays-Bas, téléphone 31 70 47 54 94.

Une nouvelle édition de "The Control of Oil Pollution" est parue. Le volume est publié par J. Wardley Smith et coûte 19 livres sterling ou 38 $ américains par courrier de surface. Pour de plus amples informations s'adresser à: Graham and Trotman Ltd. Sterling House, 66 Wilton Road, Londres, SW1 VIDE, téléphone 01-8211123.

Les rapports suivants peuvent être commandés au U.S. Department of Commerce, National Technical Information Service, Springfield, Virginie, 22161, téléphone (703) 487-4650. La plupart des rapports existent également sur microfiche au prix de 4 $ l'exemplaire. Les acheteurs canadiens doivent ajouter 2.50 $ par exemplaire et 1.50 $ par microfiche. Les prix s'entendent en dollars américains.

"Oil Spill Response Scenarios for Remote Arctic Environments". R.H. Schulze, W.G. Grosskopf, J.C. Cox et L.A. Schultz. Arctec Inc., Columbia, Maryland. Mars 1982. 409 p., PB82-231416, 29 $.

"Oil Spills: Biological Effects. Juin 1981 - Juillet 1982 (Citations from the NTIS Data Base)". National Technical Information Service, Springfield, Virginia. Juillet 1982. 132 p., PB82-810391, 28 $.

"Oil Spills: Environmental Effects. 1977 - juillet 1982 (Citations from the Selected Water Resources Abstracts Data Base)". National Technical Information Service, Springfield, Virginia. Juillet 1982. 82 p., PB82-871005, 28 $.

"Oil Spills: Biological Effects. Juin 1981 - Juin 1982 (Citations from the American Petroleum Institute Data Base)". National Technical Information Service, Springfield, Virginia. Juillet 1982. 61 p., PB82-8710078, 28 $.

"Fire Defense and Emergency Response Planning Resource Directory". P.A. Sklar, Northwest Arkansas Regional Planning Commission, Springdale. Février 1982. 195 p., PB82-229337, 15.50 $.

L'équipe chargée du projet de déversement de pétrole à l'île Baffin (BIOS) a récemment publié neuf rapports provisoires dont les titres apparaissent ci-après. Ces rapports n'ont pas fait l'objet d'une révision technique rigoureuse: ils seront toutefois,

distribués en nombre limité afin de communiquer les résultats aux spécialistes qui oeuvrent dans des domaines connexes. Les exemplaires de ces rapports peuvent être obtenus à l'adresse suivante: Coordonnateur des publications, Direction générale du contrôle des incidences environnementales, Service de la protection de l'environnement, Ottawa, Ontario, K1A 1C8.

Green, D.R., B. Humphrey et B. Fowler, 1982, Chemistry: 1. Field Sampling and Measurements - 1981 Study Results. (BIOS) Baffin Island Oil Spill Project Working Report 81-1: 111 p.

Boehm, P.D., D.L. Fiest et P. Hirtzer, 1982, Chemistry: 2. Analytical Biogeochemistry - 1981 Study Results. (BIOS) Baffin Island Oil Spill Working Report 81-2: 354 p.

Cross, W.E. et D.H. Thomson, 1982, Macrobenthos - 1981 Study Results. (BIOS) Baffin Island Oil Spill Working Report 81-3: 105 p.

Owens, E.H., J.R. Harper et C.R. Foget, 1982, Shoreline Countermeasures - 1981 Study Results. (BIOS) Baffin Island Oil Spill Working Report 81-4: 123 p.

Eimhjellen, K., O. Nilssen, K. Josefsen, T. Sommer, E. Sendstad, P. Sveum, et T. Hoddo, 1982, Microbiology: II. Biodegradation of Oil - 1981 Study Results. (BIOS) Baffin Island Oil Spill Working Report 81-6: 57 p.

Dickens, D.F., 1981, Ice Conditions - 1981 Study Results. (BIOS) Baffin Island Oil Spill Working Report 81-8: 41 p.

Dickens, D.F., 1982, Discharge Systems - 1981 Study Results. (BIOS) Baffin Island Oil Spill Working Report 81-9: 62 p.

Engelhardt, F.R. et R.J. Norstrom, 1982, Petroleum hydrocarbons in two benthic invertebrates, the urchin Stongylocentrotus droebachiensis and the polychaete Pectinaria granulosa. IN: Special Studies - 1981 Study Results. (BIOS) Baffin Island Oil Spill Working Report 81-10.

Cross, W.E., 1982, In Situ studies of effects of oil and dispersed oil on primary productivity of ice algae and on under-ice amphipod communities. IN: Special Studies - 1981 Study Results. (BIOS) Baffin Island Oil Spill Working Report 81-10.

La Direction des interventions d'urgence vient de publier un rapport dont le titre et le résumé sont donnés ci-après. On peut se procurer cette publication à l'adresse suivante:

Coordonnateur des publications
Direction générale du contrôle des incidences environnementales
Service de la protection de l'environnement
Ottawa, Ontario
K1A 1C8

"Le comportement du pétrole brut déversé sous la glace pluri-annuelle" EPS 4-EC-82-4

En juin 1978, un total de 1,8 m^3 de brut Norman Wells a été déversé en trois endroits, sous la glace pluri-annuelle qui recouvre la baie Griper dans les Territoires du Nord-Ouest.

Les sites d'essais ont été survolés à plusieurs reprises au cours de l'été 1978. Une quantité considérable de pétrole a été aperçue à la surface de la glace et on a observé la présence d'une fissure à l'un des sites.

Le rapport décrit les résultats d'une étude des sites effectuée en septembre 1979, période à laquelle le sort du pétrole déversé était définitivement fixé.

Les trois sites ont fait l'objet de carottages et de forages et la quantité de pétrole résiduel dans la glace a été estimée. Des échantillons du pétrole à la surface de la glace et dans la glace ont été recueillis et analysés afin d'évaluer le degré d'altération.

Seule une petite quantité du pétrole déversé initialement était demeurée dans la couche de glace. Dans l'un des sites, la couche de glace n'avait conservé qu'un maximum de 10 % du pétrole déversé à l'origine, tandis que, pour le deuxième, la quantité résiduelle de pétrole n'était que de 1 % et, pour le troisième, elle était nulle.

Le pétrole à la surface de la glace était considérablement altéré et avait subi une perte moyenne de poids (par évaporation) de plus de 42 %.

On a constaté que le pétrole avait migré à la fois horizontalement et verticalement dans la couche de glace. La superficie de contamination des sites expérimentaux, dont la couche de la glace contenait encore du pétrole, s'était agrandie de 400 % par rapport à la surface initiale de déversement.

Les sites étaient relativement exempts de pétrole et il semble que les processus naturels de dispersion et d'évaporation ont assuré un nettoyage relativement efficace.

CONFÉRENCES À VENIR

L'atelier intitulé "Tenth Annual Aquatic Toxicity Workshop" aura lieu du 7 au 10 novembre 1983, à l'hôtel Lord Nelson, Halifax, Nouvelle-Écosse. Pour de plus amples informations, s'adresser à: R.F. Addison ou P.G. Wells, Marine Ecology Laboratory, Institut d'océanographie de Bedford, Dartmouth, Nouvelle-Écosse, B2Y 4A2. Les numéros de téléphone sont (902) 426-3279 ou (902) 426-3276.

La troisième conférence de l'Ohio Environmental Engineering aura pour thème: "Management of Toxic and Hazardous Wastes" et se tiendra du 28 au 30 mars 1983 au Mariott Inn North, Columbus, Ohio. Pour de plus amples informations s'adresser à: Malcolm Pirnie, Inc., 6161 Busch Boulevard, Columbus, Ohio, 43229.

Les American Ecology Services présentent une série de colloques de deux jours sur "The Fundamentals of Ground-Water Quality Protection". Le premier colloque est prévu pour les 3 et 4 mars 1983 à Washington, D.C. et le deuxième pour les 22 et 23 mars à Houston, Texas. Pour de plus amples informations, s'adresser à: Richard Miller, American Ecology Services, 127 East 59th Street, New York, N.Y., 10022, téléphone (212) 371-1620.

La conférence biennale intitulée "1983 Oil Spill Conference" et organisée conjointement par l'EPA, l'API et l'USCG, se déroulera du 28 février au 3 mars 1983 à San Antonio, Texas. Pour de plus amples informations, s'adresser à 1983 Oil Spill Conference, Suite 700, 1629 K Street, N.W., Washington, D.C., téléphone (202) 296-7262.

ÉVALUATION DES PRODUITS ABSORBANTS - RAPPORT PROVISOIRE

H. Whittaker
Ingénieur d'études (procédés)
Division de la recherche et du développement
Direction des interventions d'urgence
Service de la protection de l'environnement
Environnement Canada

Comme l'annonçait le numéro de mars-avril 1982, la Division de la recherche et du développement a entrepris et mis à jour une analyse des produits absorbants. Les analyses en laboratoire sont essentiellement identiques à celles qui ont été effectuées au cours de la deuxième évaluation, les principaux paramètres mesurés étant la capacité initiale, la capacité de réutilisation et l'absorption de l'eau. Toutefois, la proportion des fluides a été augmentée. Étant donné l'importance accrue accordée aux déversements de produits chimiques, le toluène et le cyclohexane ont été ajoutés comme fluides d'essai au fuel lourd C, à l'huile diesel et aux pétroles bruts.

