

FP/0408-15

ORGANISATION MARITIME INTERNATIONALE

DIRECTIVES OMI/PNUE

SUR

**L'APPLICATION DE DISPERSANTS CONTRE
LES DEVERSEMENTS D'HYDROCARBURES
ET CONSIDERATIONS LIEES A L'ENVIRONNEMENT**



OMI



PNUE

LONDRES

DIRECTIVES OMI/PNUE
SUR
L'APPLICATION DE DISPERSANTS CONTRE
LES DEVERSEMENTS D'HYDROCARBURES
ET CONSIDERATIONS LIEES A L'ENVIRONNEMENT



LONDRES 1982

Les vues exprimées dans le présent document ne reflètent pas nécessairement les décisions ni la politique établie de l'Organisation maritime internationale (OMI) et du Programme des Nations Unies pour l'environnement (PNUE), pas plus que le fait de mentionner des noms de marque ou des procédés commerciaux n'équivaut à les sanctionner. Les appellations employées dans cette publication et la présentation des données qui y figurent n'impliquent de la part de l'OMI et du PNUE aucune prise de position concernant le statut juridique des pays, territoires, villes ou zones, ou de leurs autorités, ni quant au tracé de leurs frontières ou limites.

NOTE: Aux fins de bibliographie, le présent document s'intitule "Directives OMI/PNUE sur l'application de dispersants contre les déversements d'hydrocarbures et considérations liées à l'environnement".

Imprimé et publié par
l'Organisation maritime internationale,
Londres

Copyright © OMI 1982

PREFACE

La présente publication fournit des renseignements d'ordre pratique qui peuvent être utiles aux gouvernements, notamment à ceux des pays en développement, ainsi qu'à d'autres parties intéressées, au sujet de l'utilisation de dispersants pour lutter contre les déversements d'hydrocarbures en mer.

Le Comité consultatif de l'environnement sur l'industrie pétrolière du PNUE et le Comité de la protection du milieu marin (CPMM) de l'OMI sont convenus d'établir des directives sur l'utilisation de dispersants contre les déversements d'hydrocarbures. Le CPMM a créé un groupe de travail spécialisé sur cette question auquel ont participé des experts désignés par le PNUE. Les résultats des travaux effectués par le groupe d'experts au cours des deux dernières années ont été présentés à la dix-septième session du CPMM tenue en juin 1982 et ont été approuvés par ce dernier.

Les présentes Directives devraient être prises en considération conjointement avec la quatrième partie du *Manuel de l'OMI sur la pollution par les hydrocarbures*, intitulée "Renseignements pratiques sur les moyens de lutte contre les hydrocarbures répandus en mer" (février 1980).

L'OMI et le PNUE remercient les nombreux experts qui ont aidé à l'élaboration et à la révision du texte.

TABLE DES MATIERES

	<i>Page</i>
1 INTRODUCTION	7
1.1 Mesures de lutte possibles	7
2 EVOLUTION D'UN DEVERSEMENT D'HYDROCARBURES EN MER, EN L'ABSENCE DE TOUTE INTERVENTION	8
3 DISPERSANTS.....	9
3.1 Principes	9
3.2 Types de dispersants	9
3.3 Efficacité des dispersants contre les déversements d'hydrocarbures	10
4 APPLICATION DES DISPERSANTS	11
4.1 Généralités	11
4.1.1 Conditions de sécurité liées aux opérations d'application de dispersants	12
4.1.2 Considérations liées à l'hygiène du travail	12
4.1.3 Logistique de l'approvisionnement en dispersants en cas de déversements importants	12
4.2 Application à partir de navires de surface	13
4.3 Application à partir d'aéronefs	14
4.4 Application sur le littoral	15
4.5 Coût des opérations de lutte contre les déversements d'hydrocarbures	17
5 EFFETS PHYSIQUES	17
6 CONSIDERATIONS LIEES A L'ENVIRONNEMENT	18
6.1 En haute mer	18
6.2 A proximité du littoral et sur le littoral	18
6.3 Effets sur la santé humaine	20
7 MISE A L'ESSAI DES DISPERSANTS	20
8 SURVEILLANCE ET EVALUATION	21
8.1 Observations destinées à déterminer l'évolution des nappes d'hydrocarbures non traitées et traitées	22
8.2 Détection de la dégradation écologique éventuelle	22
8.3 Notification des résultats des activités de surveillance et d'évaluation	22
8.4 Etablissement de cartes des régions sensibles en vue d'évaluer la vulnérabilité des différents secteurs de l'environnement	23

	<i>Page</i>
9 CHOIX DU TRAITEMENT A APPLIQUER A UNE NAPPE D'HYDROCARBURES EN MER	23
9.1 Généralités	23
9.2 Objectifs	24
9.2.1 Enlèvement mécanique	24
9.2.2 Surveillance, mais sans intervention immédiate	24
9.2.3 Dispersion chimique	25
9.3 Processus de décision concernant l'emploi de dispersants en cas de déversements au large	25
10 CONCLUSIONS.....	25
11 REFERENCES	26
TABLEAUX ET FIGURES	28
APPENDICE -- MATERIEL DESTINE AUX ESSAIS PORTANT SUR LES DEVERSEMENTS D'HYDROCARBURES.....	42

DIRECTIVES OMI/PNUE SUR L'APPLICATION DE DISPERSANTS CONTRE LES DEVERSEMENTS D'HYDROCARBURES ET CONSIDERATIONS LIEES A L'ENVIRONNEMENT

1 INTRODUCTION

Pour lutter contre un déversement d'hydrocarbures, on devra probablement avoir recours à des techniques diverses et variées, qui sont utilisées parfois séparément mais, dans le plus grand nombre des cas, conjointement. La région dans laquelle se produit le déversement, les zones avoisinantes que les hydrocarbures peuvent atteindre en se répandant ou en dérivant et les ressources ainsi menacées, tels sont les facteurs qui détermineront la ou les meilleures méthodes de lutte. L'une des techniques de lutte contre les déversements d'hydrocarbures est l'utilisation de dispersants. Au cours des dix dernières années, d'importants progrès ont été faits en ce qui concerne les dispersants et les techniques d'application de ces produits. Les renseignements qui suivent sont communiqués aux Gouvernements Membres pour les aider à lutter contre les déversements d'hydrocarbures.

Lorsque les circonstances le permettent, l'utilisation de dispersants en mer peut jouer un rôle important (il n'existe pas, à l'heure actuelle, de dispersants efficaces susceptibles d'être utilisés en eau douce). L'objet des présentes Directives est de faire le point des connaissances et des données d'expérience acquises à ce jour en matière de dispersants et de diffuser ces renseignements afin de faciliter la planification d'urgence. Il ne faudrait pas oublier toutefois que des progrès sont encore en cours dans le domaine des dispersants, de leur mise à l'essai et des techniques utilisées pour les appliquer et que les parties intéressées devraient se tenir au courant de ces développements. Les Directives mettent l'accent sur les considérations liées à l'environnement, notamment sur la question très importante de savoir dans quelles circonstances on ne doit pas utiliser de dispersants et dans quelles circonstances cette utilisation est possible. L'évolution d'un déversement d'hydrocarbures contre laquelle aucune mesure de lutte n'a été prise est examinée à la section 2; l'examen systématique de l'utilisation des dispersants fait fait l'objet des sections 3 à 9.

1.1 Mesures de lutte possibles

Lorsque des hydrocarbures sont répandus en mer, les mesures suivantes peuvent être prises:

- circonscrire les hydrocarbures et les enlever du milieu marin;
- surveiller le comportement du déversement, mais sans intervenir immédiatement;
- disperser les hydrocarbures dans la colonne d'eau grâce à des produits chimiques;
- combiner deux ou plusieurs des mesures énumérées ci-dessus.

Il existe pour ces opérations des techniques qui ne cessent d'être améliorées, et parmi lesquelles on peut citer les suivantes:

- pour circonscrire une nappe d'hydrocarbures: barrières physiques, barrages par exemple;
- pour enlever les hydrocarbures: écrémeurs, destruction par combustion;
- pour transférer des hydrocarbures dans la colonne d'eau: dispersants.

Le choix de la ou des méthodes à utiliser dépend de nombreux facteurs, dont les moindres ne sont pas les objectifs généraux recherchés par les responsables des opérations de nettoyage, qui sont en général des fonctionnaires. Ces objectifs sont définis en fonction de facteurs socio-économiques et de considérations liées à l'environnement. Leur réalisation dépend des moyens disponibles et des possibilités effectives d'utilisation de ces moyens.

Les questions relatives à la planification d'urgence et aux méthodes permettant de circonscrire et d'enlever des hydrocarbures répandus en mer sont examinées en détail dans le *Manuel de l'OMI sur la pollution par les hydrocarbures*, plus précisément dans la deuxième partie - Planification d'urgence (1978) et dans la quatrième partie - Renseignements pratiques sur les moyens de lutte contre les hydrocarbures répandus en mer (1980). Les présentes Directives devraient être prises en considération conjointement avec la quatrième partie de ce manuel, qui contient des renseignements sur les dispersants.

2 EVOLUTION D'UN DEVERSEMENT D'HYDROCARBURES EN MER, EN L'ABSENCE DE TOUTE INTERVENTION

L'évolution d'un déversement d'hydrocarbures en mer, en l'absence de toute intervention, est liée aux facteurs ci-après:

- caractéristiques des hydrocarbures en cause;
- manière dont les hydrocarbures ont pénétré dans le milieu marin (éruption d'un puits, épave de navire-citerne, etc.);
- action des processus naturels auxquels sont soumis les hydrocarbures après le déversement.

Cette évolution est illustrée par la figure 1.

Le chapitre 2 de la quatrième partie (1980) du *Manuel de l'OMI sur la pollution par les hydrocarbures* traite des principales caractéristiques des pétroles bruts et des produits du pétrole. Le chapitre 3 examine les processus naturels dont les plus importants sont l'évaporation, la dispersion, l'émulsification et le mouvement. Il est indispensable de comprendre ce qui précède avant d'aborder l'étude des phénomènes qui se produisent lorsqu'on applique des dispersants.

3 DISPERSANTS

3.1 Principes

Les dispersants sont des mélanges dans la composition desquels entrent des agents tensio-actifs qui réduisent la tension superficielle entre les hydrocarbures et l'eau de mer, comme l'indique schématiquement la figure 2. Leur action permet de fragmenter une nappe d'hydrocarbures en gouttelettes très fines (de moins de 100 microns de diamètre) qui sont rapidement dispersées dans tout le volume de l'eau grâce au mouvement naturel de cette dernière. Les énergies de brassage normales provoquent une diminution rapide de la concentration d'hydrocarbures dans la colonne d'eau jusqu'à un niveau résiduel. Il est possible que les gouttelettes remontent lentement à la surface si l'eau est calme. Des agents spéciaux qui entrent dans la composition des dispersants empêchent la réagglomération ou la coalescence. La dispersion est accélérée par l'énergie de brassage provenant de l'action des vagues, du remous des hélices, etc.

Les dispersants modifient le comportement des hydrocarbures en mer en facilitant leur pénétration dans la colonne d'eau. A mesure que les hydrocarbures s'éloignent de la surface de l'eau, l'influence directe du vent diminue, ainsi que les possibilités de formation d'émulsions. D'autre part, le rapport entre la surface et le volume des hydrocarbures augmente, ce qui peut accélérer la biodégradation. On trouvera dans la section 5 - "Effets physiques" d'autres renseignements sur l'effet des dispersants sur les hydrocarbures en mer.

3.2 Types de dispersants

On dispose généralement de deux types de dispersants pour hydrocarbures qui sont couramment qualifiés les uns de dispersants "de type classique" et les autres de dispersants "concentrés"^(1,2).

- **Les dispersants de type classique** sont habituellement à base de solvants d'hydrocarbures et contiennent un mélange d'émulsifiants. Ils sont généralement appliqués sans avoir été dilués, tels qu'ils sont fournis par le fabricant.
- **Les dispersants concentrés** sont des mélanges d'émulsifiants, d'agents mouillants et de solvants oxygénés. Ils contiennent des ingrédients plus actifs que les dispersants de type classique et agissent généralement plus rapidement en donnant une meilleure dispersion des hydrocarbures. Certains de ces produits sont qualifiés par leurs fabricants de "dispersants auto-mélangeurs". Ces dispersants sont appliqués de l'une des manières ci-après:
 - à l'état pur à partir d'aéronefs ou parfois de navires de surface s'ils sont pulvérisés;
 - parfois en dilution dans de l'eau de mer s'ils sont appliqués à partir de navires de surface.

Les essais effectués en laboratoire ont montré que les dispersants de type classique ou les concentrés utilisés en dilution peuvent disperser jusqu'à 8 fois leur propre volume d'hydrocarbures, alors que les dispersants concentrés permettent de disperser

* Voir références.

jusqu'à 80 fois leur propre volume. Toutefois, en raison du caractère fragmenté des nappes d'hydrocarbures et d'autres considérations pratiques, ces résultats ne sont pas atteints dans la réalité; dans un climat tempéré, les rapports sont plus couramment de 1 à 2 pour des dispersants de type classique et des dispersants concentrés en dilution et de 1 à 15 pour des concentrés non dilués; ces rapports peuvent toutefois être améliorés sous les tropiques. Si le taux d'application n'entraîne pas une dispersion satisfaisante, cela peut être dû au fait que l'on a utilisé une quantité insuffisante de dispersants. Cependant, si on augmente le taux d'application et si cela n'a aucun effet positif, il faut en conclure que les dispersants utilisés ne sont pas efficaces pour lutter contre les hydrocarbures en cause, compte tenu des conditions propres à l'environnement.

3.3 Efficacité des dispersants contre les déversements d'hydrocarbures

Les possibilités de dispersion d'une nappe d'hydrocarbures dépendent dans une large mesure du point d'écoulement des hydrocarbures et de leur viscosité à la température de l'eau de mer. L'altération et l'émulsification provoquent une augmentation rapide de la viscosité et du point d'écoulement, renforçant ainsi la résistance à la dispersion. L'état de la mer, la température et la salinité entrent aussi en ligne de compte. On peut signaler à titre indicatif que les dispersants qui existent actuellement peuvent assez bien traiter les hydrocarbures dont la viscosité atteint 1 000 centistokes environ, mais que leur efficacité diminue lorsque cette viscosité dépasse 400 centistokes. On trouvera des renseignements complémentaires à ce sujet dans d'autres publications^{(2,3,4)*}.

