



RECONNAISSANCE DES HYDROCARBURES SUR LES LITTORAUX

GUIDE D'INFORMATIONS TECHNIQUES

6



Introduction

L'arrivage d'hydrocarbures sur le littoral peut être la première indication d'un accident de pollution en mer. Selon la quantité et le type d'hydrocarbures en cause, une opération de nettoyage devra éventuellement être organisée pour collecter le polluant, pour l'empêcher d'être remobilisé et pour protéger les zones sensibles voisines. Une description et une estimation préliminaires fiables de l'étendue de la pollution peuvent s'avérer extrêmement utiles pour déterminer l'échelle appropriée de l'opération de nettoyage, ainsi que pour organiser la main-d'œuvre et les équipements requis. Il est difficile d'estimer avec précision la quantité d'hydrocarbures échoués et parfois même de les identifier, surtout s'ils ont déjà atteint un stade de vieillissement avancé.

Alors que la source de l'hydrocarbure échoué peut être évidente dans le cas de déversements importants, la question de son identification se pose souvent lorsqu'il s'agit de petites quantités et que des demandes d'indemnisations sont formulées au titre des dommages subis ou des frais de nettoyage. Ce document a pour but d'aider le lecteur à reconnaître les types d'hydrocarbures échoués et à en estimer les quantités, sur des littoraux différents.

Types d'hydrocarbures

Répertorier tous les différents hydrocarbures transportés par mer susceptibles de polluer les littoraux serait une tâche difficile, étant donné notamment que les polluants échoués peuvent être un mélange de plusieurs types d'hydrocarbures. Il est donc plus utile de décrire les types d'hydrocarbures les plus souvent rencontrés, dans le contexte de leur source probable.

Dans le cas des déversements accidentels par pétroliers, le polluant peut être soit un pétrole brut, soit un produit raffiné à partir de pétrole brut. Frais, le pétrole brut se présente généralement sous forme de liquide noir (*Figure 1*), mais ses propriétés changent sous l'effet des processus de vieillissement. Par exemple, la viscosité augmente au fur et à mesure que les composants légers s'évaporent. En même temps, de nombreux pétroles bruts intègrent de l'eau et forment des émulsions eau dans l'huile de couleur brune, rouge ou orangée (*Figure 2*). Par temps chaud et ensoleillé, les émulsions échouées peuvent libérer de l'eau et reprendre l'aspect d'un pétrole noir.

Les fiouls raffinés sont transportés soit en tant que cargaison dans des navires-citernes, soit en tant que combustible dans les soutes d'une grande variété de navires. Un fioul fraîchement déversé peut se présenter sous forme de liquide noir qui ressemble à du pétrole brut, mais dont l'odeur est caractéristique (*Figure 3*). Le fioul peut également former des émulsions stables pouvant être très persistantes (*Figures 4 et 5*).

À la suite d'un accident impliquant un pétrolier, du pétrole brut et du fioul peuvent être déversés et rejetés sur le littoral, séparément ou sous forme de mélange. Les différencier l'un de l'autre peut s'avérer difficile, étant donné surtout que, mélangés avec du sable, les résidus des deux hydrocarbures peuvent prendre la même consistance non gluante (*Figure 6*). Une analyse chimique peut faciliter l'identification des hydrocarbures. D'autres produits pétroliers raffinés transportés par mer en vrac, par exemple l'essence ou le kérosène, sont relativement volatils et peu susceptibles de persister lorsque déversés parce qu'il s'étalent et s'évaporent rapidement. Les huiles lubrifiantes employées dans les moteurs de navires font exception car elles sont relativement non volatiles. Elles ressemblent parfois à de l'huile de moteur automobile et ont tendance à former des « lentilles » discrètes une fois déposées sur le sable. D'autres huiles peuvent prendre la même forme quand elles sont déversées (*Figure 7*).



▲ *Figure 1 : Pétrole brut frais et débris sur une plage de sable. Le pétrole est d'une couleur noire caractéristique et d'une viscosité faible à moyenne.*

Les huiles lubrifiantes, les graisses et les fluides hydrauliques s'accumulent sous forme d'huile usée dans les cales des navires. Si les procédures correctes de séparation hydrocarbure/eau et de suivi n'ont pas été observées, ou si l'équipement associé n'a pas fonctionné, les décharges d'eau de cale huileuse peuvent causer une pollution. Des hydrocarbures pénètrent également dans le milieu marin via le ruissellement urbain dans les fleuves, les décharges d'usines à terre et les effluents des égouts municipaux. Leur concentration dans ces types de rejets est toutefois rarement assez forte pour causer une contamination importante du bord de mer, bien que des bandes brunes ou une irisation huileuse soient parfois visibles dans les laisses de mer créées par les vagues sur les plages de sable.

Certains hydrocarbures présents sur un littoral peuvent ne pas être d'origine minérale étant donné que des graisses animales et des huiles végétales sont également transportées en vrac. Lorsqu'elles sont déversées sur l'eau, ces huiles non minérales peuvent flotter et avoir un comportement très proche de celui des huiles de pétrole. Plusieurs d'entre elles ont une odeur rance caractéristique, distincte de celle du pétrole ; elles peuvent être translucides, blanches ou d'une couleur jaune/rouge vive, selon leur degré de transformation. Les émulsions peuvent aussi être



▲ Figure 2 : Pétrole émulsionné. L'inclusion d'eau dans l'hydrocarbure a causé un changement caractéristique de couleur, du noir à l'orange foncé. (Image reproduite avec l'autorisation de la NOAA).



▲ Figure 3 : Fioul frais, relativement fluide dans ce cas, et de couleur noire.



▲ Figure 4 : Fioul lourd émulsionné, très visqueux et de couleur brune.



▲ Figure 5 : Gros plan sur un fioul lourd émulsionné, montrant sa consistance très visqueuse. Les niveaux élevés d'eau dans l'huile réduisent la capacité de l'hydrocarbure à adhérer au substrat sous-jacent.



▲ Figure 6 : Hydrocarbure vieilli sur une plage de sable.



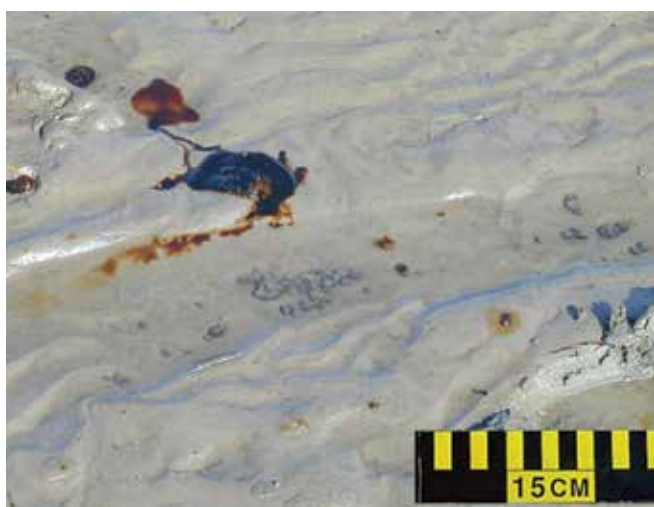
▲ Figure 7 : Une huile de base translucide, employée dans la fabrication d'huiles lubrifiantes, a formé des lentilles à la surface de l'eau. Cette huile a été difficile à quantifier en raison de son absence de coloration.



▲ Figure 8 : Émulsion « eau dans l'huile » d'huile de palme sur un littoral rocheux.



▲ Figure 9 : Boulettes d'hydrocarbures clairsemées sur une plage de sable.



▲ Figure 10 : Boulette d'hydrocarbure fraîche.



▲ Figure 11 : Irisation émanant d'une plage de galet.

de couleur jaune/rouge ou grise/blanche (Figure 8). L'huile de palme, l'huile de colza et l'huile d'olive sont des exemples de ces huiles non minérales.

Aspect et persistance des hydrocarbures sur les littoraux

L'observation et la connaissance des sites d'accumulation des débris flottants facilitent la prévision des sites d'accumulation naturelle des hydrocarbures. Les petites anses et criques, ainsi que les espaces sous les jetées, les pontons et autres structures bâties, sont autant d'exemples de sites à partir desquels les hydrocarbures piégés peuvent être remobilisés et contaminer ensuite d'autres zones.