La demande de suggestion de produits absorbants, qui a été publiée dans le Bulletin de la lutte contre les déversements, n'a pas donné les résultats escomptés puisque nous n'avons reçu que trois réponses. Toutefois, vers la même période, nous avons appris que le PROSCARAC (Comité consultatif régional des Prairies pour le confinement et la récupération des déversements de pétrole) effectuait une évaluation de produits absorbants qui comprenait des essais sur le terrain. Nous sommes donc entrés en contact avec le responsable de ce projet, M. Alan B. McFadyen de l'Alberta Energy and Natural Resources, et cette rencontre nous a permis d'assurer une excellente concordance des deux évaluations. Quatorze des produits absorbants utilisés étaient communs aux deux évaluations.

L'évaluation en laboratoire a été finalement confiée à la compagnie Enviroclean, divison de la MacLaren Plansearch Inc. de London (Ontario). Les travaux ont commencé en novembre, sous la direction de M. N.M. Neaves et sont en bonne voie. Une liste des produits absorbants figure à l'annexe A du présent article.

Les résultats de l'évaluation, avec les renvois appropriés au programme PROSCARAC, seront probablement publiés cette année dans un rapport du SPE. En attendant, la 2e mise à jour du rapport de l'évaluation de 1980 est sur le point d'être terminée.

ANNEXE A

Évaluation de produits absorbants - 3e mise à jour

OCLANSORB	- Mousse de tourbe traitée
* SPC Sorbent	- Fibres de polypropylène
Muck-up	- Poudre de silicate de calcium et d'aluminium
* Sea Clean	- Plumes de poulet traitées
Verdyol	- Fibres végétales traitées
* Oil Swab	- Fils de polypropylène
ABB Pads	- Plastique oléophile
* FPD Pads	- Polyuréthane
* PEP Pads	- Polyéther
* SPD Pads	- Polyester
* Quick Wick	- Polypropylène traité
* Alsorb	- Tampons de polypropylène
* Graboil	- Mousse
* 3M Type 156 Pads	- Fibres de polyéthylène
Imbiber Bead Pads	- Boules de polymère réticulé en tampons
* Hazorb	- Verre mousse de silicate en coussins
Zugol	- Écorce de pin suédois traitée
* Conwed Petromesh	- Toile de plastique oléophile
* Conwed D-Sorbent Pads	- Mousse de polyéthylène
* Conwed Sorbent Blanket	- Fibres naturelles renforcées de polypropylène

* Indique les produits absorbants communs aux évaluations du SPE et du PROSCARAC.

CONFINEMENT DU PÉTROLE SOUS-MARIN - UNE SOLUTION DE RECHANGE AU DISPOSITIF "SOMBRERO"

K.M. Meikle
Service de la protection de l'environnement
Ottawa, Ontario

Un spécialiste dans l'application de la technique à haute pression utilisée régulièrement pour pénétrer et inspecter, nettoyer, débloquer ou réparer à distance des réseaux de tuyauterie, a proposé une méthode de confinement d'éruption sous-marine d'un puits de forage, fondée sur cette technique.

L'auteur, M. D.M. Christie, président de l'Ocean Dynamics International Ltd. de Vancouver, a fait une description générale de cette méthode devant les membres du Drilling Committee of the Arctic Petroleum Operators Association et devant un certain nombre d'ingénieurs à forage, à Calgary, en novembre 1982. La figure 1 donne une représentation schématique de la méthode proposée.

En bref, la technique consiste à insérer un tube d'acier de 2,54 cm de diamètre, dans le puits de forage, au point de fuite principal ou à tout autre point approprié à l'aide de taupes hydrauliques et à exploiter leur capacité naturelle à chercher le trou d'écoulement et à y pénétrer. Lorsque le tube atteint le fond du puits, ou une profondeur intermédiaire, on augmente la vitesse de pompage de manière à pouvoir bloquer le puits et assurer le confinement du pétrole et du gaz par de l'eau ou, au besoin, par une boue sableuse ou tout autre fluide chargé. L'effet est le même que si le fluide était injecté dans un puits de secours à l'aide de la technique d'arrêt dynamique.

Aucun calcul n'a été effectué pour démontrer la faisabilité de la technique. Les experts ont admis à l'unanimité que l'entrée dans le puits était probablement possible. Toutefois, la possibilité de créer une force suffisante pour résister à la poussée opposée a été mise en doute, car l'on a fait observer que cette poussée éjecte souvent la totalité du train de tiges de forage. On a également émis des doutes sur la capacité d'obtenir le débit requis dans un tube de diamètre de 2,54 cm et de longueur requise pour ce type d'opération.

Des calculs préliminaires subséquents, basés sur des valeurs hypothétiques, ont montré que les forces en jeu peuvent être supportées par l'équipement actuel et que le débit requis est comparable à celui qui est couramment obtenu avec des tubes de cette dimension dans diverses opérations d'entretien de puits de forage. En conséquence, le SPE a amorcé une étude pour établir les principes fondamentaux et examiner la faisabilité théorique de la technique proposée. Les forces en cause, les débits et la puissance nécessaire devront être quantifiés à partir des valeurs de pression et de débit caractéristiques des cas les plus difficiles des opérations de forage dans les zones canadiennes, au large. L'étude devrait être terminée le 31 mars 1983.

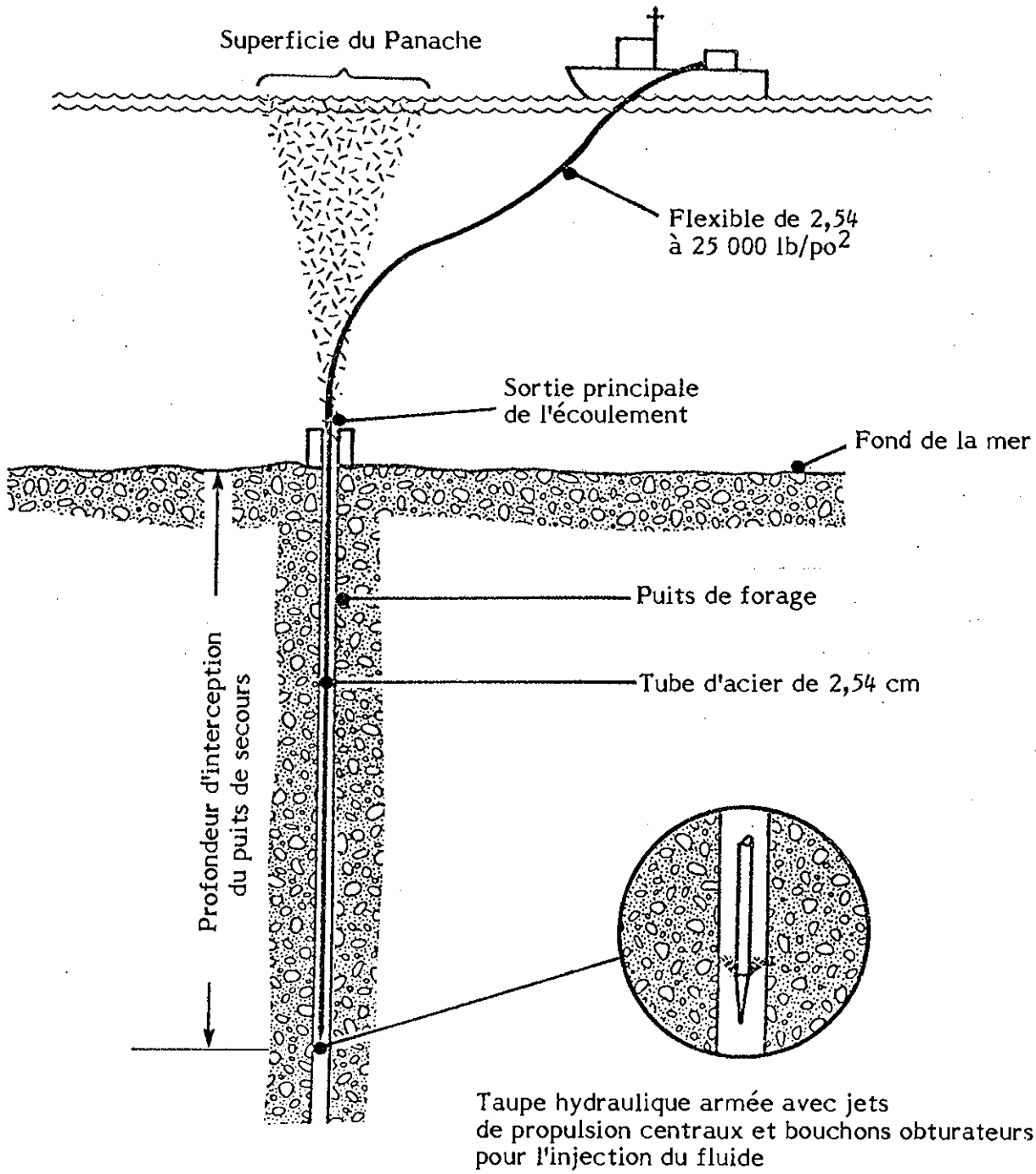


FIGURE 1 PROJET CHRISTIE DE CONFINEMENT DU PÉTROLE SOUS-MARIN D'APRÈS UNE TECHNIQUE D'INJECTION D'EAU À HAUTE PRESSION

MESURES D'INTERVENTION EN CAS DE DÉVERSEMENT MAJEUR DE PÉTROLE AU LARGE DES CÔTES CANADIENNES

D.E. Thorton
Service de la protection de l'environnement
Ottawa, Ontario

H. Hume
Petrocan
Calgary, Alberta

Introduction

Le Canada n'a jamais subi de déversement massif de pétrole. Toutefois, il existe une probabilité, si faible soit-elle, qu'un tel désastre ou plusieurs se produisent au cours de la prochaine décennie par suite des activités associées à l'exploitation des hydrocarbures au large. Ces activités comprennent l'expédition du brut par des pétroliers géants circulant sur les eaux côtières et l'exploitation du pétrole sous-marin, qu'il s'agisse d'exploration, de production ou de transport.