Il ressort des renseignements fournis par les tableaux 1 et 2 et par la figure 3 qu'avant d'utiliser un dispersant, on devra prendre en considération les propriétés physiques du type particulier d'hydrocarbure déversé à la température de la mer ambiante au moment du déversement, ainsi que l'état de la mer et le type de dispersant disponible. Ces tableaux peuvent être utilisés pour évaluer l'efficacité attendue d'un dispersant. Si, par exemple, du Nigerian light était déversé dans de l'eau de mer à 10°C, on constate, d'après le tableau 1, que cet hydrocarbure serait à une température inférieure à son point d'écoulement (à l'état solide ou semi-solide) et ne pourrait donc pas être dispersé.

De même, en consultant la figure 3, on constate qu'il pourrait être difficile de disperser un déversement de fuel-oil intermédiaire dans une eau dont la température serait inférieure à 10°C car la viscosité de cet hydrocarbure serait alors supérieure à 1 000 centistokes. En revanche, la figure 3 montre également que, dans une eau dont la température serait de 15°C, par exemple, la viscosité d'un Arabian light serait d'environ 15 centistokes et que cet hydrocarbure serait vraisemblablement facile à disperser si le mouvement de l'eau était suffisant.

Le tableau 2 indique les doses à appliquer pour chaque type de dispersant. Il devrait être possible d'obtenir auprès des fabricants des renseignements sur l'efficacité de dispersants particuliers pour des hydrocarbures, des conditions et des méthodes d'application différents. Les essais en laboratoire et l'expérience acquise grâce à des rejets expérimentaux ou accidentels devraient venir compléter la somme des connaissances nécessaires à une évaluation correcte de l'action possible des dispersants dans ces circonstances déterminées.

* Voir références.

Dans la pratique, les conditions sont rarement idéales. La nappe ne s'étend pas uniformément sur la surface de l'océan, des "andains" se forment et l'épaisseur de la couche d'hydrocarbures n'est pas la même sur toute la superficie recouverte. En conséquence, les dosages utilisés risquent fort d'être excessifs ou insuffisants.

Les données quantitatives sur l'action des dispersants en cas de déversements accidentels d'hydrocarbures sont peu nombreuses; mais on dispose par contre, depuis peu, de renseignements abondants sur des déversements d'hydrocarbures effectués à titre expérimental. Les résultats des travaux entrepris ont montré que les hydrocarbures se dispersent à une profondeur qui peut aller jusqu'à 10 mètres et que, dans certains cas, ils se diluent ensuite rapidement pour atteindre une concentration résiduelle, lorsqu'il existe un volume d'eau suffisant. Certaines des données recueillies à la suite de déversements effectués à titre expérimental sont présentées dans les tableaux 3 et 4^(5,6); elles donnent une idée de l'action des dispersants et des concentrations d'hydrocarbures dans la colonne d'eau qui en résultent, en fonction de la durée écoulée. Dans le cas des résultats Protectmar, dont certains sont fournis dans le tableau 4, les faibles concentrations enregistrées à des profondeurs de 1 mètre et davantage sembleraient indiquer que les hydrocarbures sont surtout répartis à proximité immédiate de la surface de l'eau, jusqu'à une profondeur de 1 mètre. Les tableaux 5, 6 et 7^(7,8) contiennent certaines données plus anciennes sur la dispersion chimique et la dispersion naturelle. Les résultats qui figurent dans les tableaux 3 à 7 ne peuvent être correctement évalués que si l'on tient compte des conditions expérimentales décrites dans les documents d'où proviennent ces résultats. Les données des tableaux 3 à 7 sont présentées de manière schématique à la figure 4; elles indiquent essentiellement que, bien que les concentrations d'hydrocarbures soient plus élevées au départ dans les nappes dispersées chimiquement, elles reviennent très rapidement à un niveau résiduel. En revanche, les hydrocarbures des nappes dispersées naturellement restent plus longtemps à la surface et entraînent de faibles concentrations au-dessous de la nappe pendant une période prolongée. Toutefois, ce comportement général peut être affecté par les conditions en mer, notamment par le vent et par les courants, ainsi que par le type d'hydrocarbures.

4 APPLICATION DES DISPERSANTS

4.1 Généralités

La combinaison optimale du dispersant et de la méthode d'application à utiliser doit être choisie en fonction de la situation considérée. Les caractéristiques des dispersants ont été examinées à la section 3. En haute mer, ils peuvent être appliqués à partir de navires de surface (paragraphe 4.2) et à partir d'aéronefs (paragraphe 4.3). A terre, on peut utiliser des pulvérisateurs portatifs ou montés sur des véhicules, ou, dans certains cas, des aéronefs (paragraphe 4.4). Il est de la plus haute importance d'utiliser du matériel sûr et de suivre les instructions des fabricants du matériel et des dispersants.

Une fois qu'il a été décidé que l'utilisation des dispersants ferait partie des moyens de lutte, les opérations de pulvérisation doivent être entreprises aussi rapidement que possible (voir la section 9). De nombreux hydrocarbures constituent des émulsions

* Voir références.

stables de type huileux (mousse au chocolat) dont la viscosité est plus élevée que celle qu'avaient les hydrocarbures à l'origine. L'importance de l'émulsification et la stabilité de l'émulsion dépendent du type d'hydrocarbures, de l'état de la mer et de la température. La viscosité augmente également par suite de l'évaporation des hydrocarbures à faible poids moléculaire. Ces deux phénomènes peuvent déjà se trouver à un stade très avancé dans les deux heures qui suivent un déversement et, si l'application des dispersants est retardée, leur efficacité risque de se trouver réduite. La mousse est très difficile à disperser. Le traitement au moyen de dispersants devrait donc commencer avant que la mousse ne se forme ou qu'une altération importante ne se produise. Compte tenu des résultats des travaux portant sur des déversements effectués à titre expérimental⁽⁵⁾, il semble qu'il n'y ait pas de raison de craindre qu'un traitement rapide entraîne une persistance plus prolongée dans la colonne d'eau de plus fortes concentrations de composés toxiques à faible poids moléculaire.

4.1.1 Conditions de sécurité liées aux opérations d'application de dispersants

On peut parfois utiliser des dispersants dans le but de réduire le danger d'incendie et d'explosion et, partant, les risques pour la vie humaine. Même lorsque l'on applique des dispersants ou que l'on procède à un nettoyage mécanique peu après un déversement, il faut bien se rendre compte que des hydrocarbures sont en général présents dans l'atmosphère du fait de l'évaporation de ses éléments les plus volatils. Ces éléments peuvent être suffisamment concentrés pour présenter des risques pour la santé et un danger d'incendie ou pour provoquer l'emballement des moteurs diesel utilisés pour le nettoyage, ou d'autres appareils. Il conviendrait donc d'observer toutes les précautions d'usage en matière de sécurité et, en outre, de procéder, à l'aide d'instruments, à des mesures pour déterminer la teneur en hydrocarbures de l'atmosphère.

4.1.2 Considérations liées à l'hygiène du travail

La manutention et l'application de produits chimiques exigent que des précautions soient prises en fonction de la nature du produit chimique utilisé. Le fabricant du dispersant devrait fournir les renseignements nécessaires sur les risques pour la santé. Les dispersants ont, par exemple, une action sur la peau en cas de contact prolongé. A tout moment, des vêtements protecteurs - gants et combinaison - devraient être portés et la protection du visage assurée par le port de lunettes, de visières en matière plastique, etc.

4.1.3 Logistique de l'approvisionnement en dispersants en cas de déversements importants

On peut souvent avoir des difficultés à se procurer des dispersants en quantité suffisante pour lutter contre un déversement important d'hydrocarbures. Les responsables des opérations de lutte devraient inclure dans leurs plans d'urgence une liste des dispersants appropriés et savoir comment ils peuvent en obtenir des livraisons supplémentaires. Si les ressources disponibles sont insuffisantes, les responsables des opérations de lutte devraient être prêts à combiner diverses techniques de lutte.

* Voir références.

4.2 Application à partir de navires de surface

Les dispersants sont pulvérisés sur la nappe d'hydrocarbures au moyen de pistolets spéciaux ou de rampes de pulvérisation munies de buses reliées à des pompes d'alimentation et à des réservoirs de stockage. L'état de la mer détermine dans une large mesure si ces dispositifs peuvent être utilisés en toute sécurité et avec efficacité.

Lorsque l'on utilise sur une mer calme soit des dispersants de **type classique**, soit des **concentrés** en dilution, il peut être nécessaire de fournir une énergie de brassage efficace au moyen de "panneaux mélangeurs" remorqués derrière les rampes de pulvérisation qui, dans les dispositifs classiques, sont montées à l'arrière du milieu du navire. En l'absence de panneaux mélangeurs, les hélices du navire peuvent fournir l'énergie de brassage nécessaire. Le bon fonctionnement des panneaux mélangeurs exige que la vitesse du navire se situe entre 5 et 10 noeuds. On peut diluer les concentrés, généralement à raison de 10 fois leur volume, au moyen d'une pompe de brassage ou en les amenant vers la section aspirante d'une pompe d'eau de mer. Pour une nappe d'une épaisseur moyenne de 0,1 mm, la quantité d'hydrocarbures traités par heure serait de l'ordre de 20 m³ si l'on prend comme hypothèse un rapport de 1 à 2 environ pour les dispersants de type classique et de 1 à 20 pour les concentrés, la capacité d'une seule pompe étant de l'ordre de 10 m³ à l'heure pour les dispersants de type classique et celle d'une double pompe étant de 1,0 à 9,0 m³ à l'heure pour le concentré et l'eau de mer respectivement. Si la largeur de la zone effectivement traitée est de 20 mètres, un navire pourrait couvrir 200 000 m² par heure (taux d'application) en se déplaçant à une vitesse de 10 km/h (5,5 noeuds). La vitesse du navire peut être modifiée jusqu'à un certain point en fonction de la nature des hydrocarbures et de l'épaisseur de la nappe. Les dispersants devraient faire l'objet d'essais sur le terrain dans le cadre de la planification d'urgence; les résultats de ces essais, combinés avec les renseignements fournis par les fabricants de dispersants^{(3,6)*}, devraient guider dans leur choix les responsables des opérations de lutte. Certains dispersants peuvent ne pas nécessiter d'énergie de brassage supplémentaire.

Du point de vue chimique, les dispersants concentrés sont particulièrement efficaces quand ils sont appliqués directement sur la nappe d'hydrocarbures sans avoir été dilués. Dans ce cas, les rampes de pulvérisation sont généralement montées à la proue de manière que les lames de proue et le sillage contribuent au brassage. Il n'est pas nécessaire d'avoir recours à une énergie de brassage supplémentaire d'origine mécanique, telle que celle fournie par les panneaux mélangeurs, et il est possible d'avoir une plus large gamme de vitesses, qui n'est limitée que par l'épaisseur de la nappe et par le taux d'application requis⁽³⁾.

Du point de vue logistique, les concentrés, comparés avec les dispersants de type classique, présentent l'avantage de permettre à un navire d'effectuer des sorties 10 fois plus longues, pour une charge utile et un taux d'application déterminés. Dans les cas appropriés, la pulvérisation à l'avant du navire de concentrés à l'état pur peut se faire à vive allure, ce qui raccourcit la durée totale de l'opération. D'autre part, cette formule autorise également des vitesses beaucoup plus faibles, ce qui permet d'appliquer à une

* Voir références.

nappe un traitement dans lequel le rapport entre le dispersant et les hydrocarbures est élevé, alors que, dans des conditions différentes, les navires équipés en vue de l'utilisation de dispersants de type classique ou de concentrés en dilution devraient parcourir plusieurs fois la même zone. Lorsqu'on doit disperser un déversement important en mer, les dispersants devraient être pulvérisés de façon systématique. Il est fréquent que les hydrocarbures répandus en mer se fragmentent naturellement en "andains" et, dans ce cas, la pulvérisation devrait se faire en suivant ces bandes. Si la nappe d'hydrocarbures se trouve à proximité de la côte, la pulvérisation devrait se faire le long du bord de la nappe situé le plus près de la côte et parallèlement à celle-ci. Dans la mesure du possible, les opérations de pulvérisation devraient être dirigées à partir d'aéronefs (voir la figure 5). Si deux ou plusieurs navires sont sur place, leurs opérations devront être adéquatement coordonnées. L'idéal serait que leurs trajectoires de pulvérisation soient contiguës tout en se chevauchant légèrement, afin d'éviter que des hydrocarbures n'échappent au traitement.

D'une manière générale, les dispersants ne devraient pas être appliqués au moyen de manches à incendie; on a toutefois mis au point une technique qui permet d'appliquer des dispersants concentrés en les introduisant par injection dans l'eau de mer et perfectionné l'utilisation d'ajutages spéciaux⁽⁶⁾. Les dispersants à base de solvants d'hydrocarbures ne sont pas normalement utilisés de la sorte, sauf instructions formelles du fabricant. Toutefois, après une application de dispersants chimiques correctement effectuée, l'emploi de manches à eau de mer s'est révélé utile pour le brassage de petites nappes se trouvant dans des ports ou d'autres zones qui auraient été inaccessibles par tout autre moyen (sous les ponts et pilotis par exemple).

Dans le cadre de la planification d'urgence, les diverses embarcations de service susceptibles d'être utilisées pour des opérations pétrolières devraient être équipées de manière à pouvoir recevoir du matériel de pulvérisation.