L'aspect, la persistance et l'impact des hydrocarbures échoués dépendent en grande partie du type de littoral, qui peut varier des côtes rocheuses exposées aux plages de gravier ou de sable, ou encore aux marais vaseux abrités. La pollution par les hydrocarbures est rarement uniforme en épaisseur ou en couverture. La contamination peut aller des flaques d'hydrocarbure liquide (Figure 3 et 4) aux boulettes d'hydrocarbure très éparpillées (Figures 9 et 10) ou à l'irisation (Figure 11), en passant par tous

les degrés de couverture intermédiaires. Sous l'effet des vents, des vagues et des courants, les hydrocarbures sont souvent déposés en traînées ou en plaques plutôt que sous forme de couche continue. La zone polluée peut être relativement étendue en particulier sur les littoraux sous l'influence de la marée, et notamment sur les plages peu pentues et abritées. Ailleurs, cependant, la pollution est souvent limitée à une bande étroite proche de la laisse de haute mer.

Les hydrocarbures échoués sur les plages de sable peuvent être rapidement recouverts par d'autres couches de sable au gré des marées et des vents ultérieurs. Les travaux d'excavation ou de creusement peuvent parfois révéler une ou plusieurs couches d'hydrocarbures enfouies sous du sable propre (Figure 12).

Les hydrocarbures liquides à faible viscosité peuvent imbiber le sable, selon la composition, la granulométrie et l'humidité du substrat. Par exemple, un sable siliceux humide composé de grains fins absorbera moins d'hydrocarbures qu'un sable coquillier, sec et grossier. La pénétration dans les substrats de plages plus grossiers, tels que le gravier, les galets ou les coquillages, peut atteindre des profondeurs importantes (Figure 13).

Les taux d'évaporation, d'oxydation et de biodégradation, processus



▲ *Figure 12 : Couches d'hydrocarbures enfouies entre des couches de sable propre par l'action des vagues.*



▲ *Figure 13 : Forte pollution avec pénétration dans une grève de gravier.*



▲ *Figure 14 : Légère pollution d'une jetée en pierre. Elle peut être facilement confondue avec une prolifération algale.*



▲ *Figure 15 : Pollution massive d'un mur de soutènement à la suite d'une surcôte lors d'une marée de tempête.*

qui interviennent dans le phénomène de vieillissement, déterminent la persistance des hydrocarbures échoués. Cependant, les processus les plus actifs intervenant dans l'élimination des hydrocarbures des littoraux sont généralement l'abrasion et la dispersion naturelle – sous forme de floculats pétrole-minéral ou pétrole-argile – accélérée par des températures élevées et l'exposition à l'action des vagues. Au plus long terme, ce sont les taux de biodégradation et d'oxydation qui déterminent la persistance des hydrocarbures échoués.

Les boulettes d'hydrocarbure, qui sont autrement très résistantes au vieillissement, peuvent ramollir sous l'effet d'une forte lumière solaire et se dégrader plus facilement. En revanche, une lumière du soleil intense favorise l'adhésion des fines couches d'hydrocarbures sur des surfaces solides, telles que des rochers ou des quais, pouvant ainsi les rendre plus difficiles à collecter (*Figures 14 et 15*). L'action des vagues peut, au bout d'un certain temps, réduire les amas d'hydrocarbures même les plus persistantes en plus petits fragments, qui sont ensuite plus facilement dégradés par les processus chimiques et biologiques. Sur les littoraux abrités, l'énergie des vagues disponible étant moindre, les hydrocarbures peuvent persister pendant de plus longues périodes. Les hydrocarbures enfouis dans des sédiments meubles sont protégés non seulement contre l'action des vagues,

mais aussi contre la dégradation en raison du manque d'oxygène. Une décomposition significative ne pourra reprendre qu'à condition que les hydrocarbures enfouis soient de nouveau exposés par l'érosion, ou encore par brassage immergé ou autres opérations de nettoyage. Les facteurs qui influent sur la persistance des hydrocarbures échoués sont décrits dans le Guide d'informations techniques : Devenir des déversements d'hydrocarbures en mer.

Plusieurs caractéristiques et phénomènes naturels peuvent être confondus avec des hydrocarbures, dont quelques exemples sont illustrés par les figures 16 à 24. Les irisations argentées ou multicolores d'origine biologique qui couvrent la surface des mares intertidales, entre les rochers, ressemblent à des hydrocarbures mais sont souvent le résultat de processus biologiques, tels que la dégradation bactérienne (*Figure 16*). Des effets semblables se produisent dans les affleurements tourbeux des zones marécageuses. Les inspections révèlent parfois que les pollutions du littoral signalées sont sans aucun rapport avec des hydrocarbures ; la présence d'algues ou de lichens sur les rochers (*Figure 17*), et les algues (*Figure 18*) ou autre matières végétales échouées (*Figure 19*) en sont de bons exemples. Par ailleurs, les particules de charbon de bois ou la poussière d'antracite (*Figure 20*), le sable noir (*Figure 21*), la pierre ponce ou autre roche noire (*Figure 22*), les sédiments ou les racines mouillés



▲ Figure 16 : Irisation naturelle produite par des phanérogames marines en putréfaction.



▲ Figure 17 : Lichen sur un littoral rocheux.



▲ Figure 18 : Végétation marine échouée ressemblant de loin à une pollution légère par des hydrocarbures.



▲ Figure 19 : Matière végétale noire.



▲ Figure 20 : Poussière de charbon ressemblant à de l'hydrocarbure sur une plage de sable.



▲ Figure 21 : Des couches de sable noir et de sable jaune donnent l'impression d'une contamination du littoral par des hydrocarbures vieillis (comparer avec la Figure 6).



▲ Figure 22 : Roche noire ressemblant à une contamination par hydrocarbures.

(Figure 23) peuvent également induire en erreur. Sur certaines plages, il est possible de creuser jusqu'à une couche dépourvue d'oxygène ou « anoxique », souvent de couleur grise ou noire et caractérisée par une odeur sulfureuse de putréfaction végétale. Il s'agit d'un phénomène naturel, qu'il ne faut pas confondre avec une pollution par les hydrocarbures (Figure 24).

Décrire et quantifier les hydrocarbures échoués

Une estimation de la quantité d'hydrocarbures présents sur une bande littorale est nécessaire pour préparer une opération de nettoyage et en suivre la progression. La distribution des hydrocarbures le long d'un littoral peut être très hétérogène et l'estimation de la quantité de polluant échoué doit être effectuée avec soin et cohérence afin d'éviter les erreurs ultérieures. Il s'agit en grande partie d'une évaluation visuelle, rendue plus difficile, voire impossible, si les hydrocarbures ne sont pas directement visibles, c'est-à-dire s'ils sont masqués par des couches de sable suite à des mouvements sédimentaires naturels (Figure 12) ou par une couverture neigeuse (Figure 25). Les hydrocarbures échoués



▲ Figure 23 : Des racines de mangrove noires peuvent être confondues avec des racines de mangrove polluées (encadré).



▲ Figure 24 : Le sédiment anoxique est une caractéristique naturelle et ne devrait pas être confondu avec une pollution.

sur des côtes chargées en débris ou en algues (Figures 26 et 27), dans les mangroves (Figure 28) ou sur d'autres types de végétation (Figure 2), sur des côtes rocheuses (Figure 4), sur des ouvrages de défense contre la mer (Figure 29) ou sous des jetées ou des quais, seront également difficiles à quantifier avec précision sans un complément d'investigation. Lorsque les hydrocarbures sont visibles, le problème peut être abordé en deux temps :

Étendue de la contamination

En premier lieu, l'étendue générale de la contamination le long du littoral peut être estimée et tracée sur un diagramme ou une carte. Dans le cas d'un déversement important, la surveillance aérienne est normalement la méthode la plus efficace et la plus pratique pour obtenir une impression générale. Un hélicoptère est préférable car les avions évoluent généralement trop vite pour permettre une inspection détaillée du littoral à basse altitude. Pour en savoir plus sur ce sujet spécifique, voir le Guide d'Informations Techniques : Observation aérienne des déversements d'hydrocarbures en mer.

L'observation aérienne doit toujours être combinée avec des contrôles ponctuels à pied (Figure 30) car, comme nous l'avons vu



▲ Figure 25 : Une couverture neigeuse peut masquer la présence d'hydrocarbures.



▲ Figure 26 : Les hydrocarbures échoués sur un littoral couvert de débris peuvent être difficiles à quantifier étant donné que l'hydrocarbure peut ne pas être directement visible.



▲ Figure 27 : Les hydrocarbures échoués sur un littoral couvert d'algues peuvent être difficiles à quantifier.



▲ Figure 28 : Les hydrocarbures peuvent être pris dans le système de racines complexe des forêts de mangrove.