La figure 1 indique l'emplacement des principaux points d'activités pétrolières existants et potentiels, au large du Canada. L'ampleur possible de ces activités et l'étendue des côtes canadiennes impliquent, en cas de déversement majeur, un risque de pollution pour une grande variété d'environnements côtiers. Certains facteurs sont pourtant à peu près communs à toutes les régions au large du Canada: les eaux sont froides et souvent agitées, la glace de mer est présente pendant de longues périodes de l'année et la plupart de ces régions sont éloignées des grands centres de population. Compte tenu de tous ces facteurs, nous allons récapituler les principaux problèmes et passer en revue les stratégies générales d'intervention en cas de déversement majeur au large, ce qui nous conduira alors à examiner certaines techniques d'intervention existantes et possibles et à établir leurs limites. Enfin, nous traiterons des options possibles d'intervention applicables aux déversements de pétrole au large de la côte ouest.

Vue d'ensemble des problèmes et des stratégies d'intervention

Même si les déversements majeurs de pétrole associés aux activités au large peuvent être très différents, ils ne se subdivisent qu'en deux grandes catégories en ce qui a trait aux mesures d'intervention à la source. La première catégorie comprend les déversements discontinus d'une grande quantité de pétrole en une période relativement courte. Les principales sources de ce type de déversements sont les très grands réservoirs de pétrole qui feront partie des futures installations de production au large; les pétroliers géants prévus pour expédier le pétrole vers les marchés canadiens ou étrangers; et, bien sûr, les gros transporteurs de brut qui sillonnent déjà les eaux côtières dans le sud du Canada.

L'autre catégorie de déversements est constituée par les déversements continus de pétrole sur une longue période. Les seules sources importantes de ce type de déversements continus sont les éruptions de puits (ou, éventuellement, les fuites non détectées des pipelines sous-marins sous une couverture glacielle permanente).

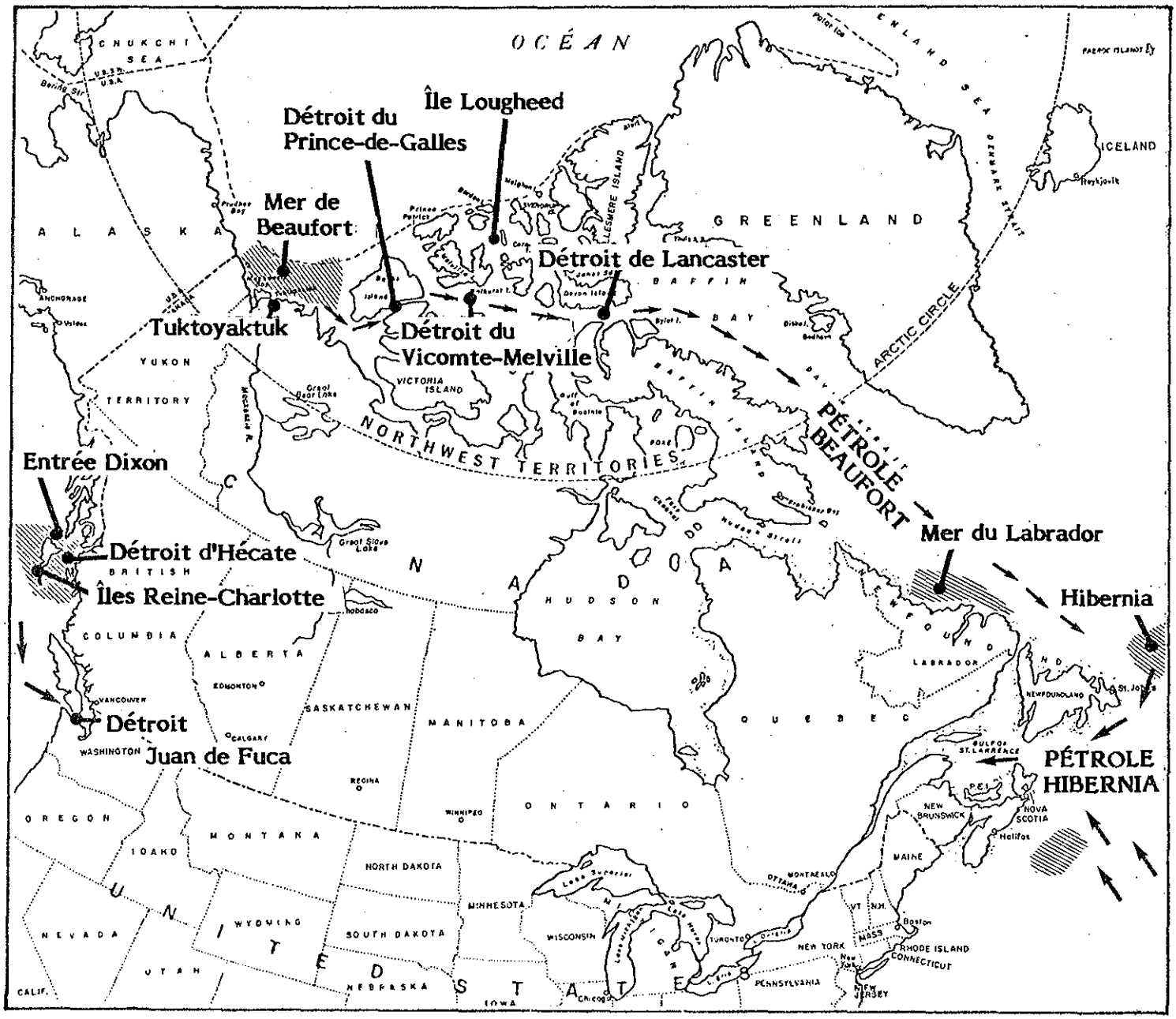


FIGURE 1 EMPLACEMENT DES ZONES PÉTROLIÈRES AU LARGE DU CANADA

Comme un déversement de pétrole au large, en l'absence de glace, s'étale et s'altère rapidement, la première stratégie de lutte consiste à transporter, dans les meilleurs délais, les systèmes d'intervention sur le lieu de l'accident et à traiter le pétrole près de la source avant que les processus naturels d'étalement et d'altération ne se produisent. Lorsque les conditions environnementales sont modérées, il est possible d'endiguer le pétrole par un barrage, puis de l'enlever à l'aide d'écrémeurs ou de pompes, ou peut-être de l'éliminer par combustion.

Lorsque la mer est agitée et que ces techniques de confinement et d'élimination ne peuvent s'appliquer, le pétrole sera mélangé ou dispersé dans la colonne d'eau - processus qui peut être favorisé par l'utilisation d'agents chimiques.

La présence de fragments de glace en mouvement ne réduit pas de façon marquée le processus d'étalement et constitue plutôt une entrave aux opérations d'intervention. Toutefois, la stratégie d'intervention est assez différente lorsque les déversements de pétrole se situent dans une couverture glacielle continue stationnaire ou quasi-stationnaire. Étant donné que ce type de glace agit généralement comme barrière naturelle de confinement, le pétrole est souvent assez épais pour être brûlé sur place.

Par conséquent, les trois seules stratégies générales actuelles d'intervention dans le cas d'un déversement majeur de pétrole au large, sont, à la source, l'écrémage, la combustion ou la dispersion.

Si l'application de ces trois stratégies échoue, le pétrole s'échappe et se répand sur une vaste superficie. En général, une nappe ainsi étalée ne peut pas être contrôlée physiquement en raison de sa grande superficie, ou ne peut pas non plus être dispersée par voie chimique en raison de sa viscosité accrue. Il ne reste qu'à suivre le mouvement de la nappe, à prévoir son évolution probable, à protéger autant que possible les nombreuses zones côtières importantes avant que la marée noire ne les atteigne et, finalement, à nettoyer, à éliminer les débris et à remettre en état les zones mazoutées.

Il est évident que les opérations d'intervention sur le site du déversement constituent le principal facteur de prévention des dommages à l'environnement. Même si un plan de lutte bien planifié et bien géré à partir de la côte peut contribuer, dans une grande mesure, à minimiser l'incidence sur l'environnement et les coûts de nettoyage, les moyens de lutte à la source sont d'une importance capitale.

TECHNIQUES ET ÉQUIPEMENT D'INTERVENTION

Confinement et récupération

Barrages

Les barrages sont les outils les plus importants de tout programme de lutte contre les déversements en mer, car l'efficacité des techniques d'élimination du pétrole n'est garantie que si ce dernier est confiné et concentré en une seule zone. Par conséquent, les barrages constituent généralement le premier équipement mobilisé sur les lieux d'un déversement et le dernier à être enlevé.

Les techniques de confinement d'un déversement de pétrole ont connu un développement considérable depuis 1969, date à laquelle les premiers barrages sont apparus sur le marché. Les barrages efficaces que nous connaissons aujourd'hui, peuvent résister à une forte houle, sont compacts et relativement faciles à déployer. La conception de plusieurs modèles est passée d'un système de panneaux rigides à un système de barrières pneumatiques afin de réduire le poids, d'augmenter la conformité aux vagues et d'améliorer les caractéristiques de stockage et de manutention. Des câbles de traction en bas de jupe ou externes sont également utilisés pour améliorer la stabilité du barrage en présence de vagues. Les éléments porteurs comme les chaînes et les câbles ont été remplacés, dans plusieurs modèles, par des sangles en nylon et des câbles Kevlar afin d'obtenir des rapports élevés résistance/poids.