4.3 Application à partir d'aéronefs

La technique de la pulvérisation à partir d'aéronefs (appareils à voilure fixe ou hélicoptères) a été adoptée par certains gouvernements et utilisée avec succès pour lutter contre les déversements dans un certain nombre de cas. Des aéronefs équipés de rampes de pulvérisation, de buses de pulvérisation, de pompes et de réservoirs permettent de traiter rapidement une nappe d'hydrocarbures recouvrant une vaste superficie et d'intervenir plus rapidement que ne le permettraient des navires de surface. L'application à partir d'aéronefs peut également présenter des avantages lorsque les déversements se produisent loin des ports. Il semble que la plupart des dispersants concentrés se prêtent à une application aérienne. La largeur effective de la bande traitée peut être de 1 à 2,5 fois la largeur du champ de buses de pulvérisation de l'aéronef. Ce dernier vole habituellement contre le vent à une altitude comprise entre 15 et 50 pieds, méthode analogue à celle qui est illustrée par la figure 6. On peut être amené à pulvériser dans d'autres directions à cause de la lumière, ou de l'angle ou de la direction des rayons solaires.

* Voir références.

Divers types d'aéronefs peuvent être utilisés pour la pulvérisation des dispersants. Les hélicoptères peuvent être munis soit d'unités intégrées de pulvérisation, soit de "baquets sur courroie" équipés de pompes et de rampes de pulvérisation. En principe, tout aéronef à voilure fixe capable de voler de manière stable à faible altitude peut être équipé de pompes et de rampes de pulvérisation. La pression des buses de pulvérisation et des pompes doit être déterminée avec soin pour obtenir des gouttelettes de dimensions optimales, soit, en général, de 0,4 à 1 mm de diamètre. Si les gouttelettes sont trop petites, elles risquent d'être emportées au-delà de la nappe; en revanche, si elles sont trop grandes, elles pourraient traverser la couche d'hydrocarbures et disparaître dans la colonne d'eau.

Pour donner un exemple de taux d'application aérienne, on peut envisager un aéronef se déplaçant à une vitesse de 200 km/h, pulvérisant sur une largeur de 15 m et ayant une charge utile de 1 000 litres, qui traiterait une nappe d'hydrocarbures d'une épaisseur moyenne de 0,2 mm. Le taux d'application correspondant serait de 100 litres/hectare pour un rapport de 1 à 20 entre le dispersant et les hydrocarbures. Pour atteindre ce taux d'application, l'aéronef devrait projeter les dispersants au rythme de 500 litres/minute et traiterait ainsi 20 tonnes d'hydrocarbures par sortie.

Lorsqu'on envisage des opérations de pulvérisation aérienne, les questions d'ordre logistique doivent être étudiées avec soin; en effet, le temps de pulvérisation ne représente qu'une faible proportion de la durée de chaque sortie (2 minutes dans l'exemple cité plus haut) en raison des restrictions imposées par la charge utile, la durée du vol depuis la base et jusqu'à la base et le temps nécessaire pour le ravitaillement en carburant et pour le remplissage des réservoirs. L'aéronef de pulvérisation devrait être dirigé ou surveillé de manière adéquate à partir d'un aéronef volant à une altitude plus élevée et ayant une bonne visibilité vers le bas. On trouvera des précisions concernant des essais de pulvérisation aérienne dans un certain nombre de publications^{(5,6,9,10,11,12,13,14)*}.

Ces opérations doivent être effectuées conformément à la réglementation locale en matière d'aviation civile.

4.4 Application sur le littoral

Les méthodes de nettoyage du littoral sont décrites au chapitre 5 de la quatrième partie (1980) du *Manuel de l'OMI sur la pollution par les hydrocarbures* qui spécifie notamment ce qui suit: "On doit tenir compte des considérations écologiques, sociales, économiques et politiques locales avant de prendre une décision qui soit acceptable pour la région polluée".

Lorsque l'application de dispersants sur le littoral est justifiée, le choix de la méthode la plus appropriée dépend de la nature du littoral, du type d'hydrocarbures et du degré de nettoyage exigé. Le rivage peut être constitué par des rochers, des blocs de pierre, des galets, du sable plus ou moins fin, de la vase ou par une combinaison de certains de ces éléments. Les ouvrages artificiels tels que les digues et les promenades, tout comme les navires au mouillage, peuvent aussi être sérieusement affectés par les hydrocarbures et le traitement doit être adapté à ces diverses surfaces.

* Voir références.

Les hydrocarbures peuvent parvenir sur le littoral à l'état liquide (immédiatement après un déversement), sous forme d'émulsion visqueuse ou sous forme de granules ou de mottes de goudron de plus grandes dimensions. Le gros de la pollution devrait être éliminé par enlèvement mécanique ou projection d'eau, après quoi l'emploi de dispersants pourra être envisagé pour un traitement secondaire. Les biologistes, écologistes et autres spécialistes du milieu marin devraient être consultés avant l'application de dispersants sur le rivage, la faune et la flore du littoral étant généralement très fragiles.

Les dispersants utilisés sur les plages sont pour l'essentiel les mêmes que ceux utilisés en mer, mais certains pays imposent des prescriptions plus rigoureuses en ce qui concerne les propriétés toxiques des dispersants utilisés à terre. On peut utiliser aussi bien des dispersants à base de solvant d'hydrocarbures que des concentrés dilués avec de l'eau de mer pour le nettoyage des plages. Comme dans les cas où ils sont utilisés au large, les dispersants risquent de ne pas agir sur certains types d'hydrocarbures ou de mousses. Les concentrés en dilution peuvent être utilisés pour les déversements de brut ou de fuel-oils légers et moyens, mais il est important de veiller à ce que le degré de dilution puisse être contrôlé en cours d'application. Lorsqu'il reste à traiter des résidus d'hydrocarbures lourds ou de mousse, on devrait tout d'abord procéder à un essai avec le dispersant afin de s'assurer qu'il y aura effectivement dispersion. Il est probable que seuls les dispersants à base de solvants d'hydrocarbures seront efficaces dans ce cas, du fait qu'ils peuvent mieux pénétrer les hydrocarbures, en particulier s'il y a une brève période de trempage et/ou de brassage (par exemple si l'on utilise des brosses). On emploie généralement les méthodes suivantes:

- pulvérisation de dispersants de type classique sur les hydrocarbures en remontant le rivage, juste avant la marée montante, afin de réduire au minimum tous les risques d'infiltration des hydrocarbures dans le substrat et la contamination de la flore et de la faune par des concentrations toxiques;
- application de dispersants de type classique puis projection d'eau de mer lorsque la mer est calme ou que la marée est descendante ou faible;
- application de concentrés par injection dans des manches à eau. Cette méthode peut entraîner une recalescence des hydrocarbures, qui doivent alors être circonscrits, puis écrémés ou absorbés.

Dans certains cas, on applique les deux dernières méthodes conjointement avec un nettoyage à l'eau chaude, mais il convient de rappeler que cela risque d'avoir des effets biologiques néfastes.

A titre d'indication approximative, le taux d'application des dispersants sur les hydrocarbures répandus sur les plages est de 2 litres de dispersants de type classique par mètre carré de plage, pour une épaisseur d'hydrocarbures de 5 mm. La pulvérisation peut être effectuée au moyen d'appareils qui vont des appareils individuels portatifs ("en havresac") aux véhicules et aéronefs spécialisés dans la pulvérisation des plages. Lorsque la plage est accessible, on peut utiliser des véhicules; la pulvérisation dans des endroits moins accessibles peut se faire au moyen de pulvérisateurs portatifs ou d'aéronefs. Il faut veiller à ne pas utiliser de produits chimiques pour le traitement des nappes d'hydrocarbures trop près de prises d'eau de refroidissement, de prises d'eau de mer destinée à être dessalée ou autres prises d'eau de mer à usage industriel. Les considérations liées à l'environnement concernant l'emploi éventuel de dispersants pour le nettoyage des déversements d'hydrocarbures sur le littoral sont examinées à la section 6.

4.5 Coût des opérations de lutte contre les déversements d'hydrocarbures

Les méthodes suivies par une Administration pour lutter contre des déversements d'hydrocarbures (et donc le coût des opérations) varient très sensiblement en fonction du type d'hydrocarbure répandu et de considérations écologiques, sociales et politiques locales. L'étendue de la pollution ainsi que la disponibilité et le coût du matériel, des produits chimiques et de la main-d'oeuvre locale sont des facteurs qui ont tous leur importance, ainsi que le degré de réhabilitation requis. On peut donner une estimation du coût des dispersants (en 1981, le coût moyen était de 2 200 dollars des Etats-Unis la tonne de concentrés, et de 1 200 dollars des Etats-Unis environ la tonne de dispersants de type classique, prix du fabricant, fob), mais il faut tenir compte du coût du transport des dispersants jusqu'au pays et ensuite jusqu'aux lieux où le déversement s'est produit^{(1,10,15)*}. De même, lorsque l'on ne dispose pas sur place de matériel pour l'enlèvement mécanique des hydrocarbures, le coût du transport du matériel et des services de personnes qualifiées peut être relativement élevé. S'agissant du nettoyage manuel du littoral, le coût dépend des coûts salariaux locaux.

Si les deux types de matériel sont disponibles, on peut comparer le nettoyage mécanique et le nettoyage par dispersion chimique, dont les coûts respectifs varient, comme l'indique qualitativement la figure 7, en fonction de l'épaisseur de la nappe^{(15)*}. Il va de soi que chaque Administration doit évaluer l'influence des facteurs mentionnés ci-dessus sur le coût des moyens mis en oeuvre pour lutter contre un déversement d'hydrocarbures important.

5 EFFETS PHYSIQUES

On examinera maintenant les effets physiques connus que peut avoir l'utilisation de dispersants. Il faut bien se rendre compte que, dans la réalité, le processus de nettoyage n'est jamais efficace à 100 p. 100 et que l'objectif est de réduire au minimum les dommages causés à l'environnement. Dans de bonnes conditions, si l'application de dispersants est effectuée à temps et correctement, elle devrait, en principe, avoir les effets physiques suivants:

- .1 les hydrocarbures sont éliminés de la surface de l'eau et il est improbable que des nappes se reforment. La pollution causée par des nappes flottantes d'hydrocarbures a des effets moins graves sur les oiseaux qui se posent sur l'eau, ainsi que sur les obstacles ou le littoral. En revanche, la concentration d'hydrocarbures dans la colonne d'eau est généralement beaucoup plus élevée dans un premier temps qu'elle ne le serait pour des hydrocarbures non dispersés, ce qui peut entraîner une contamination des poissons, des crustacés et des coquillages pendant une certaine période, qui varie en fonction des conditions locales du déversement;
- .2 il n'y a pas de formation de "mousse au chocolat" (émulsion d'eau dans les hydrocarbures);
- .3 lorsque ces dispersants sont appliqués immédiatement après un déversement ou pendant un déversement prolongé, par exemple en cas d'éruption au cours

* Voir références

d'opérations au large, l'évaporation immédiate d'hydrocarbures légers dans l'atmosphère peut être réduite, ce qui diminue d'autant les risques d'explosion et d'incendie. En pareil cas, les hydrocarbures de faible poids moléculaire se séparent des gouttelettes d'hydrocarbures pour se dissoudre dans la phase aqueuse continue et se diluer rapidement pour atteindre des niveaux extrêmement bas (inférieurs à 1 microgramme/litre pour le benzène et le toluène) et s'évaporer en partie^{(5)*};

- .4 les gouttelettes et les hydrocarbures dissous dans la colonne d'eau se déplacent au gré des courants de marée, des courants résiduels et de la circulation des eaux brassées, ce qui leur fait subir des transformations physiques, chimiques et biologiques.

Il ne faut pas oublier que, suivant l'état de la mer, une nappe d'hydrocarbures non traités peut aussi se disperser en partie dans la colonne d'eau, mais sans se diluer aussi rapidement qu'après une dispersion chimique (voir la figure 4). Pendant une longue période, la réagglomération et la remontée à la surface lutteront avec la redispersion. Un phénomène de sédimentation peut parfois se produire.

6 CONSIDERATIONS LIEES A L'ENVIRONNEMENT

6.1 En haute mer

Les ressources menacées sont notamment les oiseaux, plus particulièrement les espèces qui se nourrissent à la surface de l'eau, les frayères et les zones de pisciculture, les zones de pêche, les mammifères marins et les organismes dont dépendent ces ressources. Lorsqu'une nappe d'hydrocarbures se déplace en direction de l'une ou l'autre de ces ressources, et lorsque la dispersion naturelle et/ou la retenue et la récupération par des moyens mécaniques seraient sans effet, l'application de dispersants devrait être envisagée. Une certaine mortalité peut se produire parmi le plancton, que des dispersants soient utilisés ou non, mais on connaît mal l'écologie du plancton et il n'est donc pas possible de formuler de conclusions définitives. On ne devrait pas utiliser de dispersants si la présence d'hydrocarbures dans la colonne d'eau risque de causer aux ressources menacées qui se trouvent dans cette colonne des dommages beaucoup plus étendus que la nappe non traitée n'en causerait aux ressources de la surface. En tout état de cause, il se produira une dispersion naturelle mais celle-ci sera sans doute plus marquée dans des zones où l'énergie de la houle est forte et dans les zones tropicales.

6.2 A proximité du littoral et sur le littoral

Un certain nombre d'habitats différents seront étudiés et on formulera quelques observations générales sur l'application possible de produits chimiques en cas de déversements d'hydrocarbures. Ces observations ont un caractère général et doivent être interprétées avec une certaine prudence, car les écosystèmes d'un même type d'habitat peuvent varier considérablement en fonction de leur situation géographique; il faut demander aux écologistes ou aux biologistes marins des conseils sur la meilleure méthode de traitement des hydrocarbures lorsque ceux-ci pénètrent dans la zone côtière.

* Voir références.

A de rares exceptions près, l'application de dispersants sur le littoral entraîne le déplacement des hydrocarbures et des dispersants vers la mer, soit sous l'effet de la marée, soit à la suite de projections d'eau de mer. Les incidences de ce processus sur les écosystèmes situés à proximité du rivage doivent être comparées aux avantages qu'il pourrait présenter pour le littoral. Il ne faut pas oublier que la faune et la flore du littoral sont exposées non seulement à une dispersion à faible concentration, mais aussi à un contact direct à la fois avec les hydrocarbures et les dispersants, ou avec les dispersants seulement, lorsqu'une pulvérisation, accidentellement, n'atteint pas la nappe d'hydrocarbures. C'est pourquoi des essais de toxicité effectués avec des hydrocarbures dispersés chimiquement ne sont pas suffisants. On devrait procéder à des essais spéciaux dans lesquels les organismes sont mis en contact direct avec les dispersants^{(16)*}.