▲ Figure 29 : Les hydrocarbures peuvent être piégés entre les ouvrages de défense, comme ces tétrapodes, masquant la véritable quantité arrivée sur le littoral.



▲ Figure 30 : Parcourir le littoral à pied ou effectuer une « validation au sol » (ground-truthing) permet une quantification plus précise de l'étendue de la contamination.

plus haut, vues de loin, de nombreuses caractéristiques du littoral présentent une forte ressemblance avec les hydrocarbures. Une attention méticuleuse doit être portée au repérage des lieux où le caractère du littoral change et de ceux où le degré de pollution par les hydrocarbures apparaît différent. L'examen de la consistance et de l'odeur des hydrocarbures peut considérablement faciliter l'identification.

En plus d'une description de l'hydrocarbure proprement dit, les rapports de pollution du littoral devraient inclure, entre autres, le lieu, la date et l'heure des observations, l'étendue de la pollution et les parties du littoral touchées, le type de substrat, les principales caractéristiques du littoral et l'identité de l'observateur.

Les données GPS et les photographies sont très utiles en appui de toute description écrite du lieu et de l'aspect des hydrocarbures sur les littoraux. Un point de référence, tel qu'une règle ou un stylo, donne une idée de l'échelle (*Figures 10 et 12*). Les photographies servent également de témoignages visuels, par rapport auxquels comparer les modifications ultérieures du degré de pollution. Lorsque plusieurs visites des sites pollués sont prévues, il est utile de prendre des photographies à partir de points de repère spécifiques afin de faciliter les comparaisons futures.

Quantifier les volumes d'hydrocarbures

La deuxième phase de la quantification des hydrocarbures échoués implique la sélection d'échantillons représentatifs du littoral pour calculer la quantité d'hydrocarbures présents. Il est utile de diviser le littoral en segments d'après le type de littoral et le degré de contamination. L'échantillon de littoral choisi devrait être suffisamment petit pour permettre une estimation fiable du volume d'hydrocarbures en un délai raisonnable, tout en étant suffisamment grand pour être représentatif de toute la section de littoral touchée de façon similaire.

Les dimensions de la section de plage polluée devraient être estimées et, si le degré de contamination est homogène, l'épaisseur moyenne de l'hydrocarbure devrait être relativement facile à mesurer. Ainsi, les volumes d'hydrocarbures sur la plage de la Figure 31 peuvent être approximativement estimés en suivant la formule donnée en légende.

Si le degré de pollution varie entre les laisses de haute et de basse mer, comme le montrent les Figures 32 et 33, il convient d'inspecter une bande représentative de plage, d'un mètre de largeur par exemple, allant du haut de la plage au bord de l'eau. Le volume d'hydrocarbures présents sur la plage peut alors être estimé en déterminant visuellement l'épaisseur des hydrocarbures à plusieurs points représentatifs à l'intérieur de la bande, puis en multipliant par la superficie de la bande. En multipliant par la longueur de la plage entière, on obtient une estimation du volume total d'hydrocarbures, comme l'expliquent les légendes des figures. Cet exercice doit être repris sur d'autres sections où la nature du littoral ou le degré de pollution sont différents.

Cette méthode de quantification des hydrocarbures échoués ne donne qu'un chiffre approximatif en raison de plusieurs sources d'erreurs inévitables. Sur une plage de sable, la surface polluée peut être calculée relativement facilement mais il convient de ne pas oublier la possibilité de pénétration de l'hydrocarbure dans le substrat de la plage (*Figures 12 et 13*). Plus la granulométrie du substrat de la plage augmente, plus la pénétration d'hydrocarbures est susceptible d'être importante et plus il sera difficile d'estimer le volume d'hydrocarbures sur le littoral.

Le volume d'hydrocarbures ayant pénétré peut être très difficile à estimer (*Figure 34*). Cependant, lorsque le sable est uniformément saturé, la règle générale selon laquelle la teneur en hydrocarbure pur correspond à environ un dixième de la profondeur du sable pollué peut être appliquée. Par exemple, si l'hydrocarbure a pénétré uniformément sur une profondeur de 5 cm, le volume d'hydrocarbure sous la surface serait d'environ 0,005 m³/m² ou 5 litres/m². Le degré d'émulsification doit lui aussi être pris en compte dans le calcul des volumes d'hydrocarbures. Les émulsions eau dans l'huile contiennent généralement 40 à 80 % d'eau, c'est-à-dire que le volume d'hydrocarbure « pur » peut ne pas dépasser un cinquième du volume de polluant observé. Par conséquent, si l'hydrocarbure observé sur la Figure 31 était une émulsion contenant 70 % d'eau, le volume d'hydrocarbure pur serait d'environ 2,7 m³ le long de la plage, au lieu de 9 m³. Or, pour l'organisation du nettoyage du littoral, le chiffre qui compte est le volume total de polluant, soit 9 m³ dans cet exemple.

Si certaines situations excluent le recours aux méthodes relativement chronophages exposées ci-dessus, des méthodes qualitatives peuvent être employées pour estimer le pourcentage de couverture. Par exemple, le degré de pollution peut être décrit comme étant « faible », « modéré » ou « fort ». Il peut également être estimé en termes analogues, par rapport à des références types (*Figure 35*) ou par comparaison du littoral pollué avec les photographies de la page 10 de ce guide. Les plaques individuelles ou clairsemées d'hydrocarbure vieilli peuvent être décrites en indiquant leurs dimensions.

Dans la plupart des cas, les hydrocarbures échoués sont avant tout quantifiés pour faciliter le nettoyage. Par conséquent, la quantité totale de matériau pollué, et non pas la quantité d'hydrocarbures déversés, est le chiffre le plus pertinent étant donné que les débris, le sable ou l'eau mélangés avec les hydrocarbures devront également être collectés. Il convient toutefois de noter que, sur les plages de sable, la collecte de sable saturé d'hydrocarbures peut impliquer dix fois plus de matériau que d'hydrocarbures. Cela peut s'accompagner de problèmes d'érosion des plages, de stockage temporaire et d'élimination finale du matériau collecté. Pour tout conseil supplémentaire, voir le Guide d'Informations Techniques : Nettoyage des hydrocarbures sur les littoraux.

La quantification de la pollution des littoraux a été formalisée dans certains pays par le processus dit SCAT (Shoreline Clean-up Assessment Team ou Technique – Equipe / technique d'évaluation du nettoyage du littoral). Lors d'une inspection SCAT, un personnel adéquatement formé procède à l'enregistrement méthodique d'observations géoréférencées sur des formulaires types, en utilisant une terminologie standardisée (voir, par exemple, la Figure 35). Ces descriptions et définitions permettent la comparaison dans le temps et entre différents sites et observateurs, de manière à obtenir une image spatiale de la nature et de l'étendue de la pollution du littoral.

L'information rassemblée à partir de la quantification et de la description des hydrocarbures peut être utilisée à divers stades de la lutte antipollution, y compris : la prise de décision et la planification de la lutte antipollution, le suivi et l'arrêt des opérations, ainsi que toute évaluation ultérieure des dommages. Une compréhension totale de la nature et de l'étendue de la pollution du littoral est importante pour permettre les comparaisons des sites pollués et l'établissement d'un ordre de priorité. Cela facilite la planification des ressources, de la main-d'œuvre et du temps requis pour le nettoyage du littoral, en fonction de la taille de la zone touchée et du volume d'hydrocarbures et/ou de matériau pollué.