Toutefois, indépendamment du type de construction, un barrage ne réussira pas à confiner une nappe de pétrole si la vitesse de l'eau dépasse environ 0,5 m/s (1 noeud). Le barrage est généralement inefficace lorsque des gouttelettes de pétrole s'échappent de la nappe devant le barrage et sont entraînées par les courants sous la jupe du barrage. De plus, les barrages (et les écrémeurs) sont reconnus pour leur inefficacité dans des conditions de mer houleuse. Des vents de 15 à 20 noeuds ou des états de la mer d'environ 3 à 4 sont considérés comme étant la limite maximale. Ceci s'applique en particulier aux interventions dans les eaux agitées des côtes est et ouest du Canada.

Au Canada, pour les opérations en pleine mer le long de la côte est, le dispositif commercial utilisé par le gouvernement et les organismes industriels d'intervention est le système Vikoma Boom de la B.P. Le Seapack B.P. est un barrage gonflable, totalement contenu dans une coque en fibre de verre. Chaque unité contient une barrière d'une longueur de 500 mètres et d'une hauteur de 1 mètre qui peut être déployée en quelques minutes.

Une chambre unique remplie d'eau sous la surface de la mer maintient le barrage en position verticale, tandis qu'un cylindre supérieur est rempli d'air pour assurer la flottabilité. Le dispositif est robuste et présente d'excellentes caractéristiques d'adaptation aux vagues. Les gros navires qui sont nécessaires à son déploiement et à son positionnement servent également de plate-formes pour écrémer le pétrole endigué. Même si le barrage Vikoma est idéal pour des interventions rapides, il faut prévoir un système d'alimentation continue pour le maintenir déployé. En cas de panne d'alimentation ou de déchirure de la chambre à air, le barrage perd sa flottabilité. Toutefois, les succès obtenus dans le passé avec le barrage Vikoma et la disponibilité, au Canada, d'un personnel qualifié et expérimenté dans l'utilisation de ce barrage laissent présager que ce système serait très efficace dans certaines situations de déversements au large.

De nombreux autres systèmes offerts sur le marché peuvent également être utilisés pour le confinement du pétrole au large. En général, ces équipements sont solides et fiables et ne nécessitent pas de dispositif mécanique auxiliaire ni d'élément moteur pour assurer leur fonctionnement. De plus, l'avantage de ces barrages est que leur flottabilité est assurée par une multitude d'éléments individuels en mousse compacte, de sorte que le confinement peut être garanti dans une certaine mesure, en dépit de certains dommages limités. La possibilité de remplacer, au besoin, des sections individuelles (généralement de 15 à 60 mètres chacune) constitue un autre avantage offert par ce genre de barrage.

Les barrages classiques ne sont pas conçus pour être utilisés dans les milieux glaciels. Toutefois, le barrage Arctic, mis au point par Dome Petroleum Ltd., peut être déployé dans des conditions de faible englacement. Le barrage comporte une chambre rigide flottable, contenue dans une jupe en forme de V, de sorte que la glace peut être déviée sans mettre en danger la structure même au barrage. Le matériau est une bande transporteuse imprégnée de néoprène, reconnu pour sa grande résistance à la traction, sa durabilité et son applicabilité par basse température. Ses parois lisses réduisent les problèmes d'accumulation de glace tandis que ses raidisseurs verticaux en aluminium et ses lests de plomb maintiennent le barrage en position verticale. Une longueur d'environ 730 mètres de ce type de barrage est actuellement stockée dans la partie sud de la mer de Beaufort.

Un modèle unique de barrage ignifuge a également fait l'objet de recherches et a été mis au point, à l'état de prototype, par la Canadian Offshore Oil Spill Research Association (COOSRA) (Buist, 1981). La fonction initiale de ce dispositif était le confinement du pétrole, en vue de le brûler sur place, en aval, à proximité du point de remontée en surface d'une éruption sous-marine. Le processus d'élimination du pétrole en une seule étape et en eau libre était désormais possible. Le barrage ignifuge a fait l'objet d'une évaluation le long des côtes et au large et semble constituer une méthode valable pour traiter les éruptions de puits de pétrole dans des conditions météorologiques modérées ou même en cas de déversements massifs, au large, si ces derniers sont interceptés lorsque la nappe est encore suffisamment épaisse.

Le barrage ignifuge COOSRA est en acier inoxydable et peut supporter des températures de 1000 °C pendant la combustion. Il comprend des panneaux ondulés, intercalés entre des sections flottantes rigides.

Le barrage ignifuge a été conçu pour être utilisé dans des conditions où l'état de la mer atteint 4 selon l'échelle de Beaufort, et peut même résister à un état de la mer correspondant à 5. Les essais sur place ont indiqué que le brut frais, endigué dans le périmètre du barrage, peut être brûlé avec un rendement élevé. Aucun effet sur le processus de combustion du pétrole n'a été signalé lorsque les vagues sont modérées, régulières et non déferlantes.

En collaboration avec les ministères des Approvisionnements et Services et d'Environnement Canada, la compagnie GemEng a mis au point un prototype de barrage ignifuge en béton, plus petit et moins onéreux. Le barrage a révélé d'excellentes capacités de rétention du pétrole au Bassin expérimental d'hydrocarbures et de matières dangereuses en milieu simulé (OHMSETT) exploité par l'Environmental Protection Agency des États-Unis, et a été évalué dans des conditions opérationnelles par la Garde côtière canadienne, au large de la côte est, l'automne dernier.

Ces deux types de barrages ignifuges ne sont encore que des prototypes et ils ne peuvent donc être considérés comme faisant partie de l'arsenal existant de dépollution en cas de déversements au large.

Il existe des douzaines d'autres petits barrages sur le marché qui pourraient jouer un rôle dans les opérations d'intervention en cas de déversements majeurs près des côtes. Ils pourraient être utilisés en eaux calmes pour protéger les zones côtières comme les ports, les cours d'eau ou les régions aquatiques possédant des ressources vulnérables sur le plan biologique.

En général, de tels barrages ont une hauteur totale maximale de moins de 1 mètre et comportent des chambres flottables rigides ou gonflables. Des dizaines de milliers de mètres de ces barrages sont stockés dans tout le pays.

En général, la pénurie de barrages ne constitue pas un problème crucial dans la lutte contre un déversement majeur d'hydrocarbures. Le principal problème réside dans la logistique, la disponibilité des navires et la mobilisation d'un personnel qualifié et expérimenté dans l'utilisation de l'équipement. Même si les techniques sont très simples, le transport rapide des barrages sur les lieux de l'accident et le confinement de la nappe de pétrole sur l'eau, surtout en pleine mer ou lorsque les courants sont forts, constituent des tâches extrêmement difficiles. Le recours à des équipes de spécialistes motivés et compétents est essentiel pour assurer l'efficacité des opérations.

Écrémeurs

L'objectif primordial d'une opération de nettoyage est la récupération des hydrocarbures. Il existe de nombreux dispositifs mécaniques de récupération, allant des gros navires autonomes et autopropulsés aux petites embarcations qui peuvent être manoeuvrées et pilotées par une seule personne.

En général, les gros navires sont utilisés à la source du déversement, en pleine mer, tandis que les petites embarcations sont destinées aux opérations en zones côtières.

Tous ces dispositifs peuvent être classés selon leur principe de fonctionnement de base et comprennent les écrémeurs à surface oléophile, les déversoirs et l'équipement de succion. Voici un bref exposé de quelques écrémeurs pouvant être utilisés en cas de déversements au large des côtes du Canada.

Une des méthodes d'écrémage les plus efficaces pour récupérer le pétrole au large réside dans l'emploi d'équipements à surface oélophile. Le Framo ACW-400 est un écrémeur à disques rotatifs et constitue le dispositif le plus gros et le plus onéreux de cette catégorie au Canada, qui en possède cinq: trois sont la propriété de la Garde côtière canadienne tandis que deux autres appartiennent à l'industrie pétrolière. Ces appareils impressionnants (dont le coût unitaire se situe autour de 500 000 $) sont conçus pour récupérer de grands volumes d'hydrocarbures endigués par des barrages, et pour fonctionner dans divers états de la mer. Le système d'écrémage à disque est complété par un déversoir et peut traiter de 100 à 200 m^3/h selon le type d'hydrocarbures et l'état des vagues. L'ACW-400 est un appareil autonome qui peut être installé rapidement sur divers types de navires, qu'il s'agisse de remorqueurs ou de navires avitailleurs en haute mer. Le système est commandé à partir d'une cabine fermée. La tête de l'écrémeur est montée sur un bras télescopique à équilibrage hydraulique qui comprend les conduites de transfert du pétrole

et les canalisations hydrauliques. La tête de l'écrémeur peut être remontée sur le pont en quelques secondes de façon à permettre au navire de faire immédiatement marche arrière, en cas d'urgence.

Il existe un certain nombre d'autres gros engins qui ont été mis au point pour traiter les déversements au large. Ils pourraient être utilisés au Canada, dans l'avenir, mais ils ne font pas l'objet de notre étude.

Pour les opérations côtières, il existe des centaines de dispositifs de récupération. L'un de ces systèmes, dont l'utilisation est largement répandue au Canada, et qui est basé sur le principe du disque rotatif est l'écrémeur MI-30 de Morris Industries, de fabrication canadienne. Ce dispositif s'est révélé efficace dans des nappes stationnaires endiguées et peut servir à récupérer des bruts frais et légèrement altérés. Ces petits écrémeurs donnent les meilleurs rendements dans des conditions de mer relativement calme et sont capables de récupérer du pétrole dans des eaux encombrées de débris. Le Oil Mop est un autre type d'écrémeur fort répandu qui utilise des fibres de polypropylène tressées en forme de corde. Le pétrole adhère à la corde éponge, laquelle passe dans une essoreuse. Le dispositif fonctionne bien dans des conditions de vagues limitées de même qu'en présence de certains débris et peut récupérer à peu près les mêmes types d'hydrocarbures que ceux traités par les écrémeurs à disques. Un avantage tout particulier du Oil Mop est son adaptabilité au bateau-citerne (Sea Truck). Dans ce cas, il peut être utilisé comme système autonome, facilement transportable.