Divers types d'environnements littoraux et de méthodes de nettoyage recommandées sont décrits dans le chapitre 6 de la quatrième partie (1980) du *Manuel de l'OMI sur la pollution par les hydrocarbures*. D'une manière générale, il existe dans chaque pays plusieurs types de littoraux qui sont plus ou moins vulnérables aux hydrocarbures non dispersés, aux hydrocarbures dispersés et aux dispersants eux-mêmes. On trouvera ci-après des directives sur l'utilisation des dispersants sur le littoral et près du littoral:

- .1 les habitats dans lesquels on ne devrait pas habituellement procéder à une pulvérisation de dispersants sont les environnements marins les plus fragiles, à savoir les récifs de corail, les marais salins, les mangroves, les estuaires, les marécages côtiers et les lagunes dans lesquelles l'échange d'eau est insignifiant. Lorsque des hydrocarbures pénètrent dans ces environnements, il peut être préférable de limiter les activités de nettoyage (y compris le nettoyage mécanique) aux méthodes qui n'aggravent pas les dommages causés par les hydrocarbures. On devrait accorder la priorité la plus élevée à la protection de ces zones avant que les hydrocarbures ne les atteignent;
- .2 les habitats dans lesquels on considère généralement qu'il est inutile de procéder à une pulvérisation comprennent les rivages rocheux exposés, les plages exposées, les escarpements érodés par la mer et les plates-formes creusées par l'action des vagues. L'énergie de la houle dans ces habitats est forte et les hydrocarbures sont enlevés naturellement;
- .3 les habitats dans lesquels on peut procéder à une pulvérisation en suivant les conseils d'experts et en prenant des précautions comprennent les plages de sable, de graviers et de galets sur lesquelles l'énergie de la houle est faible, ainsi que les rivages rocheux abrités. En raison de la faiblesse de l'énergie de la houle dans ces endroits, les hydrocarbures peuvent subsister pendant un certain temps. L'emploi de dispersants peut contribuer à éliminer les hydrocarbures lorsque la marée approche.

Lorsqu'on décide quel est le meilleur moyen de lutter contre un déversement d'hydrocarbures, il faut comparer l'évolution et les répercussions possibles des hydrocarbures dispersés chimiquement et celles d'une nappe que l'on laisserait se disperser naturellement. Les déversements peuvent avoir des effets à court et/ou à long terme.

* Voir références.

Ces derniers vont de l'étouffement physique aux effets toxiques. Les effets biologiques d'un déversement d'hydrocarbures peuvent être évalués par des biologistes marins expérimentés qui emploient des méthodes acceptables. Il convient de souligner qu'il est souhaitable de savoir quelle était la situation avant le déversement et qu'il devrait être tenu compte de ce facteur dans la planification d'urgence.

6.3 Effets sur la santé humaine

On ignore si les dispersants contribuent à augmenter ou à diminuer la pénétration des hydrocarbures dans les espèces alimentaires; on sait, toutefois, que pendant un certain temps, la concentration des gouttelettes d'hydrocarbures en suspension dans la colonne d'eau est plus élevée lorsque l'on utilise des dispersants. Par conséquent, on s'efforce fréquemment à titre de précaution d'éviter l'emploi de dispersants à proximité des parcs à crustacés et des zones d'aquiculture et d'interdire la pêche dans les zones riches en crustacés lorsque l'on a utilisé des dispersants. La contamination des organismes alimentaires se situe à un niveau plus faible que celui qui risque d'être nocif pour la santé humaine et pourrait empêcher la consommation de ces organismes. On ignore toutefois si l'absence de contamination peut être utilisée comme critère de la qualité des aliments^{(1,17)*}.

Il n'y a pas de rapport épidémiologique entre les cancers gastro-intestinaux et la consommation de poissons et de crustacés contaminés par des hydrocarbures^{(17)*} et, de l'avis général, les poissons et les crustacés contaminés par des hydrocarbures ne présentent pas plus de risques pour le consommateur que d'autres aliments ou que des contacts avec diverses substances chimiques^{(18)*}.

7 MISE A L'ESSAI DES DISPERSANTS

Les dispersants utilisés dans les opérations de lutte contre les déversements d'hydrocarbures devraient être approuvés par l'Administration responsable. De nombreux gouvernements ont déjà mis au point des méthodes d'essai normalisées afin d'évaluer les produits commercialisés et ont dressé la liste des dispersants approuvés. Il est recommandé que les gouvernements individuels établissent leur propre liste de dispersants approuvée, en se fondant sur les méthodes d'essai et les espèces correspondant à leur situation particulière.

L'efficacité, la toxicité et la biodégradation des dispersants peuvent être évaluées de nombreuses manières mais les gouvernements n'ont pu parvenir à un accord sur les meilleures méthodes d'évaluation. On trouvera ci-après un bref exposé des mesures qui, de l'avis général, devraient être prises lorsqu'un pays souhaite déterminer si un dispersant particulier est adapté aux fins auxquelles il le destine. La marche à suivre est représentée de manière schématique à la figure 8. On trouvera ci-après une brève description des quatre opérations fondamentales à effectuer, à savoir: essai d'efficacité, essai de toxicité, essai de biodégradabilité et examen simultané des résultats des deux derniers essais.

* Voir références.

Avant de procéder à l'un de ces essais, l'Administration devrait examiner les renseignements dont elle dispose sur l'efficacité des dispersants à différentes températures et pour différents types d'hydrocarbures. Si le dispersant semble devoir agir efficacement sur les hydrocarbures susceptibles d'être déversés dans les conditions propres à l'environnement local, il est sans doute justifié de le soumettre à des essais supplémentaires.

On peut effectuer un essai d'efficacité au cours duquel les hydrocarbures et le dispersant sont mélangés par des moyens mécaniques dans des conditions normales. Le degré de dispersion qui en résulte peut ensuite être évalué soit par l'observation visuelle, soit par une estimation plus objective de la répartition des différentes dimensions de gouttelettes. Le taux de dégradation biologique du dispersant et peut-être celui des mélanges d'hydrocarbures et de dispersants devraient être déterminés dans des conditions caractéristiques de l'environnement local. De même, dans les essais de toxicité portant sur les déversements d'hydrocarbures en mer, on devrait utiliser des organismes marins qui occupent une place importante dans le milieu local. On peut étudier la manière dont ces méthodes d'essai peuvent être adaptées en se reportant, par exemple, au cas décrit dans le document de référence⁽¹⁹⁾.

De nouvelles méthodes d'essais de toxicité ont été mises au point; elles permettent d'établir un rapport entre un degré élevé de toxicité et les concentrations de polluants prévues dans les conditions prévalant localement. Certains des résultats obtenus par cette méthode sont exposés dans le document mentionné à la rubrique⁽²⁰⁾. La toxicité y est exprimée sous forme d'un indice, qui établit un rapport entre la durée d'exposition à la contamination et les concentrations.

Les Administrations devraient examiner les résultats des essais de toxicité et des essais de biodégradabilité conjointement. Elles pourraient, par exemple, envisager d'utiliser des dispersants dont la toxicité est nulle ou peu élevée même si leur biodégradabilité est très faible.

L'OMI et le PNUE ont connaissance d'un certain nombre de méthodes d'essai utilisées dans divers pays; ces organisations peuvent communiquer, sur demande, de plus amples renseignements sur la question.

8 SURVEILLANCE ET EVALUATION

Les décisions qui touchent la gestion de l'environnement sont souvent prises dans des conditions qui ne permettent pas de prévoir toutes les conséquences des différentes options. Cela s'explique par l'insuffisance des connaissances scientifiques concernant le comportement de l'environnement et le déroulement des processus physiques et chimiques ainsi que par le manque de données sur les phénomènes et la zone considérés. Pour améliorer la prise de décisions en matière de gestion de l'environnement, il faudrait évaluer les situations impliquant l'application de dispersants en se fondant sur des données recueillies au moyen d'observations suivies. (Par "observations suivies" on entend ici le rassemblement de mesures ou d'observations systématiques effectuées dans une zone délimitée et à des fins déterminées à l'avance.) Ainsi, chaque fois que des dispersants sont utilisés, leurs effets devraient être surveillés.

* Voir références.

8.1 Observations destinées à déterminer l'évolution des nappes d'hydrocarbures non traitées et traitées

En ce qui concerne les hydrocarbures non traités, l'observation visuelle, aérienne de préférence, constitue le moyen de surveillance le plus commode, même si des erreurs peuvent être commises (des algues ont pu être prises pour des nappes d'hydrocarbures, par exemple). Certains pays utilisent la téléobservation au moyen de dispositifs de balayage linéaire IR/UV et d'appareils radar aéroportés à vision latérale^{(21,22)*}. Par ailleurs, on a élaboré des modèles mathématiques qui permettent de prévoir le mouvement des hydrocarbures^{(23)*}. L'altération des hydrocarbures, la formation de mousse et l'augmentation de viscosité qui en résulte peuvent être surveillées par l'observation visuelle, d'un point de vue qualitatif, et par l'échantillonnage et les mesures, d'un point de vue quantitatif.

En ce qui concerne les hydrocarbures traités, si une partie de la nappe reste à la surface, elle peut être observée de la manière indiquée plus haut. Au cours des opérations de dispersion, cette surveillance est nécessaire pour diriger les opérations et vérifier leur efficacité. On devrait surveiller l'évolution des hydrocarbures dispersés en prélevant des échantillons et en les analysant. Si cela est nécessaire, on peut déterminer la concentration globale simple (il est désormais possible de trouver dans le commerce, du matériel d'essai analogue à celui qui est décrit dans l'appendice du présent document) ou faire une analyse détaillée des composants. Il est nécessaire de procéder à des contre-vérifications sur des échantillons pour interpréter correctement les résultats.

8.2 Détection de la dégradation écologique éventuelle

Théoriquement, il faudrait effectuer à cette fin de solides études de base à long terme. A défaut de ces études, on peut avoir recours à une comparaison avec des zones écologiquement semblables qui n'ont pas été touchées par des hydrocarbures ou par les hydrocarbures dispersés provenant du déversement considéré. Cette opération est souhaitable car des transformations naturelles très importantes peuvent se produire avec le temps. Une évaluation de la situation existant immédiatement après l'événement et de la situation prévalant au moment où l'étude de base a été effectuée fait apparaître les dégradations à court terme. En se fondant sur les connaissances et l'expérience dont on dispose, on peut alors essayer de prévoir les effets à long terme, y compris les répercussions indirectes sur les zones avoisinantes; il ne s'agit toutefois là que de simples prévisions, qui devraient être complétées par d'autres études au cours des années suivantes, s'il apparaît nécessaire de déterminer l'existence éventuelle d'effets durables et leur importance. Les transformations naturelles qui se produisent par exemple dans des zones écologiquement semblables qui n'ont pas été touchées par les hydrocarbures devraient être prises en considération pour l'interprétation des résultats, car elles peuvent cacher les transformations dues au déversement d'hydrocarbures.

8.3 Notification des résultats des activités de surveillance et d'évaluation

Il est extrêmement important que les résultats de ces activités soient publiés et qu'ils comprennent des données précises sur l'application et l'efficacité des dispersants; en effet, l'expérience et une meilleure connaissance des phénomènes en cause et des incidences sur l'environnement des hydrocarbures dispersés ou non traités contribueront à améliorer la qualité du processus de prise de décisions à l'avenir.

* Voir références.

8.4 Etablissement de cartes des régions sensibles en vue d'évaluer la vulnérabilité des différents secteurs de l'environnement

Les cartes des régions sensibles sont des cartes des zones côtières qui identifient les ressources susceptibles d'être touchées par un déversement d'hydrocarbures^{(24)*}. Il est des plus souhaitable d'établir ce type de cartes, dans le cadre de l'élaboration de la planification d'urgence, si l'on veut déterminer:

- le meilleur moyen de traiter des déversements d'hydrocarbures lorsqu'ils approchent d'un environnement donné et après qu'ils y ont pénétré;
- l'ordre des priorités à observer dans la lutte contre les déversements d'hydrocarbures lorsque plusieurs secteurs de l'environnement sont menacés ou touchés, compte tenu des moyens disponibles susceptibles d'être mis en oeuvre;
- la zone dans laquelle effectuer les études de base mentionnées plus haut.

Parmi les éléments importants à prendre en considération, on peut citer les caractéristiques de l'hydrocarbure au moment du déversement, sa persistance, les variations saisonnières observées dans la répartition et le cycle d'évolution des espèces importantes, la durée de l'exposition, l'ampleur des incidences éventuelles sur les secteurs voisins et la possibilité de reconstituer des populations à partir de secteurs voisins. D'autres éléments peuvent comprendre les sites touristiques, les plages d'agrément, les installations industrielles, etc. Une coordination avec les intérêts touristiques, industriels et ceux de l'environnement est donc essentielle.