Pollution forte

◀ *Figure 31 : Pollution forte d'une plage de sable de 300 mètres de long.*

Le volume d'hydrocarbures peut être calculé comme suit :

L'épaisseur moyenne d'hydrocarbures est d'environ 1 cm

La largeur de la bande d'hydrocarbures est à peu près de 3 mètres, de la laisse de marée haute à celle de marée basse

$300\text{ m} \times 0,01\text{ m} \times 3\text{ m} = 9\text{ m}^3$ au total

ou
 $9\ 000\text{ litres}/(300\text{ m} \times 3\text{ m}) = 10\text{ litres par m}^2$

ou
Environ 30 litres d'hydrocarbures par bande de un mètre le long de la plage



Pollution modérée

◀ *Figure 32 : Pollution modérée et fragmentée d'une plage de sable de 500 mètres de long.*

Le volume d'hydrocarbures peut être calculé comme suit :

L'épaisseur moyenne d'hydrocarbures est d'environ 1 mm

La largeur de la bande d'hydrocarbures est à peu près de 5 mètres, de la laisse de marée haute à celle de marée basse

$500\text{ m} \times 0,001\text{ m} \times 5\text{ m} = 2,5\text{ m}^3$ au total

ou
 $2\ 500\text{ litres}/(500\text{ m} \times 5\text{ m}) = 1\text{ litre par m}^2$

ou
Environ 5 litres d'hydrocarbures par bande de un mètre le long de la plage



Pollution faible

◀ *Figure 33 : Pollution faible et irrégulière d'une plage de sable de 200 mètres de long.*

Le volume d'hydrocarbures peut être calculé comme suit :

Ici aussi, l'épaisseur moyenne d'hydrocarbures est d'environ 1 mm mais dans ce cas, couvre environ 10 % de la largeur de la plage des lasses de marée haute à basse

La largeur de la bande d'hydrocarbures est à peu près de 5 mètres

$200\text{ m} \times 0,001\text{ m} \times 5\text{ m} \times 10\% = 0,1\text{ m}^3$ (100 litres) total

ou
 $100\text{ litres}/(200\text{ m} \times 5\text{ m}) = 0,1\text{ litre par m}^2$

ou
moins de 0,5 litre d'hydrocarbures par bande de un mètre le long de la plage

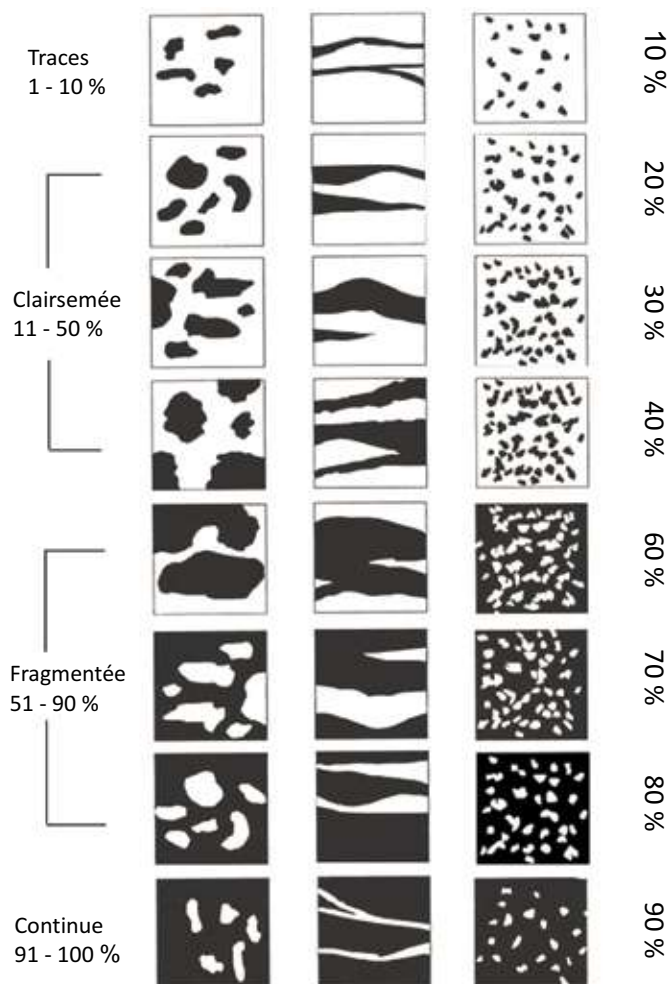


▲ Figure 34 : La localisation et la quantification des hydrocarbures enfouis peuvent constituer une tâche difficile.

Guide d'échantillonnage

Lorsqu'elle cause des dommages aux ressources ou nécessite un nettoyage du littoral, la pollution par les hydrocarbures peut faire l'objet de demandes d'indemnisation. Des justificatifs seront requis afin d'établir le lien entre les dommages ou les coûts subis et la source de la pollution. Ce lien est parfois facile à démontrer mais une analyse chimique d'hydrocarbures prélevés de la source suspectée et du site pollué peut être nécessaire dans certains cas. Étant donné que l'analyse chimique est relativement onéreuse, il serait prudent de prélever et de conserver plusieurs échantillons différents mais de n'analyser que les échantillons clés en cas de litige.

Lorsque l'échantillonnage est entrepris à des fins d'évaluation environnementale, il est important de comparer les résultats de l'analyse chimique pour les zones polluées avec ceux d'échantillons de référence prélevés dans des environnements similaires mais indemnes dans le voisinage de l'accident. Pour en savoir plus, voir le Guide d'Informations Techniques : Échantillonnage et suivi des déversements d'hydrocarbures en mer.



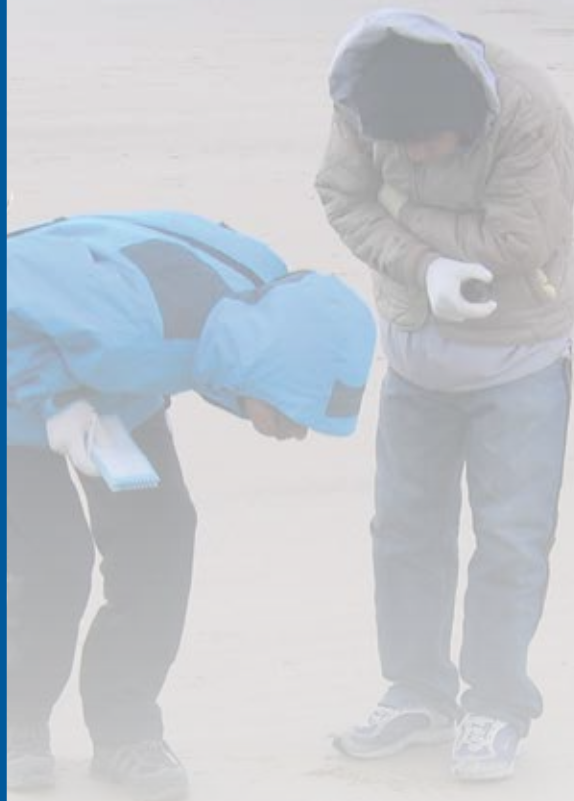
▲ Figure 35 : Pourcentages de couverture d'hydrocarbures indicatifs pour permettre des estimations qualitatives de la contamination par comparaison. (Adapté à partir de Owens, E.H. & Sergy, G.A. 2000. *The SCAT manual. A field guide to the documentation and description of oiled shorelines*. 2nd edition. Environment Canada, Edmonton, Alberta, Canada).

L'essentiel

- Des indices quant à l'identité des hydrocarbures présents sur les littoraux peuvent être obtenus en s'interrogeant sur leurs sources possibles et en prenant note de leur aspect physique et de leur odeur.
- De nombreuses caractéristiques d'un littoral ressemblent à des hydrocarbures et peuvent être incorrectement interprétées ; un examen plus détaillé des rapports de pollution due aux hydrocarbures est donc conseillé.
- Des estimations utiles des quantités d'hydrocarbures échoués peuvent être obtenues au moyen de techniques simples, bien que des calculs précis soient impossibles.
- La collecte d'informations sur le lieu, le type et la quantité estimée d'hydrocarbures, ainsi que sur le type de littoral, est essentielle pour la planification d'une lutte antipollution efficace.

GUIDES D'INFORMATIONS TECHNIQUES

- 1 Observation aérienne des déversements d'hydrocarbures en mer
- 2 Devenir des déversements d'hydrocarbures en mer
- 3 Utilisation des barrages dans la lutte contre la pollution par les hydrocarbures
- 4 Utilisation des dispersants dans le traitement des déversements d'hydrocarbures
- 5 Utilisation des récupérateurs dans la lutte contre la pollution par les hydrocarbures
- 6 Reconnaissance des hydrocarbures sur les littoraux
- 7 Nettoyage des hydrocarbures sur les littoraux
- 8 Utilisation de matériaux absorbants dans la lutte contre la pollution par les hydrocarbures
- 9 Traitement et élimination des hydrocarbures et des débris
- 10 Direction, commandement et gestion des déversements d'hydrocarbures
- 11 Effets de la pollution par les hydrocarbures sur les pêches et la mariculture
- 12 Effets de la pollution par les hydrocarbures sur les activités sociales et économiques
- 13 Effets de la pollution par les hydrocarbures sur l'environnement
- 14 Échantillonnage et suivi des déversements d'hydrocarbures en mer
- 15 Préparation et soumission des demandes d'indemnisation pour les dommages dus à la pollution par les hydrocarbures
- 16 Planification d'urgence en cas de déversement d'hydrocarbures en mer
- 17 Intervention en cas d'accident chimique en mer