Le Slicklicker, qui a acquis sa renommée au Canada lors du déversement de l'Arrow en 1970, est un autre écrémeur facilement disponible en situation d'urgence au Canada. Il peut être utilisé de façon très efficace pour récupérer les hydrocarbures confinés par des barrages, y compris des produits très visqueux, et consiste simplement à transférer le polluant sur une bande rotative et à l'évacuer vers un réservoir de stockage. De nombreux travaux de recherche ont porté sur l'amélioration de la capacité de cet écrémeur de fabrication canadienne à récupérer de grands volumes d'hydrocarbures très lourds. En général, son utilisation se limite aux interventions en eaux calmes.

Confinement sous-marin

Dans le cas d'une éruption de puits sous-marin, la solution ultime dans une optique de protection environnementale, à part l'arrêt de la fuite de pétrole, est le confinement sous-marin. La technique consiste à placer un dispositif creux au-dessus du point d'éruption sur le fond de la mer, de façon à confiner le mélange de pétrole et de gaz qui remonte vers la surface ou à canaliser ce mélange vers la surface où il peut être brûlé ou récupéré d'une autre façon. C'est ainsi que le dispositif "Sombrero" avait été fabriqué en toute hâte et mis en place lors de l'éruption du puits Ixtoc I dans le golfe du Mexique; toutefois, il n'a pas donné les résultats escomptés en raison de sa mauvaise conception hydrodynamique. Depuis, des recherches importantes ont été entreprises en vue de perfectionner ce dispositif (Meikle, 1981).

Selon l'état actuel des connaissances, il semble que ce système soit prometteur pour les eaux peu profondes comme les zones de forage dans le sud de la mer de Beaufort et sur les grands bancs au large de Terre-Neuve. La banquise dans la mer de Beaufort et les fortes houles sur les grands bancs posent des problèmes qui devront être résolus en vue de l'installation et de l'utilisation de dispositifs de ce genre. Malgré l'intérêt de cette

technique, elle n'est encore qu'au premier stade de la recherche et doit, par conséquent, être rejetée comme solution de lutte en cas d'éruption au Canada, dans un avenir immédiat.

Protection et nettoyage des côtes

Dans le cas d'un important déversement d'hydrocarbures au large, l'une des principales préoccupations est que les vents et les courants chasseront la marée noire dans les zones côtières et sur la terre ferme.

Comme il est impossible, dans de tels cas, de protéger et de nettoyer immédiatement toutes les sections des côtes, il devient impératif d'établir une série de priorités pour diriger les mesures d'intervention. Une évaluation de la menace éventuelle posée par un déversement doit être effectuée en fonction des facteurs socio-économiques, esthétiques et écologiques, et en fonction des délais accordés et des ressources en main-d'oeuvre et en équipement. Même si, dans de nombreux cas, l'établissement des priorités finales ne peut se faire qu'au moment du déversement, il est possible d'atténuer les problèmes de prise de décision en réalisant une planification préalable appropriée. Au Canada, l'approche a consisté à mettre au point, avec le plus de précision possible, des stratégies de nettoyage et de protection des côtes avant qu'un déversement ne se produise. Dans toutes les zones au large du Canada où se déroulent des activités d'exploration pétrolière et gazière (sud de la mer de Beaufort, mer du Labrador, Grands Bancs, plateau continental Scotian) des manuels de protection et de nettoyage pour certains sites côtiers précis ont été élaborés. En général, le nettoyage des côtes est une opération exigeant une main-d'oeuvre nombreuse et les techniques les plus couramment utilisées et les plus efficaces consistent encore à éliminer le pétrole avec des pelles, des rateaux, des sacs à ordures, etc.

Élimination des hydrocarbures et des débris

Élimination à terre

Une fois que les hydrocarbures et les matières contaminées ont été recueillies, il reste à les éliminer d'une façon acceptable sur le plan environnemental. Les débris solides peuvent comprendre une gamme de matériaux mazoutés combustibles ou non combustibles selon l'emplacement du déversement et les méthodes de nettoyage utilisées. Diverses méthodes d'élimination utilisées par le passé comprennent: 1) le versage dans des sites municipaux de déchets solides; 2) l'enfouissement dans des sites choisis; 3) le dépôt sur le sol avec peu ou pas de recouvrement de terre; 4) l'emploi dans les projets de construction de routes; et, 5) la culture des terres (épandage, exploitation agricole).

Toutes ces techniques posent une menace de contamination pour l'environnement immédiat, surtout pour les réserves en eau souterraine, en raison de la percolation. Des travaux de recherche et de développement ont donc été entrepris pour élaborer des méthodes d'élimination appropriées et sécuritaires (Environmental Protection Agency, 1977; PACE, 1978).

Dans le sud du Canada, la localisation de sites acceptables de versage ou d'enfouissement pour un déversement donné d'hydrocarbures incombe aux autorités provinciales et locales. Dans les provinces côtières, les experts qui se sont familiarisés avec les techniques susmentionnées peuvent formuler des recommandations individuelles

sur les sites de décharge et sur d'autres questions de juridiction provinciale, comme l'utilisation des débris de pétrole pour la construction de routes ou l'exploitation agricole.

Dans l'Arctique, Environnement Canada a désigné des zones le long des côtes de la mer de Beaufort destinées éventuellement à servir de sites d'élimination à l'issue des opérations de nettoyage d'un déversement majeur (Hardy, 1979). Des directives prescrivent le choix, la conception, la construction et la remise en état des sites pour l'été et pour l'hiver. Environ 217 sites de décharge et 223 sites de stockage temporaire ont été désignés pour la côte qui s'étend de la frontière Alaska-Yukon au Cap Bathurst.

Brûleurs et incinérateurs

Les avantages de l'incinération ou de la combustion comme technique d'élimination comprennent son applicabilité aux régions isolées où il est impossible de procéder au versage des contaminants, son coût inférieur et ses moindres besoins logistiques.

Brûleur Saacke

Dome Petroleum Ltd., a dirigé le projet COOSRA pour la conception et la construction d'un brûleur portatif d'hydrocarbures par la compagnie allemande Saacke. Le dispositif fonctionne grâce à une génératrice de 35 kilowatts et consiste à injecter de l'air dans du pétrole placé dans une cuvette de diffusion qui tourne à 6300 tours minute. Le pétrole atomisé est enflammé par une veilleuse alimentée par une source de propane. Environ 500 barils par jour d'une émulsion de 60 % d'eau dans du pétrole peuvent être brûlés à l'aide d'un dispositif d'alimentation télécommandé. Les caractéristiques de conception comprennent les points de levage et les montages de fixation au sol de sorte que tout le dispositif peut être transporté en trois parties distinctes et monté sur un pont ou installé sur une plage. De gros hélicoptères comme le Sikorsky-61 ou 76 sont nécessaires pour transporter cet appareil. Une fois le brûleur installé, il est possible de le faire pivoter sur des coussinets selon la direction du vent et de le bloquer dans la position voulue.

Incinérateur à ciel ouvert aéroporté

Dans le cadre du Programme sur les déversements d'hydrocarbures en milieu marin arctique (MOP), Environnement Canada a conçu et fabriqué, sous forme de trousse, un incinérateur à ciel ouvert, aéroporté, constitué de six segments en L et quatre panneaux d'extrémité, de rallonges de collecteur et d'un dispositif d'apport d'air accru. L'un des principaux avantages de cet incinérateur est sa capacité de brûler des hydrocarbures lourds et des boues. Un autre avantage évident réside dans sa facilité de transport. Il peut être assemblé dans des régions éloignées comme unité autonome à condition de disposer d'une superficie de terrain plat de 4 à 5 mètres carrés.

Incinérateur à ciel ouvert à rideau d'air

Un autre incinérateur destiné à être utilisé dans des régions éloignées a été mis au point par le Prairie Regional Oil Spill Containment and recovery Advisory Committee (PROSCARAC) de l'industrie pétrolière canadienne. Le sytème comprend un ventilateur de grande puissance qui envoie de l'air dans une fosse aménagée dans le sol. Il en résulte une combustion accélérée et la rétention de fumée et de gaz dans la fosse.

Les principales caractéristiques de ce type d'incinérateur sont une commande diesel de ventilateur et des conduits à gicleurs qui sont montés sur un chariot plat transportable par hélicoptère. Les spécifications exigent également des gicleurs d'air orientables et une fosse de 5 mètres de longueur, 4 mètres de largeur et 4,5 mètres de profondeur. Dans l'ensemble, ce type d'incinérateur peut brûler efficacement 20 tonnes métriques de déchets mazoutés à l'heure avec une alimentation de combustible auxiliaire minimale ou nulle.

Four alternatif

Un autre type d'incinérateur a été mis au point conjointement par l'Association pétrolière pour la conservation de l'environnement canadien (APCEC) et Environnement Canada. Le programme visait la conception et la construction d'un incinérateur économique pour nettoyer le sable mazouté des plages. Afin d'éliminer les coûts excessifs liés à l'obtention de matériaux de construction de grande qualité, un simple four alternatif a été fabriqué à partir de pièces que l'on peut trouver facilement, comme des jantes de roues de voitures, des toitures de tôle et des fers-cornières. Grâce à ce prototype, il a été possible de brûler jusqu'à 2 tonnes métriques de sable mazouté à l'heure. En 1979, la Garde côtière canadienne a construit une version modifiée du dispositif en utilisant des conduits en acier à la place de barils de pétrole et a réussi à brûler avec succès du bunker lourd et des débris mazoutés qui provenaient du déversement du Kurdistan (Gill et Stevens, 1980). Le modèle a une fois de plus été modifié en 1980 lorsque Environnement Canada a chargé la compagnie Trecan Ltd. de fabriquer un modèle préfabriqué, transportable par hélicoptère.