9 CHOIX DU TRAITEMENT A APPLIQUER A UNE NAPPE D'HYDROCARBURES EN MER

9.1 Généralités

Il convient maintenant d'examiner le processus de prise de décision dans la lutte contre les déversements d'hydrocarbures. Les chapitres qui précèdent devraient contribuer à définir les diverses mesures qui s'offrent ou qui peuvent être combinées en cas de déversements importants, ainsi que les facteurs qui influent sur les décisions. Le processus de prise de décision ne devrait pas être déclenché une fois que les hydrocarbures sont répandus sur la mer; il devrait faire partie de la planification préalable et de l'élaboration de la planification d'urgence. Il est évident qu'une organisation solidement implantée, ayant des tâches et des responsabilités bien définies, est indispensable pour mener une lutte efficace contre des déversements d'hydrocarbures mais qu'elle ne suffit pas. Il faut élaborer une logistique, organiser les stocks, le transport et l'utilisation de l'équipement et des matériaux de manière à permettre une action rapide. Les plans d'urgence devraient tenir compte de la nécessité d'obtenir rapidement des renseignements sur l'état de la mer et les conditions météorologiques, ainsi que sur les caractéristiques des hydrocarbures répandus (les dispersants actuels n'agissent pas efficacement sur

* Voir références.

les hydrocarbures cireux, lourds et altérés, non plus que sur les émulsions d'eau dans les hydrocarbures). Il faudrait disposer de données sur l'hydrographie, la bathymétrie et les caractéristiques écologiques de la mer et de la zone côtière, ainsi que de renseignements détaillés sur l'importance socio-économique des divers secteurs de la région (tels que pêcheries, bancs de crustacés, zones d'aquaculture, plages d'agrément) au cas où des décisions devraient être prises en fonction de leur importance relative. S'il est vrai que chaque déversement d'hydrocarbures ne ressemble à aucun autre, il n'en importe pas moins d'envisager à l'avance un certain nombre de cas parmi les plus probables ainsi que leur évolution possible, afin de déterminer quelle est la meilleure marche à suivre.

9.2 Objectifs

Il est indispensable de définir les objectifs de la lutte contre les déversements d'hydrocarbures, objectifs qui ont généralement un caractère national. Mis à part les considérations touchant les accidents de personnes, l'objectif essentiel est d'atténuer les effets de la pollution par les hydrocarbures. D'autres objectifs peuvent englober des notions de coût-utilité ou des facteurs socio-économiques. Des objectifs nationaux différents peuvent appeler des décisions différentes à des moments différents et aboutir à l'adoption de méthodes de lutte différentes contre un déversement d'hydrocarbures déterminé.

Il existe en principe trois méthodes principales pour faire face à un déversement d'hydrocarbures en mer. Il peut être nécessaire de les combiner pour lutter contre des éléments divers d'un déversement important.

9.2.1 Enlèvement mécanique

L'enlèvement mécanique des hydrocarbures répandus en mer constitue la solution idéale. Des efforts considérables ont été déployés et continuent de l'être pour mettre au point et perfectionner les barrages flottants destinés à circonscrire un déversement ainsi que les moyens destinés à récupérer les hydrocarbures à la surface de l'eau en les écrémant ou en les absorbant. Les appareils dont on dispose actuellement ne sont utilisables que lorsque la mer est peu agitée.

9.2.2 Surveillance, mais sans intervention immédiate

Avec le passage du temps, la nature élimine les hydrocarbures sans intervention extérieure. La décision de "surveiller et laisser faire" peut se justifier si l'on n'a pas le temps d'agir, s'il est très probable que la nappe sera naturellement poussée vers la haute mer et dispersée sans constituer de menace écologique, si la nappe peut être dispersée naturellement avant d'atteindre des ressources fragiles à proximité du rivage ou sur celui-ci ou si, tout bien considéré, une telle décision entraîne moins de dommages que toute forme d'intervention possible. Il faut cependant admettre que, si l'on s'abstient d'intervenir pendant un certain temps après un déversement d'hydrocarbures, cela risque de rendre la récupération ou la dispersion ultérieure plus difficile. Une surveillance continue est indispensable au cas où l'évolution de la situation exigerait une nouvelle décision. Les pays voisins devraient être tenus au courant et consultés en cas de besoin.

9.2.3 Dispersion chimique

Dans les cas où l'enlèvement mécanique ne serait pas efficace et où l'option consistant à "laisser faire" risquerait d'avoir des répercussions ou d'entraîner des dommages, la dispersion chimique devrait être envisagée.

9.3 Processus de décision concernant l'emploi de dispersants en cas de déversements au large

Il existe un certain nombre d'exemples de processus de décision^{(1,25)*} et chaque Etat peut établir le sien. On trouvera à la figure 9 un exemple schématique de la procédure qui permet de décider logiquement quelle option adopter pour atténuer les effets d'un déversement d'hydrocarbures. Cet exemple s'applique plus particulièrement à une situation dans laquelle les objectifs consistent à enlever les hydrocarbures, si cette opération est effectivement possible, et à réduire au minimum les répercussions défavorables du déversement.

S'il s'agit de déversements plus importants, surtout s'ils s'approchent du littoral ou se produisent à proximité de celui-ci, il peut être nécessaire de combiner toutes les méthodes disponibles, si l'on veut que l'intervention soit efficace.

10 CONCLUSIONS

On s'est efforcé dans les présentes directives d'appeler l'attention sur les facteurs qui devraient être pris en considération lorsqu'il s'agit de décider s'il convient ou non d'employer des dispersants pour lutter contre un déversement d'hydrocarbures.

Dans la plupart des cas, l'emploi de dispersants peut présenter des avantages et/ou des inconvénients. C'est pourquoi le choix ne consiste pas simplement à déterminer si les hydrocarbures dispersés sont toxiques ou non; il faut aussi déterminer si leur toxicité est telle qu'elle risque de provoquer des dommages plus graves que ceux que pourraient entraîner les hydrocarbures non traités que l'on n'a pas réussi à éliminer de la surface de la mer par des moyens mécaniques.

Dans des conditions appropriées, l'application de dispersants peut constituer une méthode valable pour les opérations de nettoyage, mais elle doit être utilisée de manière sélective pour protéger des ressources spécifiques et non pas seulement pour dissimuler des difficultés. En cas de déversement massif, l'application de dispersants peut être utilisée conjointement avec d'autres méthodes, mais il convient de ne pas oublier que, dans ce cas, même l'emploi simultané de tous les moyens d'action ne parviendra peut-être pas forcément à éviter la pollution du littoral.

Compte tenu de ces facteurs, on doit prévoir dans les plans d'urgence les zones à protéger en priorité et également indiquer les méthodes à employer de préférence.

* Voir références.

11 REFERENCES

(Toutes demandes d'information concernant les ouvrages de référence ci-après seront adressées, soit à l'OMI, Division du milieu marin, 4 Albert Embankment, Londres SE1 7SR, soit au PNUE, Bureau de l'industrie et de l'environnement, 17 rue Marguerite, 75017 Paris)

- (1) UNEP, "Final Record of ad hoc Expert Workshop on Application and Environmental Effects of Oil Spill Chemicals", held in Brest, France, November 1979. Paris, June 1980, IEO/WS/PET/7, FINAL.
- (2) CONCAWE, "A Field Guide to Coastal Oil Spill Control and Clean-up Techniques", Report No. 9/81, CONCAWE, Babylon Kantoren A, Koningin Juliana plein 30-g, The Hague, Netherlands.
- (3) Lee, M., Martinelli, F., Lynch, B. and Morris, P.R., "The Use of Dispersants on Viscous Fuel Oils and Water in Crude Oil Emulsions". In: Proceedings, 1981 Oil Spill Conference, American Petroleum Institute, Washington D.C. 1981, pp. 31-35.
- (4) CEDRE, "Recommandations pour l'utilisation des dispersants en mer en cas de marées noires", Rapport N° 80 20 R-CEDRE-BP 308 - 29274, BREST CEDEX, France.
- (5) McAuliffe, C.D., Johnson, J.C., Greene, S.H., Canevari, G.P. and Searl, T.D., "Dispersion and Weathering of Chemically treated Crude Oils on the Ocean", *Envir. Sci. and Techn.* 14(12) pp. 1509-1518, 1980.
- (6) Bocard, C., Croquette, J., Gatellier, C. and Morlin, F., "Operation Protectmar". In *Spill Technology Newsletter*, Environment Canada, March-April 1981, Environmental Emergency Branch, Environmental Protection Service, Ottawa, Canada.
- (7) Cormack, D. and Nichols, J.A., "The Concentrations of Oil in Sea-Water Resulting from Natural and Chemically induced Dispersion of Oil Slicks". In: Proceedings, 1977 Oil Spill Conference, American Petroleum Institute, Washington, D.C. 1977, pp. 381-386.
- (8) Blackman, R.A.A., Franklin, F.L., Norton, M.G. and Wilson, K.W., "New Procedures for the Toxicity Testing of Oil Spill Dispersants", Fisheries Research Technical Report No. 39, Lowestoft 1977, Ministry of Agriculture, Fisheries and Food, Directorate of Fisheries Research.
- (9) ITOPF, "Aerial application of oil spill dispersants", Technical information paper No. 3, 1982. ITOPF, 87-90 Houndsditch, London EC3A 7AX.
- (10) Cormack, D. and Parker, H., "The Use of Aircraft for the Clearance of Oil Spills at Sea". In: Proceedings, 1979 Oil Spill Conference, American Petroleum Institute, Washington, D.C. 1979, pp. 469-473.
- (11) Smedley, J.B., "Assessment of Aerial Application of Oil Spill Dispersants". In: Proceedings, 1981 Oil Spill Conference, American Petroleum Institute, Washington, D.C. 1981, pp. 253-257.
- (12) Lindblom, G.P., "Logistic Planning for Oil Spill Chemical Use". In: Proceedings, Oil Spill Conference, American Petroleum Institute, Washington, D.C. 1979, pp. 453-458.

- (13) Lindblom, G.P., Emery, B.D. and Garcia Lara, M.A., "Aerial Application of Dispersants at the IXTOC I Spill". In: Proceedings, 1981 Oil Spill Conference, American Petroleum Institute, Washington, D.C. 1981, pp. 259-262.
- (14) Nichols, J.A. and White, I.C., "Aerial Application of Dispersants in Bantry Bay following the Betelgeuse Incident", Marine Pollution Bulletin, Volume 10, No. 7, July 1979.
- (15) Steelman, B.L., "Oil Spill Dispersant Application — A Time and Cost Analysis", Proceedings of annual conference and exhibition on "Oil and Hazardous Materials Spills — prevention — control — clean-up recovery disposal", Cherry Hill, N.J., December 3-5, 1979.
- (16) Baker, M.M., Crothers, J.H., Mullett, J.A.J. and Wilson, C.M., "Ecological Effects of Dispersed and Non-Dispersed Crude Oil". In: Proceedings of the Institute of Petroleum Conference on Petroleum Development and the Environment, London, November 20-21, 1980.
- (17) GESAMP, Groupe mixte d'experts chargé d'étudier les aspects scientifiques de la pollution des mers, "The Impact of Oil on the Marine Environment", 1977, UNEP-FAO, Reports and Studies No. 2.
- (18) Royal Commission on Environmental Pollution. Eighth Report on Oil Pollution of the Sea, 1981. HMSO, London.
- (19) Thompson, G.B., and Wu, R.S.S., "Toxicity Testing of Oil Slick Dispersants in Hong Kong". In: Marine Pollution Bulletin, Vol. 12, No. 7, pp. 233-237, 1981, Great Britain.
- (20) Anderson, J.W., Kiesser, S.L., Bean, R.M., Riley R.G. and Thomas, B.L., "Toxicity of Chemically Dispersed Oil to Shrimp Exposed to Constant and Decreasing Concentrations in a Flowing System". In: Proceedings, 1981 Oil Spill Conference, American Petroleum Institute, Washington, D.C. 1981, pp. 69-75.
- (21) White, J.R., Schmidt, R.C. and Plage, W.E., "The Aireye Remote Sensing System for Oil Spill Surveillance". In: Proceedings, 1979 Oil Spill Conference, American Petroleum Institute, Washington, D.C., pp. 301-304.
- (22) Backlund, L., "Airborne Oil Spill Surveillance Systems in Sweden". In: Proceedings, 1979 Oil Spill Conference, American Petroleum Institute, Washington, D.C. 1979, pp. 305-312.
- (23) Belew, M.S., Lehr, W.J. and Cekirge, W.M., "Spreading, Dispersion and Evaporation of Oil Slicks in the Arabian Gulf". In: Proceedings, 1981 Oil Spill Conference, American Petroleum Institute, Washington, D.C., pp. 61-64.
- (24) Getter, C.D., Thebeau, L.C., Ballou, T. and Maiero, D.J., "Mapping the Distribution of Protected and Valuable, Oil-Sensitive Coastal Fish and Wildlife". In: Proceedings, 1981 Oil Spill Conference, American Petroleum Institute, Washington, D.C., pp. 325-329.
- (25) Castle, R.W. and Schrier, E., "Decision Criteria for the Chemical Dispersion of Oil Spills". In: Proceedings, 1979 Oil Spill Conference, American Petroleum Institute, Washington, D.C. 1979, pp. 454-464.

TABLEAU 1⁽⁴⁾†

PROPRIETES DES PETROLES BRUTS

Catégorie	Pays	Type	Densité	Viscosité cSt	Point d'écoulement
1. Haute teneur en paraffines	Egypte	El Morgan	0,874	à 38°C* 13	13°C
	Gabon	Galba	0,872	28,5	30
	Libye	Es Sider	0,841	5,7	9
	Nigéria	Nigerian light	0,844	3,6	21
2. Teneur en paraffines moyenne	Qatar	Qatar	0,814	à 10°C 4,5	-18
	URSS	Romaskinskaya	0,859	20	- 4
	Algérie	Zarzitine	0,816	9	-15
	Libye	Brega	0,824	6,3	-18
		Zueitina	0,808	5	-12
	Iran	Iranian light	0,854	20	- 4
		Iranian heavy	0,869	30	- 7
	Iraq	Northern Iraq	0,845	9	-15
	Abu Dhabi	Abu Dhabi	0,830	6,2	-18
		A.D. Zakum	0,825	5	-15
		A.D. Umm Shaif	0,840	6,5	-15
	Norvège	Ekofisk	0,847	9	- 4
	3. Faible teneur en paraffines	Algérie	Hassi Messaoud	0,802	à 10°C 3
		Arzew	0,809	4,3	-30
Nigéria		Nigerian medium	0,907	60	-30
		Nigerian export	0,872	13	-30
Koweït		Koweït	0,869	30	-18
Arabie		Arabian light	0,851	12	-30
Saoudite		Arabian medium	0,874	29	-15
		Arabian heavy	0,887	80	-30
Iraq		Southern Iraq	0,847	13	-13
Oman		Oman	0,861	25	- 8
Venezuela		Tia Juana medium	0,900	70	-30
4. Très faible teneur en paraffines - très visqueux	Venezuela	Bachaquero	0,978	à 38°C* 1 280	- 7
		Tia Juana heavy	0,980	2 980	- 3

* Ces données ayant été enregistrées à 38°C, c'est-à-dire à une température très supérieure à celle de la mer (10°C environ), elles doivent être utilisées avec prudence.