L'ITOPF est une organisation à but non lucratif, fondée au nom des armateurs du monde entier et de leurs assureurs. Sa mission : contribuer à l'efficacité des interventions de lutte contre la pollution en cas de déversements en mer d'hydrocarbures, de produits chimiques et autres substances dangereuses. De l'intervention d'urgence à la formation, l'éventail de services proposés comprend également l'apport de conseils techniques en matière de nettoyage, l'évaluation des dommages causés par la pollution et l'aide à la préparation de plans d'intervention en cas de déversement. Source d'informations exhaustives sur la pollution marine par les hydrocarbures, l'ITOPF publie ce document dans le cadre d'une série de guides basés sur l'expérience de son personnel technique. L'information qu'il contient peut être reproduite avec la permission expresse préalable de l'ITOPF. Pour tout renseignement complémentaire, merci de vous adresser à :



ITOPF Ltd

1 Oliver's Yard, 55 City Road, London EC1Y 1HQ, Royaume-Uni

Tél: +44 (0)20 7566 6999
Fax: +44 (0)20 7566 6950
24h: +44 (0)20 7566 6998

E-mail: central@itopf.org
Web: www.itopf.org



Introduction

Les statistiques de l'ITOPF démontrent que la majorité des déversements d'hydrocarbures en mer causés par des navires se produisent à proximité des côtes. Étant donné que les activités de lutte en mer contre la pollution par les hydrocarbures flottants sont généralement limitées par le temps, par les conditions météorologiques et par d'autres contraintes, les mesures prises pour empêcher le polluant d'atteindre le littoral peuvent n'avoir qu'une efficacité partielle. Lorsque le polluant finit par atteindre la côte, des efforts considérables sont parfois requis pour nettoyer les zones touchées. Pour ce type d'opérations, il est donc essentiel d'inclure dans les plans d'intervention d'urgence des procédures complètes, ayant fait l'objet d'exercices d'entraînement répétés.

Les techniques de nettoyage des littoraux sont relativement simples et ne nécessitent normalement pas d'équipement spécialisé. Cependant, les dommages causés par les hydrocarbures proprement dits peuvent parfois être aggravés par des techniques inappropriées et une organisation inadéquate.

Ce Guide d'Informations Techniques décrit les techniques de nettoyage couramment utilisées sur les littoraux, et conseille sur les moyens les plus adaptés à chaque stade des opérations, selon le type de littoral.

Stratégie générale

Le choix des techniques de nettoyage les plus appropriées nécessite une évaluation rapide du degré et du type de contamination, ainsi que de la longueur, de la nature et de l'accessibilité du littoral touché. Les décisions concernant l'ordre de priorité des interventions doivent tenir compte des impératifs concurrents imposés par l'environnement marin. Par exemple, les secteurs récréatifs peuvent nécessiter des méthodes rapides et efficaces de collecte des hydrocarbures, qui risquent d'être incompatibles avec certains aspects de la protection de l'environnement exigeant des techniques plus lentes et moins agressives. Dans de telles situations, il convient d'arbitrer entre ces intérêts potentiellement divergents, à la fois pour l'opération globale de lutte antipollution et à l'échelle de chaque site individuellement.

Les opérations de nettoyage sont souvent envisagées en trois phases :

- **Phase 1 – La phase d'urgence (nettoyage grossier)** : la collecte des hydrocarbures flottants à proximité de la côte et des accumulations d'hydrocarbures à terre ;
- **Phase 2 – La phase de projet (nettoyage secondaire / fin)** : la collecte des hydrocarbures échoués et des sédiments pollués sur le littoral ;
- **Phase 3 – La phase de finition** : le nettoyage final de la contamination légère et l'enlèvement des taches d'hydrocarbures résiduels, si nécessaire.

Pendant la première phase, les ressources sont mobilisées au pied levé afin de réagir aussi rapidement que possible. Il s'agit, par exemple et dans la mesure du possible, d'empêcher les hydrocarbures d'évoluer le long du littoral et de propager la contamination, ou de nuire à la faune et à la flore. Le passage à la deuxième phase peut permettre davantage de réflexion et éventuellement la diffusion d'un appel d'offres avant d'engager les ressources nécessaires. Bien qu'elle soit appelée phase de projet et qu'elle constitue souvent la partie la plus longue du nettoyage du littoral, la Phase 2 doit être considérée comme un élément d'une réponse globale à la situation d'urgence générée par le déversement d'hydrocarbures. Elle ne doit pas être vue comme



▲ *Figure 1 : Collecte manuelle d'accumulations d'hydrocarbures. L'utilisation de main-d'œuvre pour la récupération sélective sur un littoral minimise la quantité de substrat propre collecté.*

un exercice de gestion de projet à plus long terme.

Selon la situation rencontrée, une progression de l'une à l'autre de ces phases peut ne pas être requise. Dans certains cas, toute l'opération peut être effectuée en une seule phase tandis que dans d'autres, les phases 1 et 2 peuvent être combinées. Dans de nombreuses situations, une fois la phase 2 achevée, il peut être préférable de laisser les hydrocarbures résiduels vieillir et se dégrader naturellement.

Dans tous les cas, la première priorité est la récupération aussi rapide que possible des hydrocarbures qui flottent le long du littoral, pour les empêcher de dériver vers des zones jusque là non contaminées ou déjà nettoyées (*Figure 1*). Le même principe est valable pour les fortes accumulations d'hydrocarbures échoués qui peuvent être remobilisées au gré des marées. Il peut être possible d'utiliser des barrages pour retenir les hydrocarbures

contre le littoral pendant les opérations de récupération. Cette stratégie risque toutefois de ne pas être applicable sur des littoraux écologiquement sensibles, où il est parfois préférable de laisser les hydrocarbures migrer vers une zone moins vulnérable ou un lieu où ils s'avèrent plus accessibles.

Lorsque les hydrocarbures potentiellement mobiles le long du littoral ont été récupérés, il peut alors être nécessaire de trouver un compromis entre attendre que tous les hydrocarbures encore en mer soient échoués – pour éviter de nettoyer la même zone plusieurs fois – et entamer la deuxième phase des opérations immédiatement, bien que les hydrocarbures puissent être enfouis par les marées successives, notamment sur les plages de sable. Souvent, la solution consiste à se concentrer sur la collecte des hydrocarbures les plus épais dans les zones les plus facilement accessibles, sans tenter d'achever cette phase des travaux immédiatement.

L'expérience de nombreux déversements a montré que l'élément le plus coûteux et le plus chronophage de la lutte antipollution était le traitement ou l'élimination des déchets collectés. Par conséquent, sauf autres facteurs prioritaires, la technique de nettoyage choisie doit être parmi celles qui produisent un minimum de déchets à éliminer. Cela a pour autres avantages de minimiser la quantité de matériaux pollués à stocker, transporter et traiter/éliminer par la suite, et de réduire le risque d'érosion du littoral.

Pour de nombreux types de littoraux, l'élimination de toutes traces d'hydrocarbures est difficile ou déconseillée. Il n'est donc pas toujours évident d'évaluer quand un littoral, ou un chantier particulier, est suffisamment propre pour justifier l'arrêt des travaux. Un facteur important à prendre en compte est celui de l'« usage » de la zone polluée, en termes de l'importance relative des aspects environnementaux, sociaux et économiques. Les variations saisonnières de l'importance et de la sensibilité du lieu, ainsi que le degré de nettoyage naturel possible, sont d'autres considérations importantes, auxquelles s'ajoute celle du coût. Au fur et à mesure que la quantité d'hydrocarbures restant sur le littoral diminue, le coût de nettoyage par unité de volume devient de plus en plus élevé. En effet, l'effort et les dépenses requis pour un nettoyage plus en profondeur augmentent de manière disproportionnée par rapport à la quantité d'hydrocarbures collectés. Ainsi, une phase de nettoyage fin approfondie, visant à éliminer toutes traces et taches d'hydrocarbures, n'est généralement requise que pour les zones abritées des vagues, à forte valeur récréative, pendant ou juste avant la saison touristique.



▲ Figure 2 : Les relevés effectués conjointement par les parties concernées par une lutte antipollution permettent de s'entendre sur les techniques de nettoyage appropriées ainsi que sur le point auquel les opérations de nettoyage peuvent être arrêtées.