Combustion sur place

Dans certaines circonstances, lorsque le pétrole est épais et suffisamment frais et que la pollution atmosphérique est acceptable, le pétrole peut être éliminé par combustion sur place. Ainsi, dans le cas d'un déversement sous la glace, l'expérience a démontré que le pétrole apparaît finalement dans des mares de fonte en surface en raison de la migration du pétrole vers la surface, par l'intermédiaire des canaux de saumure et de l'ablation ou la fonte de la glace sous-jacente. La combustion sur place de ce pétrole et de tout autre pétrole piégé de façon similaire ou confiné sur la glace est considérée comme une excellente méthode d'élimination dans les régions éloignées. Des inflammateurs largables ont été mis au point pour enflammer à distance le pétrole contenu dans la glace de mer. Les recherches ont bénéficié de l'appui de l'industrie pétrolière et du gouvernement canadien et plusieurs modèles différents ont été récemment évalués sur place (Dickens et Buist, 1981; Meikle, 1981). Un inflammateur mis au point par Dome Petroleum Ltd. comprend un support en treillis métallique contenant des couches de kérosène en gelée et de propergol solide, et monté entre deux cylindres métalliques pour assurer la flottabilité. Un fusible de longueur déterminée est utilisé pour amorcer le processus de combustion. Un inflammateur mis au point pour le compte d'Environnement Canada par le Centre de recherches pour la défense à Valcartier (DRDV) consiste en un mécanisme d'amorçage retardé dans un propergol solide, inséré entre deux couches de styromousse pour en assurer la flottabilité (Meikle, 1981). Les inflammateurs ont surtout été mis au point pour traiter les éruptions sous-marines, dans le sud de la mer de Beaufort, qui continuent de libérer du pétrole sous la glace pendant l'hiver.

Au printemps, le pétrole frais qui apparaît à la surface de la glace dans les mares de fonte pourrait être brûlé. Des études d'ingénierie effectuées par la Dome Petroleum ont

montré qu'il est possible de larguer des dizaines de milliers d'inflammateurs, au printemps, dans des mares de fonte contaminées en vue de brûler une quantité importante de pétrole déversé lors des éruptions dans la mer de Beaufort. (Dome, 1982).

Cette technique a désormais fait ses preuves dans l'élimination du pétrole dans les mares de fonte. Dans d'autres cas, les inflammateurs pourraient sans doute être utilisés pour brûler le pétrole contenu dans de petits canaux, entre les floes ou sur la glace elle-même.

Dispersion chimique

Une autre technique d'intervention en cas de déversements au large est l'utilisation de dispersants chimiques. Ces derniers pourraient être utilisés lorsque les méthodes de récupération mécanique ne sont pas possibles. Lorsqu'ils sont pulvérisés sur un déversement de pétrole, les dispersants réduisent la tension d'interface entre le pétrole et l'eau et favorisent par conséquent la dispersion du pétrole dans la colonne d'eau.

Le pétrole, sous forme de petites gouttelettes, est rapidement dilué (Buckley et al., 1981; Cormack et Nichols, 1977, McAuliffe, 1980, 1981), ce qui réduit son impact superficiel immédiat et favorise probablement les processus naturels de biodégradation.

Il y a plusieurs années, les dispersants sur le marché n'étaient que moyennement efficaces tout en étant relativement toxiques. Vu leur faible efficacité, ils devaient être appliqués par des navires qui fournissaient une énergie supplémentaire de mélange à la couche pétrole/dispersant, à la surface de l'eau, à l'aide de dispositifs comme les radeaux-mélangeurs.

Au cours des dernières années, les fabricants de produits chimiques ont mis au point des produits beaucoup plus puissants, moins toxiques et dont l'efficacité pour de nombreux déversements d'hydrocarbures est telle que seul le mélange résultant de la turbulence naturelle de l'océan est suffisant pour assurer la dispersion. Ceci a permis d'appliquer les produits chimiques par voie aérienne, et de garantir ainsi un traitement plus rapide de grandes nappes de pétrole comparativement à l'épandage à partir de navires. Les progrès accomplis dans ce domaine permettent de considérer cette technique comme une option primordiale pour traiter de grands déversements de pétrole en mer. En fait, l'épandage massif de dispersants a constitué l'un des moyens de lutte contre le plus grand déversement de pétrole du monde, soit l'éruption du puits Ixtoc I dans le golfe du Mexique (Lindblom et al., 1981).

Malgré les récents progrès, le traitement efficace des hydrocarbures visqueux demeure un problème. De fortes contraintes s'exercent dans les eaux froides et agitées du Canada où le pétrole s'émulsifie et s'épaissit rapidement. Toutefois, les deux plus grands fabricants de dispersants du monde, la British Petroleum (associée à Petro-Canada) et Exxon, travaillent activement à la mise au point de dispersants chimiques qui seront plus efficaces dans les régions froides. Néanmoins, grâce à un équipement d'épandage approprié, un personnel qualifié et un plan d'urgence bien conçu, les dispersants devraient être modérément efficaces sur des nappes minces et fraîches de pétrole causées par la plupart des éruptions possibles et durant les premières phases de déversements discontinus.

Il n'en demeure pas moins que la décision d'utiliser ou non les dispersants est une tâche complexe. Leur utilisation implique souvent des "compromis" environnementaux

difficiles à évaluer. Ainsi, le pétrole est éliminé de la surface de l'océan pour empêcher le mazoutage des oiseaux et des côtes, mais seulement au détriment de la pénétration du pétrole dans la colonne d'eau et au risque possible de la destruction des organismes qui s'y trouvent.

On sait que le pétrole, même en nappes très minces, est nocif pour les oiseaux, aussi les avantages présentés par l'utilisation de dispersants sont-ils évidents. Les effets de la dispersion chimique du pétrole sur les organismes présents dans la colonne d'eau apparaissent moins clairement, mais d'après les recherches entreprises au cours des dernières années, on commence à avoir quelques notions sur les effets de leur utilisation en eau profonde et au large. La dernière génération de dispersants est relativement non toxique de sorte que leurs effets sur les organismes dans la colonne d'eau sont dus essentiellement au pétrole dissous et particulaire (Mackay et Wells, 1981; Spragues et al., 1981; Trudel, 1978). Lors de l'épandage de dispersants, la concentration résultante du pétrole dans la colonne d'eau est initialement élevée (de l'ordre de parties par million) mais ces concentrations diminuent rapidement à de faibles niveaux (de l'ordre de parties par milliard) de sorte que les effets subléthaux deviennent rapidement la principale préoccupation biologique.

L'utilisation des dispersants dans les régions arctiques côtières fait actuellement l'objet de recherches dans le cadre du projet sur les déversements d'hydrocarbures à l'île Baffin (BIOS). Ce projet qui est subventionné par les gouvernements du Canada, des États-Unis, de la Norvège et par l'industrie pétrolière, au coût de 6 millions de dollars, durera quatre ans et se déroulera au nord de l'île Baffin.

Étant donné leurs répercussions biologiques, l'emploi des dispersants au Canada est contrôlé. Un dispersant ne peut être utilisé au Canada que s'il est conforme aux normes gouvernementales (Services de la protection de l'environnement, 1973). De plus, il faut obtenir l'approbation du gouvernement avant de pouvoir utiliser des dispersants en cas de déversements.

Contrôle et surveillance

Observations visuelles et bouées de poursuite

Une composante importante de toute opération de lutte contre les déversements comprend le repérage de l'emplacement du déversement. Comme un déversement de pétrole peut couvrir de vastes superficies à la surface de l'eau, la surveillance est généralement assurée par des aéronefs ou des bouées de poursuite radioélectrique.

La méthode la plus évidente pour déterminer l'étendue et le mouvement d'un déversement est l'observation visuelle à partir d'aéronefs et de navires. Cela peut s'effectuer pendant toutes les phases d'une opération de nettoyage de déversement d'hydrocarbures, à bord de divers aéronefs à voilure fixe ou rotative, exploités par le gouvernement ou utilisés actuellement dans les opérations d'exploration pétrolière au large.

Il existe d'autres options de surveillance dans les cas où l'observation visuelle est impossible, comme dans l'obscurité et le brouillard, ou lorsque les superficies à couvrir sont trop importantes. Les bouées de poursuite radioélectrique ont été conçues pour se

déplacer en suivant les courants et le vent et rester dans le sillage des nappes non confinées. Un de ces dispositifs canadiens, la bouée Orion, comprend un émetteur logé dans un boîtier en plastique de grande résistance aux chocs, et qui émet un signal capté par un récepteur. La trajectoire des bouées peut être surveillée à partir du sol, des navires en mer, des avions ou des hélicoptères (Fingas, 1977, 1981). La transmission peut être maintenue sans interruption pendant deux à trois semaines et captée à des distances de 15 km par des navires de surface et de 45 km par des aéronefs.

Télédétection par aéronef

Une méthode plus élaborée de détection et de cartographie de nappes d'hydrocarbures comporte la télédétection par aéronef à l'aide d'un "ensemble" de plusieurs capteurs différents, chacun fonctionnant dans une variété de bandes spectrales. Les dispositifs électroniques et les principes de physique sont complexes et ne sont pas traités dans le présent article. En bref, les capteurs suivants se sont révélés les plus valables: la caméra photographique à résolution élevée; la télévision ultrasensible (TVUS); le fluorodétecteur à laser; le scanner de lignes ultra-violet/infra-rouge; le radar aéroporté à antenne latérale (RAAL); le radar à ouverture synthétique (ROS); et le radiomètre hyperfréquences (Neville, 1979).