† Voir références.

TABLEAU 2^{(4)†}

**DOSES DE DISPERSANTS DE TYPE CLASSIQUE ET CONCENTRES
A UTILISER DANS LA PRATIQUE**

(exprimées sous forme de rapport entre le volume de dispersant et
le volume d'hydrocarbures)

Viscosité (cSt) Dispersant	< 1 000	1 000 - 2 000	> 2 000
	De type classique	1:2 - 1:3	1:1 - 1:2
Concentrés dilués (solution à 10%)	1:1 - 1:2	efficacité limitée	pas recommandé
A l'état pur	1:10 - 1:20	1:10	pas recommandé

* Etabli à partir de renseignements fournis par le CEDRE.

TABLEAU 3^{(5)†}

**RESULTATS DES ESSAIS API/EPA EFFECTUES EN 1978
SUR LA COTE ORIENTALE DES ETATS-UNIS**

Dispersion chimique de brut Murban
(Concentration des matières organiques extractibles par
spectrophotométrie à infrarouges en milligrammes par litre)

Temps écoulé depuis la fin du traitement en minutes	PROFONDEUR EN METRES				
	Surface	1	3	6	9
0	0,06	0,1		0,03	0,04
30	11,0	3,8	2,5	1,0	0,9
75	1,0	0,3	0,3	0,3	0,2
150	0,3	0,1	0,1	0,1	0,1

† Voir références.

TABLEAU 4(6)***RESULTATS DES ESSAIS PROTECMAR**

Dispersion chimique du fuel-oil léger
 (Concentration du fuel-oil à différentes profondeurs
 mesurée après séparation chromatographique du dispersant,
 en milligrammes de fuel-oil par litre d'eau de mer)

Temps écoulé depuis la fin du traitement	PROFONDEUR EN METRES			
	Surface	1	2,5	7,5
15 - 30 minutes	3,2	0,1	0,1	
	0,8	0,1	0,1	
	44	0,2	0,1	
	170	0,1	0,1	
	560	0,2	0,1	
	1210	0,4	0,1	
	0,6	0,2	0,1	
	0,7	0,1	0,2	
1 heure				0,1
				0,2
				0,1
3 heures	0,9	0,7	0,8	
	1,8	0,4	1,7	
	5,2	0,5	0,3	
	1,4	0,2	0,7	

* Voir références.

TABLEAU 5^{(7)*}**BRUT EKOFISK - DISPERSION NATURELLE**

Etat de la mer: 3 ou 4 sur échelle de Beaufort - Vitesse du vent: 12,7 noeuds
 (Concentration des hydrocarbures en dessous de la nappe principale en fonction du temps)

Temps écoulé depuis le déversement (en heures)	Profondeur (en mètres)	Concentration des hydrocarbures sous la périphérie de la nappe principale (en mg/l)	Concentration des hydrocarbures au-dessous du centre de la nappe principale (en mg/l)
0,5	2	2,49	2,03
1,5	2	2,22	0,85
3	2	1,15	0,79
4	2	0,94	3,95
8	2	1,88	1,63
8	5	0,17	0,19
8	10	0,10	0,07
8	15	0,08	0,07
11	5	0,02	0,04
11	10	0,02	0,02
11	15	0,02	0,03
21	2	0,59	1,49

TABLEAU 6^{(7)*}**BRUT DU KOWEÏT - DISPERSION CHIMIQUE**

Etat de la mer: 2 ou 3 sur échelle de Beaufort - Vitesse du vent: 10 noeuds
 (Concentration de brut du Koweït dans l'eau en fonction du temps)

Temps écoulé depuis le déversement (en minutes)	Concentration de brut du Koweït en mg/l dans la couche d'un mètre d'eau située en dessous de la surface		
	Zone 1	Zone 2	Zone 3
0	34,4	24,2	0,85
1	-	15,8	-
2	47,8	-	8,7
2,5	-	12,2	-
5	-	9,4	-
7	17,8	-	3,5
10	-	5,2	-
15	-	-	1,7
18	1,9	-	-
25	-	4,2	-
40	0,8	-	1,35
50	-	1,9	-
80	-	-	1,5
100	2,2	0,8	-

* Voir références.

TABLEAU 7⁽⁸⁾*

Concentration d'hydrocarbures dispersés dans la colonne d'eau après dispersion chimique et dispersion naturelle en mer

Lieu	Conclusions	Source
Dispersion chimique expérimentale d'une nappe de Koweït brut	48 mg/l au plus dans les deux premières minutes baissant à 1-2 parts/10 ⁶ après 100 minutes	Essais en laboratoire de Warren Spring (Cormack, 1977)
Dispersion chimique d'une nappe d'une demi-tonne de pétrole Ekofisk	18 mg/l dans la bande supérieure de 30 cm de la colonne d'eau	Ibid
Dispersion naturelle de brut Light Arabian après un déversement d'hydrocarbures dans la baie de Tarut (Arabie Saoudite)	50 mg/l présents initialement	Spooner, 1970
Gas-oil lourd dispersé par des moyens mécaniques	1,5 à 0,5 mg/l pendant les 90 premières minutes	Nichols, 1973

* Voir références.

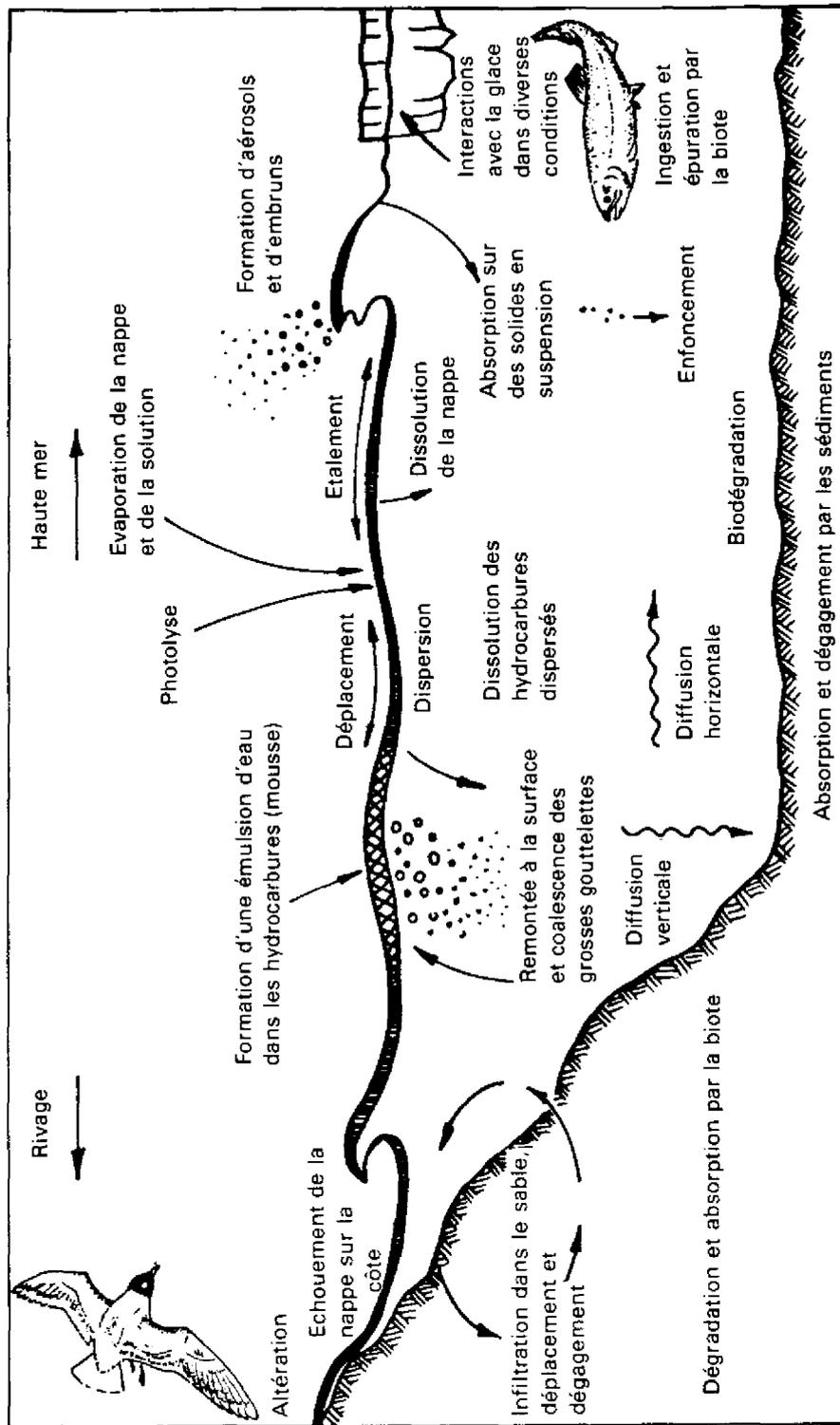


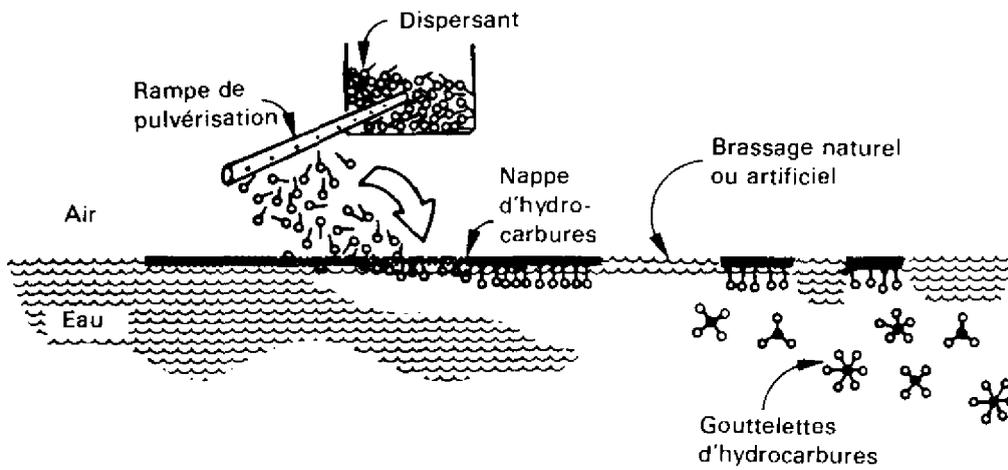
FIGURE 1

Processus intervenant après un déversement d'hydrocarbures

Adapté de Sprague, T.B., Vandermuehlen, J.H. and Wells, P.G., "Oil and Dispersants in Canadian Seas" (1981)

FIGURE 2

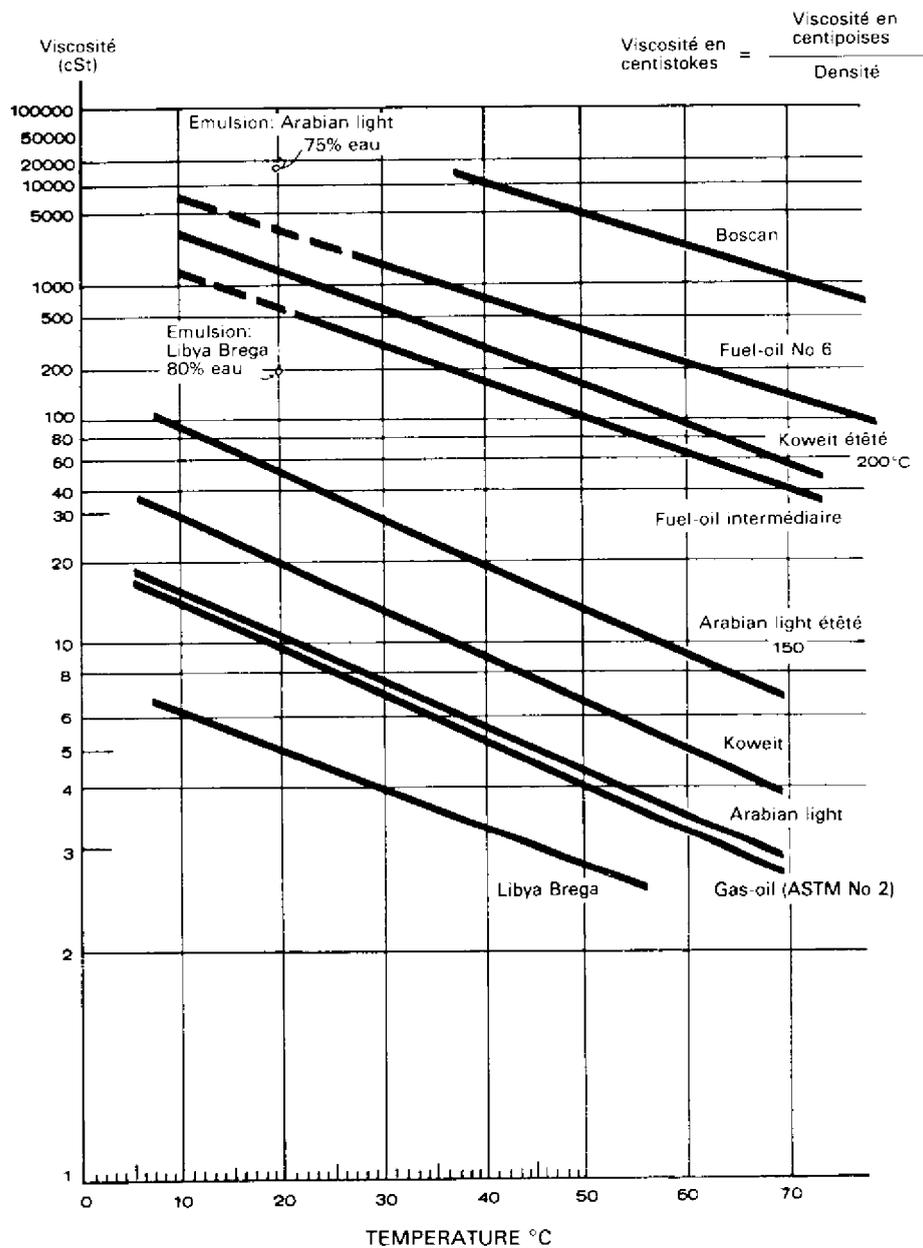
Comportement simplifié des agents tensio-actifs



Lorsque les dispersants sont utilisés en mer, leurs molécules s'alignent sur la surface hydrocarbures/eau de sorte que la "tête" hydrophile reste dans l'eau tandis que la "queue" hydrophobe (lipophile) adhère aux hydrocarbures. Ces "queues" accélèrent la dispersion des hydrocarbures en réduisant les forces d'attraction qui en assurent la cohésion. Par brassage et/ou diffusion, les hydrocarbures se fractionnent en gouttelettes dont la "pellicule" de "têtes" hydrophiles empêche la recalescence.