Les critères d'arrêt des opérations de nettoyage font généralement l'objet de discussions et d'un accord conjoint suite à des inspections menées par une équipe composée de représentants des divers acteurs de la lutte antipollution (Figure 2). Pour atteindre le consensus requis, il est important que les limitations des techniques de nettoyage employées soient comprises et que les objectifs de l'intervention soient pragmatiques et convenus dès le départ, de préférence même avant le début des opérations de dépollution. Dans l'idéal, les membres de l'équipe d'inspection sont impliqués du début à la fin de la lutte antipollution, de manière à ce que les résultats des opérations de nettoyage puissent être appréciés dans le contexte de la situation de départ.

Techniques de nettoyage

Plusieurs techniques sont possibles pour le nettoyage des littoraux pollués, dont quelques-unes peuvent être applicables à plusieurs stades de la lutte antipollution. Certaines techniques de la Phase 2, en particulier, peuvent également être utilisées aux Phases 1 ou 3. Par conséquent, les techniques sont regroupées comme correspondant soit aux Phases 1 et 2, soit aux Phases 2 et 3.

Collecte des accumulations d'hydrocarbures et traitement des plages polluées – Nettoyages grossier et fin (Phases 1 et 2)

Pompes, camions hydrocureurs et récupérateurs

Les hydrocarbures flottants accumulés dans des eaux relativement calmes, contre des côtes accessibles par route, peuvent généralement être collectés au moyen de pompes, de camions hydrocureurs ou, si l'eau est suffisamment profonde, de récupérateurs. L'efficacité des camions hydrocureurs varie en fonction du type et de la quantité d'hydrocarbures déversés, ainsi que des capacités de la pompe et du réservoir, mais des taux de récupération de l'ordre de 20 m³ d'hydrocarbures par jour sont toutefois courants. Elle peut être optimisée en réduisant la quantité d'eau collectée en même temps que les hydrocarbures, au moyen de récupérateurs à seuil fixés au tuyau d'aspiration et d'un barrage pour concentrer les hydrocarbures plus près du littoral (Figure 3).



▲ Figure 3 : Récupération d'accumulations d'hydrocarbure liquide du littoral au moyen d'un récupérateur oléophile à cordes et de pompes à vide.



▲ Figure 4 : Des camions hydrocureurs agricoles récupèrent un hydrocarbure repoussé au jet d'eau basse pression vers des tranchées.



▲ Figure 5 : Engins de terrassement employés pour récupérer des hydrocarbures dans une zone portuaire. Dans cette situation, la température de l'eau étant inférieure au point d'écoulement de l'hydrocarbure, celui-ci est devenu semi-solide et exclut l'emploi de récupérateurs.



▲ Figure 6 : L'utilisation d'engins sur des littoraux pollués peut causer une contamination secondaire. Ici, des tracteurs sont passés sur une zone polluée, forçant la pénétration de l'hydrocarbure dans la plage.

En cas de forte contamination de plages de sable ou de graviers sous l'influence de la marée, les hydrocarbures peuvent être concentrés par jet basse pression ou raclés vers des tranchées creusées parallèlement au bord de l'eau. Les hydrocarbures ainsi récupérés peuvent être collectés au moyen de pompes, de camions hydrocureurs ou de citernes remorquées (type tonnes agricoles) (Figure 4). Les tranchées ne survivent généralement qu'à un seul cycle de marée et, à moins qu'elles ne soient préalablement entièrement vidées et nettoyées, les hydrocarbures restants risquent de se mélanger au substrat. L'emplacement des tranchées doit être soigneusement identifié pour permettre leur réutilisation aux marées basses suivantes et leur nettoyage final aux derniers stades de la lutte antipollution.

Si des conditions calmes sont susceptibles de prévaloir pendant un certain temps, les tranchées peuvent être creusées juste au-dessous de la laisse de haute mer afin de servir de seuil pour la récupération des hydrocarbures. À marée haute, ou suite à des hausses du niveau de la mer sous l'effet du vent, les hydrocarbures concentrés au bord de l'eau s'écoulent dans la tranchée et y restent une fois que l'eau s'est retirée. Ils peuvent alors être pompés vers les réservoirs de stockage.

Les hydrocarbures récupérés au moyen de pompes et d'écumeurs doivent être transférés dans des dispositifs de stockage temporaires, par exemple des bidons ou des réservoirs portables, dont le contenu peut être vidé par des camions hydrocureurs ou pompé vers des camions-citernes. Pour optimiser la logistique de transport et sous réserve des règlements locaux, toute eau libre récupérée en même temps que les hydrocarbures doit être décantée et vidangée avant leur transfert hors du site.

Récupération mécanique

Les hydrocarbures très visqueux, les émulsions lourdes ou les hydrocarbures semi-solides au-dessous de leur point d'écoulement peuvent être extraits directement de la surface de la mer, par des godets d'excavatrice ou des grappins, pour être transférés vers des camions ou des bennes (Figure 5). Un maniement approprié est nécessaire pour minimiser la quantité d'eau également récupérée. Si l'engin doit fonctionner dans l'eau, il convient de faire attention aux marées et à la topographie du fond marin si celle-ci n'est pas entièrement connue. Sur les littoraux à marais, un arbitrage sera nécessaire entre d'une part la récupération des accumulations massives d'hydrocarbures pour empêcher leur remobilisation vers d'autres zones et, d'autre part, les dommages supplémentaires causés par les engins lourds au substrat, dont le rétablissement naturel pourrait être très lent.

Sur les littoraux ouverts et facilement accessibles, notamment les plages de sable, divers engins de terrassement non spécialisés (niveleuses, chargeurs et excavatrices) peuvent être employés pour récupérer et collecter les hydrocarbures échoués et les matériaux contaminés. Par exemple, l'utilisation de niveleuses sur les plages de sable compact peut permettre la récupération lorsque les hydrocarbures ont un peu pénétré dans la surface. La lame de la niveleuse est réglée de manière à écrémer juste au-dessous de la surface de la plage. Le polluant et le sable sont alors amassés en lignes parallèles à la côte pour être récupérés par des chargeurs. Des chargeurs ou des bulldozers peuvent être employés de la même manière pour écrémer une plage, bien que cela entraîne inévitablement la récupération d'une proportion beaucoup plus importante de sable propre des couches sous-jacentes. Une attention particulière s'impose car ces engins lourds peuvent également mélanger du sédiment propre avec de l'hydrocarbure (Figure 6).



▲ *Figure 7 : La collecte directe au moyen d'engins lourds a résulté en une forte proportion de sédiments propres et de très faibles concentrations de polluant dans les déchets.*



▲ *Figure 8 : Récupération manuelle d'hydrocarbures et d'algues polluées dans un godet télescopique. Cette méthode permet aux éléments pollués d'être sélectionnés de préférence au substrat propre, minimisant ainsi la quantité de déchets.*



▲ *Figure 9 : Fioul échoué récupéré manuellement à la pelle, puis placé dans des sacs.*



▲ *Figure 10 : Des petits sacs de déchets sont regroupés dans des « big-bags » d'une tonne pour faciliter leur transport jusqu'au site d'élimination.*

À titre indicatif, les engins lourds peuvent collecter jusqu'à 400 – 800 m³ de matériau par jour. Cependant, 25 % seulement de ce volume sera constitué d'hydrocarbures et de sédiments pollués, tandis que 75 % sera composé de sédiments propres et non pollués. Une fois récupérés, les sédiments propres et contaminés se mélangent, générant ainsi d'importantes quantités de déchets pollués (Figure 7). À titre de comparaison, un ouvrier récupère généralement entre 1 et 2 m³ de sable pollué par jour avec un minimum de sédiments propres. La teneur en hydrocarbures du matériau récupéré est très variable mais se situe généralement aux alentours de 1 à 2 % pour les sédiments de plage récupérés mécaniquement, tandis que les sédiments récupérés manuellement contiennent 5 à 10 % d'hydrocarbures.

En règle générale, l'usage combiné d'engins de terrassement et de récupération manuelle est préférable pour la collecte des sédiments pollués d'une plage. Le sable, les algues ou autres éléments pollués récupérés manuellement peuvent être empilés ou placés dans des sacs ou autres récipients espacés le long de la plage. Des chargeurs sont ensuite utilisés pour les transporter vers des sites de stockage temporaire, par exemple en haut de la plage. Le matériau pollué peut également être pelleté directement dans le godet du chargeur (Figure 8). Pour empêcher l'étalement de l'hydrocarbure par les engins sur la plage, le chantier doit être divisé en zone propre et zone sale, et les engins lourds doivent opérer à partir du côté propre.