Divers capteurs et plates-formes sont utilisés au Canada pour un certain nombre d'applications de télédétection, mais aucun d'entre eux n'est conçu précisément et de façon permanente pour la détection et la surveillance de déversements de pétrole. Les aéronefs et les capteurs qui pourraient servir à cette fin sont utilisés par plusieurs organismes gouvernementaux comme le Centre canadien de télédétection (CCT), le service de l'Environnement atmosphérique, le ministère de la Défense nationale et par des sociétés privées.

Dans ce cas d'intervention d'urgence lors d'un déversement d'hydrocarbures, un scénario possible pourrait inclure l'utilisation de l'aéronef à longue portée Convair 580 du CCT et équipé d'un ROS multifréquences et multipolarisé, d'un scanner de lignes double-voie (UV-IR), d'un fluorodétecteur laser, d'une télévision ultra-sensible et de caméras photographiques avec dispositif d'annotations. Un affichage en temps réel serait également utilisé pour faciliter l'interaction entre l'opérateur et les capteurs de bord et une liaison radio assurerait la liaison avec d'autres aéronefs ou des navires de surface.

Aéronefs et capteurs peuvent également être loués auprès de compagnies canadiennes privées. Il existe de nombreux types d'aéronefs et de capteurs comme le RAAL, le ROS, des scanners IR, des TVUS et des caméras.

Repérage des hydrocarbures dans la glace

Dans le cas des déversements d'hydrocarbures dans la glace en mouvement dans l'Arctique ou au large de la côte est, le repérage de la glace contaminée constitue une opération d'intervention importante. Une des possibilités envisagées est l'utilisation des bouées de positionnement ARGOS qui ont été utilisées avec succès dans le passé pour repérer la glace en mouvement dans l'Arctique (Dome Petroleum, 1980).

Les signaux émis par les radiophares mobiles ARGOS sont captés par deux satellites placés sur orbite polaire, les données sont mises en mémoire et renvoyées en réponse aux interrogations des stations de télémesure. Le système permet aux usagers qui possèdent

des stations réceptrices VHF de capter immédiatement les messages émis par leurs propres radiophares; sinon, les données peuvent être obtenues par les stations de télémesure moins de six heures après l'acquisition des données dans le satellite.

La méthode qui consiste à larguer sur la glace un simple marqueur radio à courte portée a été mise au point par plusieurs firmes canadiennes. Dans un cas, des cellules alcalines à grande capacité expérimentées à -40 °C ont été utilisées conjointement avec la version modifiée d'un émetteur d'une bouée Orion. Un corps en styromousse moulé, avec antenne interne, abrite les systèmes électroniques et est capable de résister à des chutes à impact élevé. Le radar, plus particulièrement le radar à ouverture synthétique (ROS), peut également fournir des informations précises sur le mouvement des glaces. Dans ce cas, il s'agit de procéder à des survols répétés au-dessus de la glace de façon à ce que le ROS capte les réflecteurs sur la glace.

L'imagerie par satellite est une autre méthode qui a été appliquée lors d'un déversement de pétrole dans la glace (l'accident du Kurdistan, 1979). Ce type de systèmes est toutefois limité par la couverture nuageuse qui réduit leur efficacité.

Modèles informatisés de repérage de nappes

Il existe des modèles mathématiques permettant de prévoir le mouvement des hydrocarbures déversés. Ces modèles de simulation de déversements, généralement programmés par ordinateur, peuvent être utilisés tant comme outils de planification que comme techniques de prévision du mouvement des nappes en temps réel. Presque tous les paramètres qui influent sur l'évolution et le comportement des hydrocarbures déversés peuvent faire partie des calculs, notamment la température, la vitesse du vent, la densité des hydrocarbures, leur viscosité, leur solubilité, leur tension d'interface, leur volatilité, leur vitesse de dispersion, leur émulsification, leur étalement, ainsi que leur diffusion horizontale et verticale dans la colonne d'eau. Plusieurs modèles ont déjà été fort utilisés dans l'élaboration des stratégies et des techniques d'intervention qui font désormais partie des plans d'urgence.

Il existe de nombreux modèles de repérage informatisé, à l'échelle nationale et internationale. Le principal défaut de tous les modèles est généralement l'incertitude des données relatives aux courants et aux vents, et non les équations mathématiques qui prévoient les réactions de la nappe.

Résumé et conclusions

Éruptions et déversements de pétroliers

Quelles que soient les conditions, sauf peut-être dans les cas de couverture glacielle totale, stationnaire ou quasi-stationnaire, les déversements continus (éruptions) sont plus faciles à contrôler que les déversements discontinus (pétroliers).

Dans le cas d'une éruption, le planificateur connaît à l'avance l'emplacement exact du déversement éventuel et il peut élaborer des stratégies pour être mieux en mesure de traiter le problème. Les priorités de protection, les courants, les configurations des vents, les prévisions du mouvement des nappes, etc. peuvent tous être étudiés à l'avance. De plus, même si la quantité totale d'hydrocarbures qui peut être déversée est importante, la

quantité déversée par jour est relativement faible et peut être récupérée ou traitée avec un nombre relativement modeste d'équipement ou de matériel. Enfin, la nappe de pétrole sur le site de l'éruption est généralement fraîche et fluide, ce qui facilite les techniques de lutte. Tous ces facteurs réunis placent le planificateur des interventions d'urgence et le spécialiste de la lutte contre les déversements dans une position relativement raisonnable pour traiter le problème.

Néanmoins, pour les déversements qui résultent de la plupart des éruptions sous-marines en eaux profondes (supérieures à 50 m), les nappes sont très minces (moins de 0,1 mm d'épaisseur) et étalées (quelques km) au moment où le pétrole atteint la surface de l'eau de sorte que la récupération mécanique peut se révéler difficile.

Couverture glacielle totale et couverture glacielle morcelée

Les spécialistes de la lutte contre les déversements d'hydrocarbures dans l'Arctique ont souvent signalé que la glace constitue généralement plus un atout qu'un obstacle dans les opérations de lutte contre les déversements, dans la mesure où il s'agit d'une couverture glacielle totale, stationnaire ou quasi-stationnaire. En effet, la glace confine les hydrocarbures et maintient ces derniers épais et relativement frais pendant plusieurs mois, ce qui donne suffisamment de temps pour planifier un programme de déploiement d'inflammateurs pour brûler les hydrocarbures au printemps, lorsqu'ils émergent à la surface de la glace.

Mis à part son effet inhibiteur sur l'étalement et le vieillissement des hydrocarbures, la glace facilite également les mesures d'intervention en servant de plate-forme d'opérations lorsqu'elle est relativement stationnaire et sécuritaire. Enfin, la banquise tend à protéger les côtes vulnérables pendant les périodes d'engel et de déglacement, lorsque les mesures d'intervention au large deviennent très difficiles.

C'est lorsque la couverture glacielle est morcelée et dérivante que la glace, loin de constituer un atout, devient un obstacle et même un danger pour les opérations de lutte contre les déversements. La présence de floes à la dérive, à proximité d'un déversement d'hydrocarbures, empêche non seulement l'installation des barrages et des écrémeurs classiques, mais facilite aussi l'étalement rapide des hydrocarbures. Cet étalement nuit aux techniques de combustion sur place. De plus, la glace tend à atténuer la turbulence de l'eau qui réduit le taux de dispersion naturelle du pétrole et, par conséquent, limite l'efficacité potentielle des dispersants chimiques.

En résumé, il n'existe pas actuellement de technique d'intervention capable de traiter un problème de déversement d'hydrocarbures en présence de couverture glacielle morcelée et à la dérive.

État de la mer

Comme dans le cas des glaces partielles et à la dérive, les mesures de lutte contre les déversements d'hydrocarbures faisant appel à un équipement mécanique de confinement et de récupération ne s'appliquent pas lorsque la mer est agitée. Les barrages et les écrémeurs sont inefficaces lorsque les vents dépassent 15 à 20 noeuds (environ 8 à 10 m/s) et que l'état de la mer est supérieur à 3 ou 4 (hauteur moyenne des vagues d'environ 1 m). Toutefois, une opération de dispersion à l'aide d'agents chimiques peut être efficace quand la mer est relativement houleuse et qu'il est trop dangereux d'installer des barrages et des

écrémeurs. Dans ce genre de situation, l'opération de dispersion (par navire ou par aéronef) donne de meilleures garanties de succès et de sécurité que l'installation d'un barrage mécanique, car la turbulence de l'eau améliore l'efficacité du processus de dispersion.

Il est évident que dans des conditions météorologiques très mauvaises, par grands vents et tempêtes, il est prudent de renoncer à toute opération d'intervention, ne serait-ce que pour des raisons de sécurité. C'est durant ces périodes de mauvais temps que les déversements de pétrole tendent à se briser et se disperser naturellement dans l'eau.

Délais d'intervention

Les limites imposées par les techniques actuelles au succès des mesures d'intervention dans des conditions de mer houleuse ne sont toutefois pas le principal problème lorsque survient un déversement important et discontinu (pétroliers). Ici, le facteur limitatif est le temps requis pour se rendre sur les lieux et procéder au nettoyage avant que les hydrocarbures ne s'étalent ou ne s'altèrent au-delà de tout contrôle possible. Par exemple, s'il était possible de disposer immédiatement de barrages, d'écrémeurs, de pompes et de réservoirs sur le site, au moment même de l'accident en eaux calmes, la majeure partie du déversement pourrait être, en principe, récupérée. Si des quantités suffisantes de dispersants et des systèmes appropriés de transport étaient également disponibles, les hydrocarbures pourraient être traités par voie chimique. Des opérations comprenant l'une ou l'autre de ces techniques de lutte ne peuvent toutefois être organisées qu'après plusieurs heures, voire plusieurs jours de mobilisation et de transport de la main-d'oeuvre, de l'équipement et du matériel. À ce moment, le pétrole est trop répandu ou trop visqueux ou les deux. La seule option qui reste, si le pétrole n'a pas été balayé au large, consiste à mettre en oeuvre un programme rapide et bien planifié de nettoyage et de protection des côtes.