FIGURE 3⁽⁴⁾*

Différence de viscosité de divers hydrocarbures en fonction de la température



* Voir références.

FIGURE 4

Comparaison entre la dispersion naturelle et la dispersion chimique

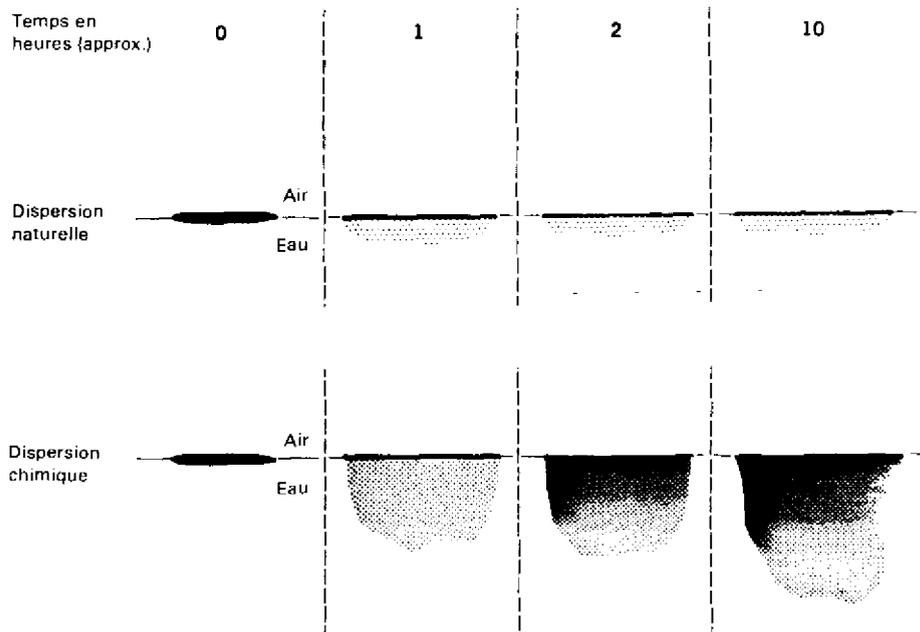


FIGURE 5

Application à partir de navires de surface

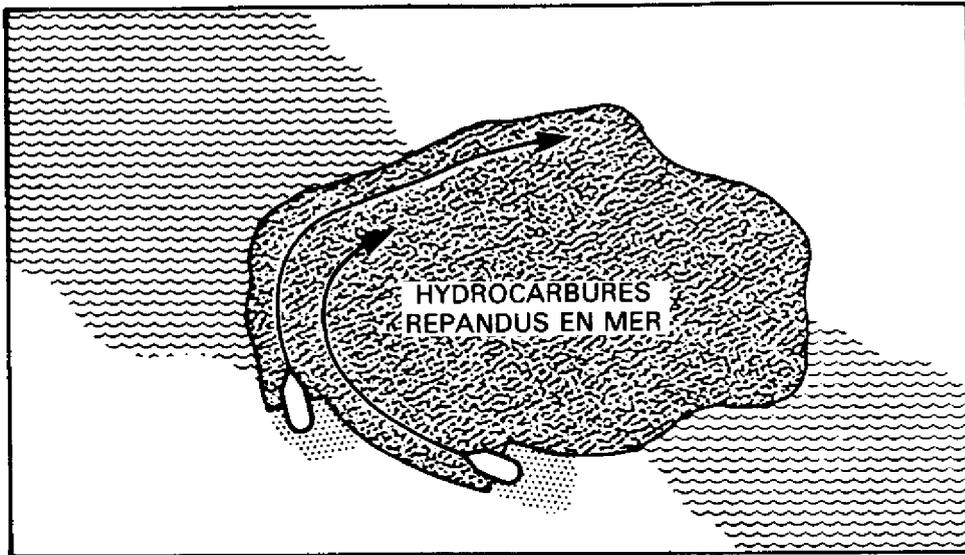


FIGURE 6

Application à partir d'aéronefs

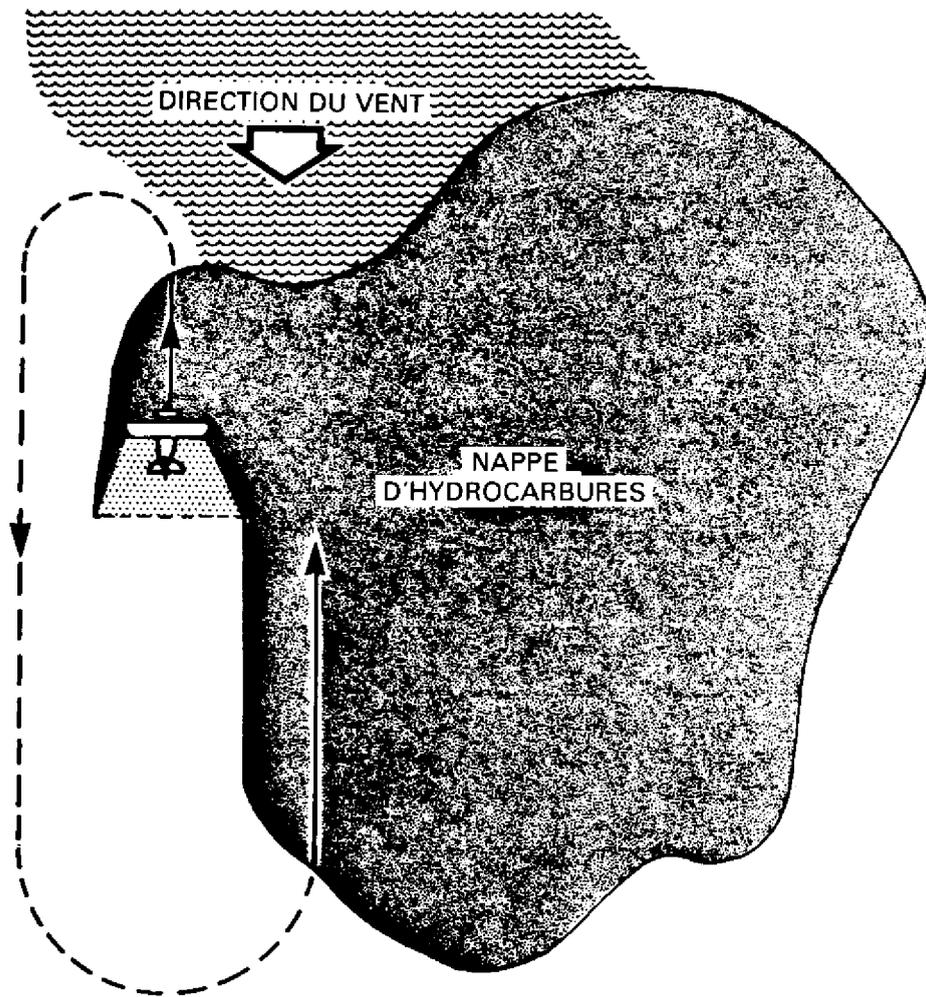
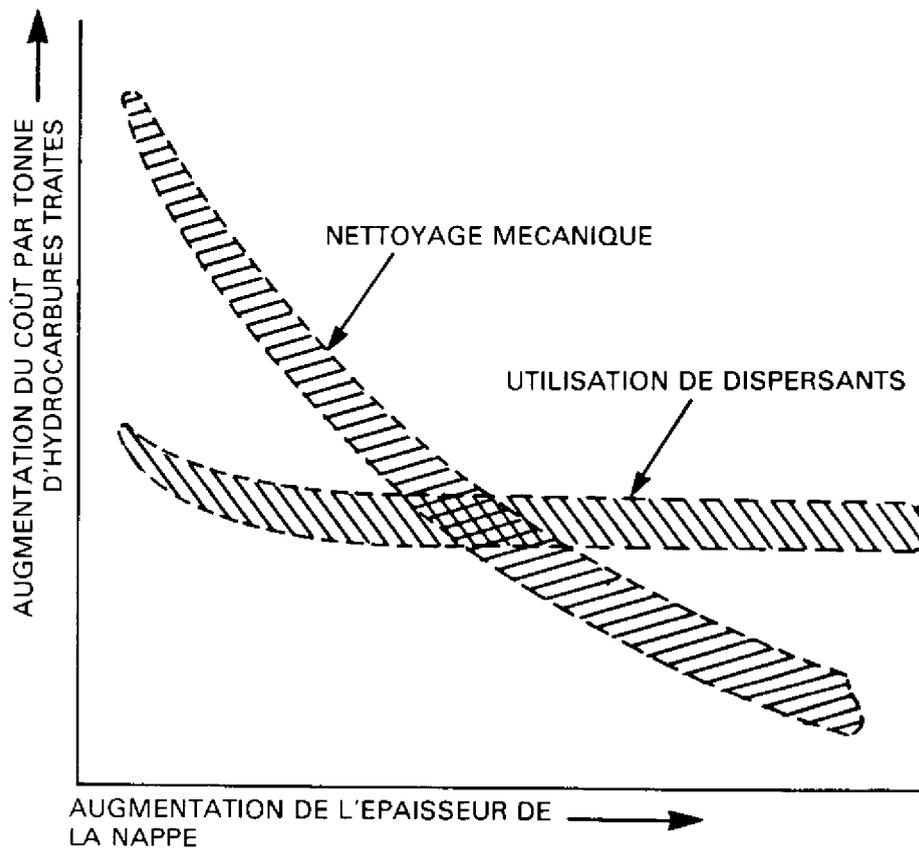


FIGURE 7

Description qualitative de la variation relative des coûts du nettoyage mécanique et de l'utilisation de dispersants pour lutter contre les déversements d'hydrocarbures (si les deux types de matériel sont disponibles)



(Les unités ne sont pas précisées car elles varient d'un pays à l'autre).