Récupération manuelle

Le recours à de la main-d'œuvre pour récupérer les hydrocarbures et les matériaux très pollués est approprié pour tous les types de littoraux, mais particulièrement utile sur les côtes sensibles et les zones inaccessibles par route. Des ouvriers munis d'outils manuels peuvent être plus sélectifs que les techniques qui font exclusivement appel à des machines, étant donné qu'ils peuvent minimiser la quantité de sédiments propres des couches sous-jacentes récupérée. Bien que le nettoyage manuel demande parfois un travail intensif, le rétablissement général des côtes ainsi dépolluées tend à être plus rapide car le substrat est moins perturbé.

Les hydrocarbures très visqueux ou les émulsions flottant au bord de l'eau peuvent être récupérés au moyen de râtaux et d'outils ajourés (type fourche) pour permettre à l'eau de s'échapper, puis transférés vers des récipients appropriés avant d'être collectés. Les hydrocarbures échoués très émulsionnés, visqueux ou mélangés au sable, peuvent être pelletés directement dans des sacs en plastique (Figure 9). La manutention ultérieure est simplifiée si le poids des sacs ne dépasse pas 10 à 15 kg. Pour supporter ce poids, les sacs doivent être en textile d'une épaisseur d'au moins 125 µm. Les sacs à gravats et à engrais sont idéaux. L'utilisation de deux sacs l'un dans l'autre peut être appropriée pour réduire le risque de déchirure. Les sacs moins épais se détériorent rapidement s'ils restent exposés à la lumière du soleil. Leur contenu finit alors par



▲ *Figure 11 : Des petits sacs de déchets regroupés dans des « big-bags » d'une tonne sont transportés sur une péniche de débarquement pour les évacuer d'un littoral isolé.*



▲ *Figure 12 : Pétrole brut raclé le long d'une plage de sable compact pour être récupéré dans des tranchées, puis collecté par des camions hydrocureurs avant d'être transporté jusqu'au site d'élimination.*



▲ *Figure 13 : Hydrocarbures récupérés sur un littoral rocheux temporairement stockés dans de grands réservoirs ouverts. Des pompes sont utilisées pour transférer ce polluant jusqu'au sommet de la falaise puis vers des camions-citernes.*

se répandre et par causer une contamination secondaire. Les sacs en polypropylène tissé, tels que ceux employés pour le transport du sucre et du riz, peuvent être utiles mais sont susceptibles de laisser suinter des hydrocarbures lorsqu'ils sont exposés à la lumière solaire ou à des températures élevées.

Le transfert des sacs du littoral vers un poste de relais en haut de la plage, ou vers un point de stockage temporaire, est nécessaire pour les empêcher d'être emportés par la marée et de se vider de leur contenu. Les sacs ou autres dispositifs de stockage peuvent être chargés dans le godet d'un chargeur, sur des camions, des quads, des remorques, des péniches de débarquement, etc. Lorsqu'un équipement de manutention mécanique est disponible, les plus petits sacs de déchets peuvent être regroupés dans des sacs d'une tonne dits « big-bags » (Figures 10 et 11). Les sacs d'une tonne peuvent également être employés pour y déposer directement le matériau absorbant pollué et les macro-déchets contaminés. Les sacs remplis doivent reposer sur des films de plastique afin de minimiser toute contamination secondaire par les hydrocarbures pouvant suinter ou déborder pendant le stockage.

Sur les plages de sable compact, les hydrocarbures liquides peuvent être raclés manuellement vers des tranchées pour être collectés (Figure 12). Sur d'autres littoraux, des poubelles, des barils et fûts ouverts de 200 litres ou des cubitainers d'1 m³ peuvent être remplis au moyen de louches ou outils similaires, de seaux ou de pompes. Une fois de plus, les récipients doivent être placés au-dessus de la laisse de haute mer. Étant donné que leur manutention manuelle est difficile, ces types de récipients ne doivent être utilisés qu'à condition que du matériel de manutention mécanique soit disponible ou que le contenu puisse être pompé vers le dispositif de stockage (Figure 13). À défaut, une « chaîne humaine » munie de seaux pour transférer les hydrocarbures du bord de l'eau vers le dispositif de stockage temporaire peut être préférable (Figures 14 et 15).

Lorsque la situation permet de travailler en sécurité, des fûts ou autres récipients peuvent parfois être transportés dans de petites embarcations pour stocker les hydrocarbures récupérés à proximité des côtes. Les préoccupations soulevées ci-dessus au sujet de la manutention de récipients ouverts pleins peuvent être encore plus pertinentes dans ce cas de figure.

Dans des circonstances exceptionnelles, un hydrocarbure liquide peut être mélangé à des matériaux absorbants ou autres, afin de permettre sa manipulation comme un solide. Le mélange absorbant/matériau/hydrocarbure peut ensuite être récupéré au moyen de fourches et de râpeaux, étant donné que son pompage ne sera pas possible. Cette approche augmentera considérablement le volume de déchets générés et pourrait entraîner des coûts supplémentaires pour l'achat de l'absorbant ou du matériau équivalent. Les absorbants synthétiques sont généralement beaucoup plus coûteux que les matières naturelles disponibles localement, telles que la paille, les tapis de fibres de coco ou de riz, la bagasse (fibre de canne à sucre) ou l'écorce broyée. En raison de l'accroissement du volume de déchets, d'autres techniques sont préférables (tranchées) et doivent être envisagées avant de procéder au mélange.

Lavage par jets d'eau à basse pression (flushing)

La technique du « flushing » utilise d'importants volumes d'eau à basse pression pour débarrasser les littoraux des hydrocarbures échoués ou enfouis. Ses deux applications les plus courantes sont la collecte des hydrocarbures piégés à l'intérieur des sédiments et celle des hydrocarbures présents sur les côtes sensibles.

Collecte d'hydrocarbures piégés à l'intérieur des sédiments

Les hydrocarbures peuvent se mélanger au substrat (sable, graviers, galets, etc.) par suintement naturel, enfouissement sous un sédiment propre déposé par le mouvement des marées ou à la suite de tempêtes, ou être le résultat d'activités de nettoyage. Dans de nombreux cas, le lavage basse pression peut être une alternative viable à la collecte de matériau contaminé sur le littoral, réduisant ainsi considérablement la quantité de déchets.

De l'eau de mer est pompée par des pompes portables (centrifuges à amorçage automatique de 30–60 m³/h) à travers des filtres ou crépines d'aspiration, puis refoulée, par le biais de tuyaux flexibles, vers des lances ou des buses. Des tuyaux en plastique rigide d'un mètre de long font des lances idéales pour le lavage basse pression manuel. Pour libérer les hydrocarbures enfouis, l'eau est injectée dans le sédiment dans le but de l'agiter, ce qui fait remonter l'hydrocarbure à la surface. Pour les plages de galets, une quantité d'eau supplémentaire est parfois introduite le long de la partie haute de la plage pour saturer le littoral et améliorer l'écoulement (Figure 16).

Lorsqu'il s'agit de laver à basse pression au-dessus de la ligne d'eau, les hydrocarbures libérés peuvent être canalisés vers des mares naturelles déjà présentes, ou bien des barrages, des fosses ou des tranchées mis en place à cet effet. Si les conditions sont calmes, il peut être possible de repousser les hydrocarbures vers la mer, où ils peuvent être contenus dans des tronçons courts de barrage de confinement ou de barrage absorbant, ce dernier type de barrage pouvant également servir à récupérer les hydrocarbures. Sinon, et en fonction de la quantité d'hydrocarbures, de l'accès et de la nature du littoral, le polluant peut être récupéré par des écrémeurs, des pompes ou des camions hydrocureurs. Pour les opérations de lavage basse pression sous la surface de l'eau (brassage immergé), les hydrocarbures libérés peuvent être récupérés directement lorsqu'ils font surface.

Collecte d'hydrocarbures sur des zones sensibles ou inaccessibles

Saturer un littoral d'eau peut également permettre d'évacuer les hydrocarbures liquides et les macro-déchets pollués des zones sensibles, comme les marais et les mangroves. Le lavage basse pression réduit le risque d'endommagement physique du littoral, de sa faune et de sa flore, par rapport à d'autres techniques plus envahissantes. Ces types de littoraux étant généralement associés à des eaux calmes, les hydrocarbures déplacés sont normalement récupérés à la surface de l'eau, près de la côte, au moyen de barrages absorbants ou de barrages de confinement et de récupérateurs.

Le lavage basse pression peut également être employé pour faciliter la collecte des hydrocarbures aux endroits inaccessibles, par exemple les zones rocheuses (Figure 17), dans l'enceinte des ouvrages de défense contre la mer, tels que les tétrapodes ou les enrochements, et sous les jetées ou les quais soutenus par des pilotis ou des colonnes. L'eau peut être appliquée au moyen de tuyaux depuis la terre, ou bien de lances ou de canons incendie à bord de navires en mer. Les hélices des navires peuvent également être utilisées pour créer un courant dans ou sous la structure, afin d'encourager l'écoulement des hydrocarbures pour leur récupération.