Récupération mécanique

L'utilisation des barrages et des écrémeurs lors de déversements majeurs d'hydrocarbures au large est limitée par l'état de la mer (et l'état des glaces). Ces deux dispositifs pourraient fonctionner pratiquement à leur capacité nominale dans le cas d'une éruption en eau peu profonde, libre de glace et modérément calme.

Tel n'est pas le cas pour les petits équipements utilisés pour protéger les côtes vulnérables et pour concentrer et récupérer le pétrole dans des zones côtières calmes. Des barrages côtiers facilement déployables et peu coûteux ainsi que des écrémeurs pouvant traiter des produits mazoutés visqueux et quelques débris peuvent être très utiles pour récupérer les hydrocarbures sur les côtes dans le cas d'un déversement majeur au large.

Dispersion chimique

La dispersion chimique peut offrir de plus grandes possibilités d'application. Elle peut s'appliquer aux éruptions, lorsque les méthodes mécaniques sont inutilisables, car les nappes, dans ce cas, sont généralement minces et fraîches. Pour les déversements de pétroliers, les techniques de dispersion sont toutefois, dans la plupart des cas, presque aussi limitées que les méthodes mécaniques en raison du problème des délais. De plus, les dispersants ne sont pas efficaces lorsque le déversement d'hydrocarbures se présente sous forme d'une émulsion d'eau dans l'huile.

À l'inverse de la récupération physique qui offre une solution intégrale au problème de nettoyage, en ce sens que les hydrocarbures sont éliminés de l'environnement, l'utilisation des produits chimiques pose de graves défis au niveau de la prise de décision. Lorsqu'un déversement d'hydrocarbures au large ne se disperse pas naturellement, mais que l'emploi de produits chimiques pourrait assurer cette dispersion, il devient nécessaire de décider si l'emploi de dispersants répond à l'intérêt de la protection globale de l'environnement. Si les hydrocarbures restent à la surface et qu'ils ne peuvent pas être physiquement récupérés, ils peuvent mettre en danger les oiseaux, les côtes, les installations portuaires et autres ressources exposées à la surface de l'eau. Lorsque cette menace est réduite par la dispersion chimique, les ressources contenues dans la colonne d'eau peuvent être exposées à de graves dangers.

Bien sûr, il y a toujours des nuances. Il est possible de prévoir une combinaison de techniques d'intervention selon les circonstances du déversement: on peut procéder à la récupération physique par temps calme et compter sur la dispersion naturelle et même sur l'application d'agents chimiques lorsque l'état de la mer est plus houleux. La décision d'utiliser ou non des dispersants chimiques oblige, toutefois, les responsables à réfléchir sur l'ensemble de l'impact d'un déversement d'hydrocarbures. L'utilisation rationnelle des dispersants exige des connaissances très approfondies sur l'évolution, le comportement et les effets des déversements d'hydrocarbures traités et non traités. Lorsqu'il s'agit de déversements majeurs d'hydrocarbures au large du Canada, l'utilisation des dispersants comme méthode de traitement efficace peut devenir l'une des questions capitales à résoudre pour assurer un niveau global acceptable de protection environnementale.

Mesures d'intervention en cas de déversements d'hydrocarbures sur la côte ouest du Canada

À l'exception de la section sur la couverture glacielle totale ou partielle, les conclusions générales relatives aux mesures d'intervention sont valables pour la côte ouest de la Colombie-Britannique. Les deux principales possibilités d'intervention offertes pour traiter une éruption de puits au large ou un accident de pétrolier sont l'utilisation de barrages et d'écrémeurs mécaniques pour confiner et recueillir les hydrocarbures et la dispersion chimique d'une nappe dans la colonne d'eau.

Dans certaines des régions les plus sauvages de la côte ouest, les conclusions établissent que le confinement mécanique et la récupération ne pourraient être efficaces que dans tout au plus 10 % des cas en raison des contraintes posées par les conditions météorologiques, l'état de la mer, la visibilité et l'obscurité. Toutefois, dans un tel environnement, il peut se produire une quantité considérable de dispersion naturelle des hydrocarbures dans la colonne d'eau.

Entre les valeurs des états de la mer permettant la récupération mécanique efficace et celles qui assurent une dispersion naturelle efficace se trouve une plage de valeurs pour laquelle il y aurait lieu de considérer l'emploi de dispersants chimiques, d'où la nécessité de procéder à des recherches plus approfondies.

Remerciements

Les auteurs désirent rappeler que cet article est basé sur un rapport intitulé "An Overview of Potential Large Oil spills Offshore Canada and Possible Response Strategies" et préparé par S.L. Ross de Environmental Research Ltd. au titre d'un contrat passé dans le cadre du Programme sur les déversements d'hydrocarbures en milieu marin arctique d'Environnement Canada.

Bibliographie

Buckley, J., D.R. Green et B. Humphrey, 1981. Oil Spill Cleanup with Dispersants: A Boomed Oil Spill Experiment. Proceedings of the 1981 Oil Spill Conference, American Petroleum Institute, Atlanta, Georgia, p. 263-268.

Buist, I.A. et I.R. McAllister, 1981. Dome Petroleum's Fireproof Boom-Development and Testing to Date. Proceedings of the Fourth Arctic Marine Oilspill Program (AMOP) Conference, 16-18 juin. p. 479-497.

Cormack, D., J.A. Nichols, 1977. The Concentrations of Oil in Sea Water Resulting from Natural and Chemically Induced Dispersion of Oil Slicks. Proceedings of the 1977 Oil Spill Conference, American Petroleum Institute. p. 381-385.

Dickens, D. et M. Buist, 1981. Oil and Gas Under Sea Ice Study. Dome Petroleum research report.

Dome Petroleum Ltd./Canadian Marine Drilling Ltd., 1980. Oil Spill Contingency Manual for the Southern Beaufort Sea.

Dome Petroleum Ltd., 1982. The Use of Aerially-Deployed Igniters for an Oil Well Blowout in the Southern Beaufort Sea. Dome Petroleum research report.

Environmental Protection Agency (U.S.), 1977. Oil Spill: Decisions for Debris Disposal. Vol. I-Procedures Manual (EPA-600/2-88-153S). Vol. II-Literature Review and Case Study Reports (EPA-600/2-77-153B).

Service de la protection de l'environnement, 1973. Principes directeurs relatifs à l'utilisation et à l'acceptabilité des dispersants de déversements d'hydrocarbures, Rapport SPE 1-EE-73-1.

M.F. Fingas, 1977. Évaluation d'une bouée de repérage de déversements d'hydrocarbures. Bulletin de la lutte contre les déversements, Service de la protection de l'environnement, Volume 2 (1), p. 31-38, janvier-février.

M.F. Fingas, 1981. Évaluation de trois bouées de repérage de déversements d'hydrocarbures. Bulletin de la lutte contre les déversements, Volume 6(6), p. 15-17, novembre-décembre.

Gill, S.D. et G. Stevens, 1980. Utilisation de l'incinérateur TRECAN - A.P.C.E.C. après la catastrophe du Kurdistan, Bulletin de la lutte contre les déversements, Volume 5 (1), p. 9-14, janvier-février.

Hardy, R.M. et Associates Ltd., 1979. Oiled Debris Disposal and Storage Sites: Beaufort Sea Coast. Environmental Protection Service, Economic and Technical Review, EPS 3-EC-79-3.

Lindblom, G.P., B.D. Emery et M.A. Garcia Lara, 1981. Aerial Application of Dispersants at the Ixtoc I Spill. Proceedings of the 1981 Oil Spill Conference, Atlanta, Georgia. p. 259-262.

McAuliffe, C.D. et al., 1980. The Dispersion and Weathering of Chemically Treated Crude Oil on the Sea Surface. Proceedings of the Petroleum and the Marine Conference, Eurocean-Petromar 80. p. 513-530.

McAuliffe, C.D. et al., 1981. The 1979 California Dispersant Treated Research Oil Spills. Proceedings of the 1981 Oil Spill Conference, Atlanta, Georgia. p. 269-282.

Mackay, D. et P.G. Wells, 1981. Factors Influencing the Aquatic Toxicity of Chemically Dispersed Oils. The Proceedings of the International Research Symposium: Chemical Dispersion of Oil Spills, Institute for Environmental Studies, University of Toronto, EPS Report No. EE17. p. 445-467.

Meikle, K.M., 1981. Subsea Containment Workshop Report. Proceedings of the Fourth Arctic Marine Oilspill Program (AMOP) Conference, 16-18 juin. p. 161-280.

Neville, R.A., 1979. Remote Sensing of Oil Spills. Proceedings of the Arctic Marine Oilspill Program, Edmonton, Alberta, 7-9 mars.

APCEC, 1978. Guidelines for Oiled Debris Disposal, Bulletin N° 10. Association pétrolière pour la conservation de l'environnement canadien.

Sprague, J.B., J.H. Vandermeulen et P.G. Wells, 1981. Oil and Dispersants in Canadian Seas - Recommendations from a Research Appraisal, Mar. Pollut. Bull. 12:45-46.

Trudel, B.K., 1978. The Effect of Crude Oil and Crude Oil/Corexit 9527 Suspensions on Carbon Fixation by a Natural Marine Phytoplankton Community. Spill Technology Newsletter, Environmental Protection Service, Volume 3 (2). p. 56-64, mars - avril.