FIGURE 8

Marche à suivre pour les essais de dispersants

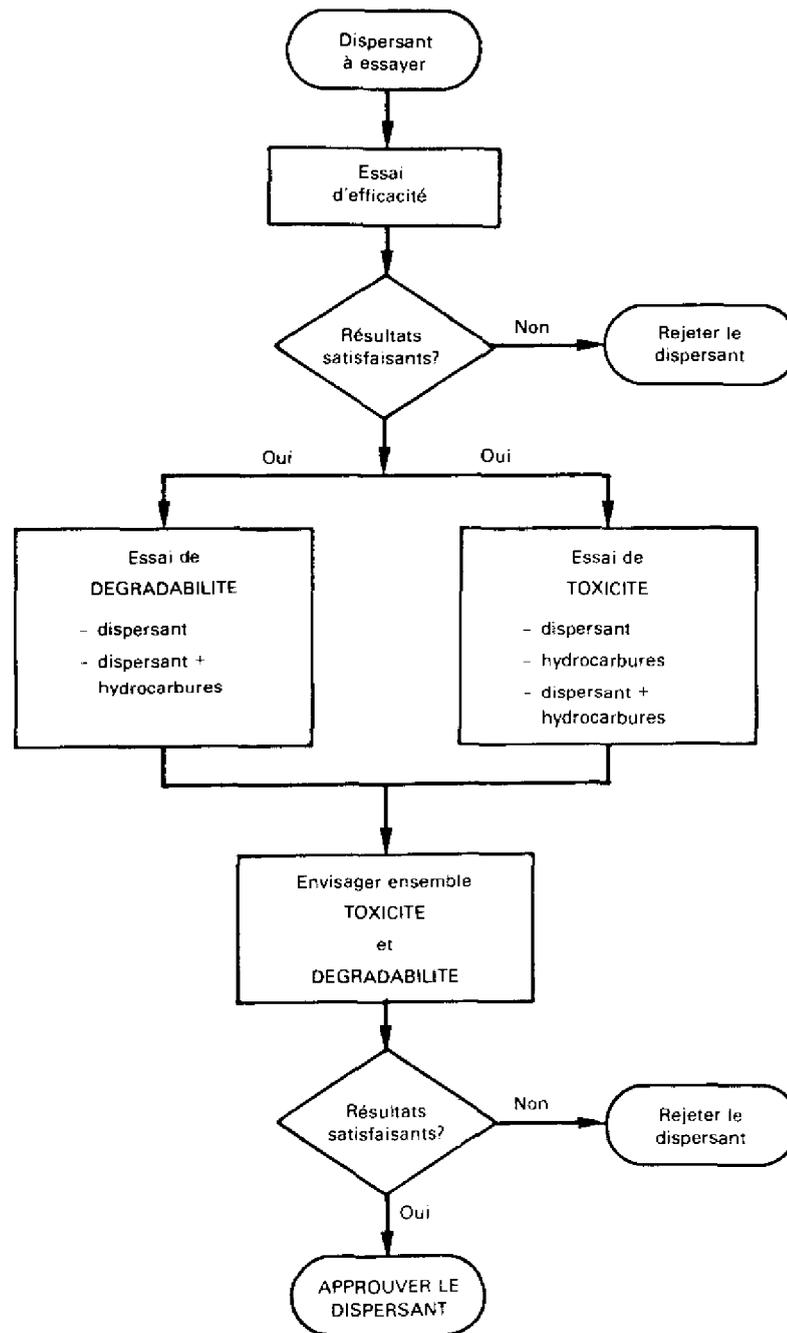
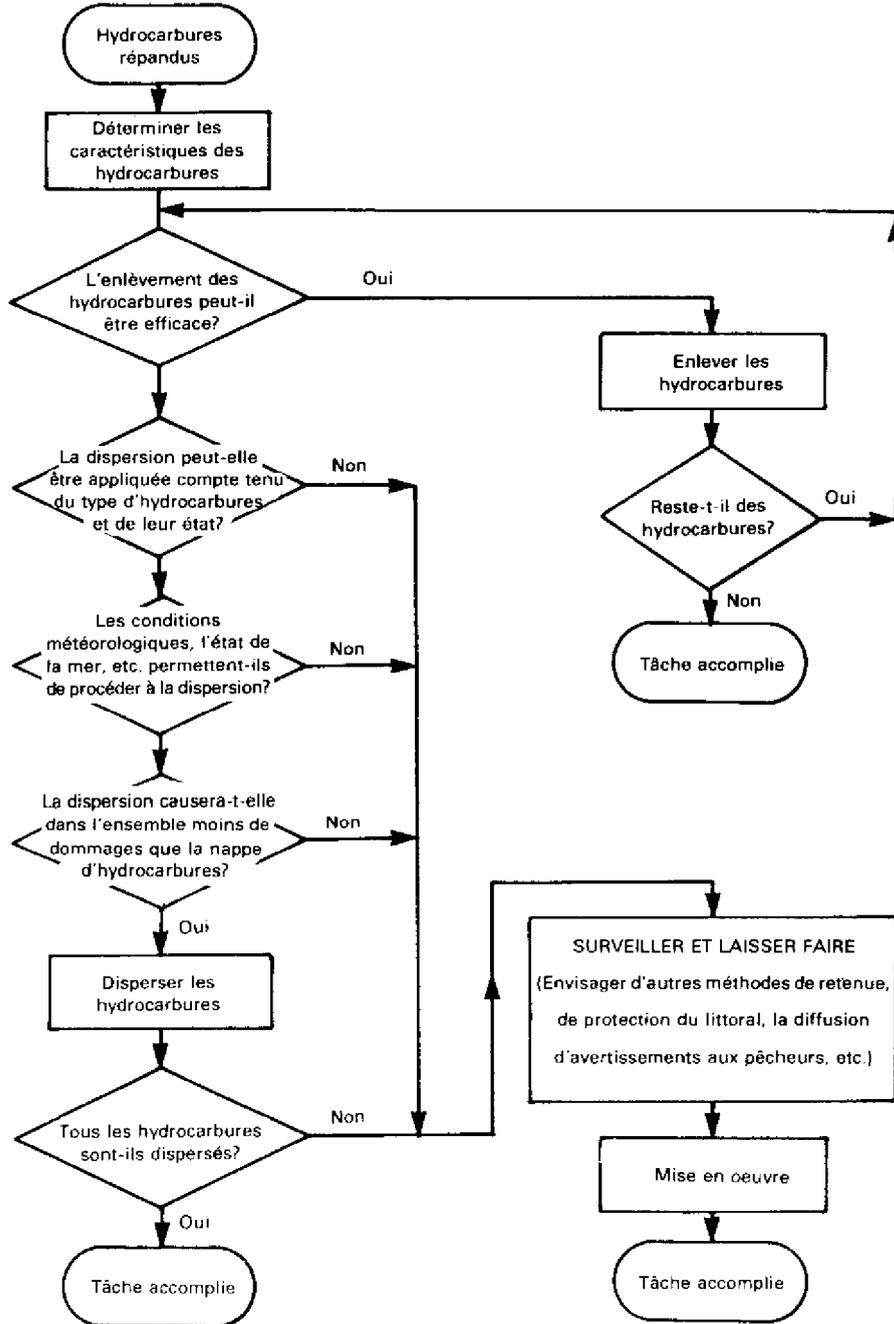


FIGURE 9

Exemple d'un processus typique de prise de décision pour lutter contre un déversement d'hydrocarbures (compte tenu plus particulièrement de l'emploi de dispersants)



APPENDICE

MATERIEL DESTINE AUX ESSAIS PORTANT SUR LES DEVERSEMENTS D'HYDROCARBURES

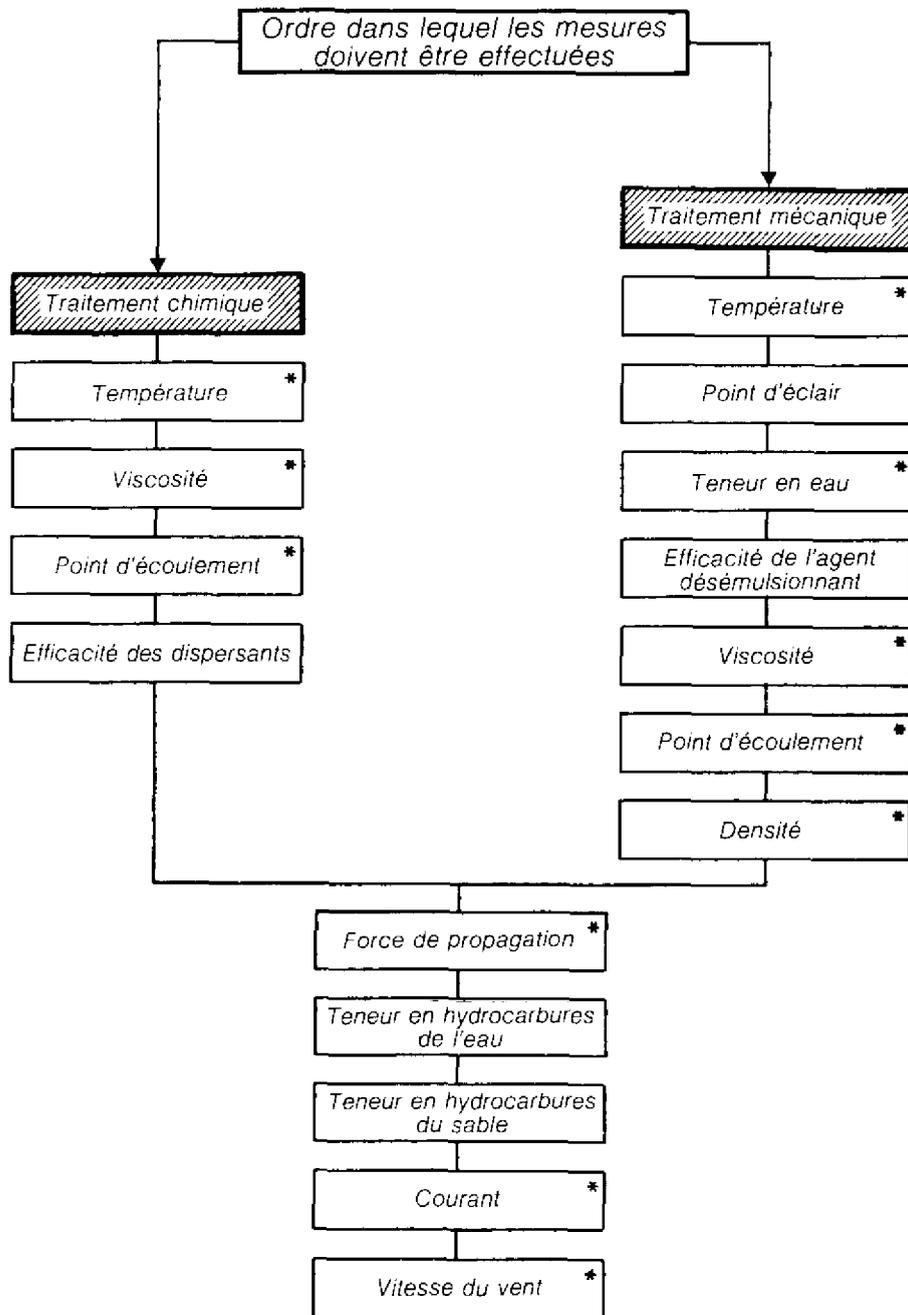
Introduction

La composition des hydrocarbures, lorsqu'ils sont déversés en mer, change avec le temps sous l'effet de plusieurs phénomènes physiques et chimiques tels que l'évaporation, la dissolution, l'émulsion et l'oxydation.

L'expérience prouve que l'utilité de la plupart des techniques de lutte contre la pollution par les hydrocarbures dépend fréquemment des propriétés des hydrocarbures déversés. Le Rijkswaterstaat des Pays-Bas et Labofina, qui est le centre de recherches du Groupe Petrofina, ont mis au point du matériel destiné aux essais portant sur les déversements d'hydrocarbures qui permet de mesurer les propriétés réelles des hydrocarbures déversés en mer, sur les côtes ou sur les plages. Ce matériel est portable, peut être utilisé à tout moment et est d'un maniement aisé; il permet d'obtenir sur place tous les renseignements nécessaires à la prise de décisions. Le coordonnateur sur place peut ainsi, par exemple, choisir rapidement et de manière satisfaisante les méthodes de traitement à appliquer.

Pour choisir ces méthodes, on peut effectuer des essais dans l'ordre indiqué à la figure A-1.

FIGURE A-1



* Important également pour l'évolution des hydrocarbures.

Traitement chimique

Avant de décider s'il convient ou non d'utiliser des dispersants, il est nécessaire de connaître les paramètres qui peuvent affecter l'efficacité de ces produits.

L'un des principaux paramètres est la viscosité des hydrocarbures, qui dépend de leur température et de leur point d'écoulement. Il faut donc d'abord mesurer la température de l'eau et la température ambiante puis obtenir par extrapolation la viscosité à la température de l'eau à partir de la viscosité mesurée à la température ambiante. Plus la viscosité est élevée moins le dispersant sera efficace. Si le point d'écoulement est très voisin de la température de l'eau, il est possible que la température des hydrocarbures s'élève pendant les heures d'ensoleillement et que l'efficacité des dispersants s'en trouve accrue.

Etant donné qu'il existe différents types de dispersants, il est utile de déterminer le plus efficace de ceux dont on dispose. Si l'on a décidé d'utiliser des dispersants, l'essai d'efficacité permet, par un moyen simple, de comparer l'efficacité de différents types de dispersants.

Traitement mécanique

La première mesure à effectuer pour le traitement mécanique est celle du point d'éclair qui renseigne sur l'inflammabilité des hydrocarbures. Si le point d'éclair est inférieur à 60°C, on devra se conformer à des règles spéciales de sécurité pour l'utilisation du matériel de lutte contre les hydrocarbures. Les navires qui doivent stocker les hydrocarbures récupérés devraient, par exemple, satisfaire aux règles applicables aux navires-citernes. Le point d'éclair est déterminé à l'aide du matériel d'essai en mesurant le point d'ébullition initial.

Dans le cas d'hydrocarbures en émulsion (eau dans les hydrocarbures) il est nécessaire de connaître la teneur en eau des hydrocarbures. Si la teneur en eau est supérieure à 50 p. 100, on peut utiliser des agents désémulsionnants pour réduire la viscosité, ce qui a pour effet d'accroître le débit de la pompe. Par ailleurs, en se débarrassant de l'excédent d'eau, on réduit la capacité de stockage nécessaire. Pour décider quel agent désémulsionnant utiliser, il est souhaitable de procéder à des essais d'efficacité et de choisir celui qui donne les meilleurs résultats.

La viscosité des hydrocarbures peut être mesurée aussi bien avant qu'après un traitement par des agents désémulsionnants. Le débit de la pompe (écrémeur) dépend avant tout de la viscosité.

La mesure de la densité se fait par une opération simple destinée à vérifier la teneur en eau des hydrocarbures si l'on a utilisé des agents désémulsionnants. La densité a également son importance pour la séparation thermodynamique et les caractéristiques de flottabilité des hydrocarbures.

Evolution des hydrocarbures

La plupart des paramètres précédents sont également importants pour l'évolution des hydrocarbures; ils permettent en effet de déterminer l'équilibre de la masse d'hydrocarbures déversés, leur étalement et leur déplacement.

Les données suivantes pourraient être utilisées comme données d'entrée dans un modèle de déversement d'hydrocarbures: température, densité, teneur en eau, viscosité, point d'écoulement, force de propagation, courant et vitesse du vent (le matériel d'essai ne permet pas de déterminer cette dernière).

Renseignements complémentaires

L'efficacité du pouvoir séparateur pourrait être déterminée en mesurant la teneur en hydrocarbures d'un effluent. Cette méthode permettrait également de mesurer la concentration des hydrocarbures dispersés (plus de 10 ppm).

Il peut être utile, pour le nettoyage des plages, de déterminer la teneur en hydrocarbures du sable.

Le courant doit être mesuré à intervalles réguliers pour permettre l'utilisation correcte du matériel de lutte contre les déversements d'hydrocarbures, tel que les barages et les systèmes de balayage, qui ne peuvent être utilisés si le courant dépasse une certaine force.

Matériel destiné aux essais portant sur les déversements d'hydrocarbures

Le matériel destiné aux essais portant sur les déversements d'hydrocarbures comporte normalement des appareils permettant de déterminer les éléments suivants:

- la température;
- la densité;
- la teneur en eau;
- la viscosité;
- le point d'éclair (point d'ébullition initial);
- le point d'écoulement;
- la force de propagation;
- l'efficacité d'un agent désémulsionnant;
- l'efficacité d'un dispersant;
- la teneur en hydrocarbures de l'eau;
- la teneur en hydrocarbures du sable.

Les méthodes analytiques proposées peuvent être appliquées par tous, après un certain entraînement, dans n'importe quelle région du monde et donner des résultats acceptables, sur le plan de la précision, pour lutter contre les déversements d'hydrocarbures.

On peut se procurer le matériel d'essai aux adresses suivantes:

Fina Nederland B.V. Dept. P.S.D.
Boîte postale 294
La Haye
Pays-Bas
Téléphone: 070-694331

ou

Labofina S.A. Section "détergents"
Chaussée de Vilvorde 98
B 1120 Bruxelles
Belgique
Téléphone: 02-2339850