Surfwashing

La technique du surfwashing utilise les processus naturels de nettoyage et est généralement employée sur les littoraux couverts de sable, de graviers ou de galets. L'énergie des vagues dans



▲ Figure 14 : Des chaînes de travailleurs manipulant des seaux d'hydrocarbures et des sacs remplis permettent la collecte rapide de quantités importantes de déchets sur un littoral.



▲ Figure 15 : Chaîne de travailleurs vidant des seaux d'hydrocarbures et de sédiments pollués dans une benne utilisée pour le stockage temporaire.



▲ Figure 16 : Hydrocarbure enfoui dans une plage de sable lavé à basse pression au moyen de lances et de tuyaux perforés. Le substrat est également agité manuellement pour favoriser la séparation entre l'hydrocarbure et le sable. L'hydrocarbure est ensuite récupéré par le barrage absorbant qui entoure le chantier.



▲ Figure 17 : De l'eau à basse pression est utilisée pour déloger l'hydrocarbure entre les rochers avant de le récupérer au moyen de matériau absorbant en aval du littoral.



▲ Figure 18 : Sable légèrement contaminé déplacé vers la zone de déferlement pour être lessivé par les marées suivantes.



▲ Figure 19 : Andains de sable lessivés par la marée montante pour remobiliser l'hydrocarbure piégé. (Image reproduite avec l'autorisation de Bernard Fichaut, Université de Bretagne Occidentale, Brest).



▲ Figure 20 : Galets pollués transférés vers la zone de déferlement pour être lavés.

la zone de déferlement remobilise les hydrocarbures de la plage contaminée et les disperse à travers la colonne d'eau. Le surfwashing se rapproche du principe du lavage basse pression, la différence résidant dans le fait que l'action de lavage provient de l'énergie naturelle du déferlement. Celle-ci fournit par ailleurs des volumes d'eau largement plus importants que ceux dont les pompes sont capables. L'agitation et l'abrasion ainsi produites entre les particules de sédiment permettent de libérer l'hydrocarbure de l'intérieur du substrat et de le fragmenter en gouttelettes qui sont stabilisées par de très fines particules de sable et de vase ; un processus connu sous le nom de « floculation argile-hydrocarbure » ou « agrégation hydrocarbure-minéraux ». Ces floculats ou agrégats sont proches de la flottabilité neutre et se dispersent largement dans la mer.

Les techniques décrites plus haut dans ce Guide d'Informations Techniques doivent être utilisées dans le cadre de la première opération de collecte des accumulations d'hydrocarbures présentes sur le littoral. Les sédiments légèrement à moyennement contaminés qu'il reste à traiter sont ensuite transférés du haut de la plage vers la zone de déferlement à marée basse, soit manuellement soit au moyen d'engins de terrassement (Figure 18). La marée montante mobilise et redistribue le substrat le long du littoral, libérant le polluant en même temps (Figure 19).

Le processus peut être répété au besoin si le lavage initial n'aboutit pas au niveau de dépollution désiré.

Une partie du polluant libéré peut migrer vers la laisse de marée haute, où elle peut être récupérée manuellement. Alternativement, les hydrocarbures remobilisés peuvent être récupérés par des absorbants, particulièrement des écheveaux, ou des filets à mailles fines tels que ceux utilisés dans l'industrie du bâtiment pour contrôler la poussière et les débris autour des échafaudages. Les filets se sont montrés plus efficaces lorsqu'une extrémité est ancrée dans le sédiment et l'autre est laissée libre dans l'eau.

Le surfwashing est particulièrement utile pour résoudre les problèmes d'hydrocarbures enfouis sans extraction à grande échelle des sédiments pour une élimination hors site. Cependant, plusieurs cycles de marée peuvent être nécessaires avant que le profil de la plage ne soit rétabli, étant donné qu'une action vigoureuse des vagues sera nécessaire pour soulever les plus gros galets et les ramener en haut d'estran (Figure 20). Par conséquent, le risque d'érosion au plus long terme doit être pris en compte avant de déplacer le substrat pollué vers la zone de déferlement.

Techniques utilisées aux stades ultérieurs du nettoyage des littoraux (stades 2 et 3)

Lorsque les accumulations d'hydrocarbures et les sédiments très pollués ont été collectés ou traités, les opérations peuvent se concentrer sur le nettoyage des autres zones contaminées, par une ou plusieurs des techniques suivantes.

Lavage haute pression

Le lavage haute pression convient à la plupart des substrats et surfaces durs ; il est toutefois généralement employé lorsque le nettoyage naturel est susceptible d'être insuffisant ou trop lent par rapport aux préoccupations récréatives ou esthétiques sur les littoraux d'agrément ou très visibles (Figure 21). Cette technique est souvent utilisée pour le nettoyage des murs de quais dans les zones fréquentées. De l'eau froide ou chaude peut être utilisée en fonction de la disponibilité de matériel et du type d'hydrocarbure, sachant que des températures supérieures sont requises pour déloger les hydrocarbures plus visqueux.

Cette technique est agressive, et bien que le lavage haute pression/eau froide (HP/EF) risque de causer moins de dégâts que l'eau chaude (HP/EC), la destruction d'une grande partie des organismes marins vivant sur les surfaces dures (tels que patelles ou lichen) est inévitable. Un certain degré d'endommagement de la surface proprement dite est également possible, en particulier dans le cas des bétons plus anciens, de la brique ou des roches tendres, notamment lorsque des pressions extrêmes sont utilisées.

Pour le lavage HP/EC, des températures de l'ordre de 70 à 95 °C sont conseillées. Les températures supérieures sont déconseillées étant donné que la vapeur n'est pas aussi efficace que l'eau pressurisée. Les pressions recommandées varient entre 50 et 150 bars, avec des débits de 10 à 20 litres/minute. Selon le type d'hydrocarbure, son degré de vieillissement et son épaisseur, un seul opérateur de lance peut généralement nettoyer une surface plate lisse, telle qu'un mur de béton, à une vitesse moyenne de 1 à 3 m²/heure. Pour les surfaces rugueuses et les zones d'accès difficile, le temps de nettoyage peut s'avérer beaucoup plus long.

La logistique opérationnelle peut être facilitée en utilisant de l'eau de mer plutôt que de l'eau douce. Cependant, étant donné que l'eau de mer dégrade rapidement les joints et les pistons internes, un entretien plus fréquent des machines sera nécessaire. Une opération utilisant de l'eau de mer ne doit pas être envisagée à moins qu'une bonne réserve de pièces détachées ne soit disponible et qu'un mécanicien qualifié ne soit présent sur place. En outre, une pompe submersible, équipée d'un filtre ou d'une crépine pour éviter que des macro-déchets marins ne colmatent le système, sera nécessaire pour alimenter les machines en eau. Dans la mesure du possible, un réservoir d'eau temporaire doit être mis en place entre la pompe à eau et le dispositif de lavage à pression, pour servir de tampon (Figure 22). Lorsque de l'eau douce est largement disponible, les pannes et interruptions des opérations sont généralement moins fréquentes. Si les machines sont louées, l'utilisation d'eau de mer risque d'être en contravention des conditions de location, sauf accord préalable.

Les hydrocarbures libérés par le lavage haute pression peuvent être récupérés au moyen de feuilles absorbantes placées à la base de la surface à nettoyer, qui permettent également de minimiser les éclaboussures sur les surfaces de travail voisines nettoyées. Dans certains cas, les hydrocarbures peuvent migrer vers le bord de l'eau, où il est alors possible de les confiner avec des barrages.



▲ Figure 21 : Lavage haute pression de la face d'une falaise surplombant une plage d'agrément. L'hydrocarbure a été projeté très haut sur la falaise par une tempête et persisterait probablement très longtemps à défaut de nettoyage.



▲ Figure 22 : Lavage haute pression de rochers dans un lieu isolé. De l'eau de mer est pompée dans le réservoir de stockage temporaire pour être utilisée par les nettoyeurs haute pression placés à côté.



▲ Figure 23 : Un nettoyant chimique est appliqué sur une tache d'hydrocarbure, avant lavage haute pression.

Les hydrocarbures libérés peuvent être dirigés vers les zones de confinement par rinçage basse pression.

Les taches d'hydrocarbures qui restent sur certaines surfaces après le lavage haute pression s'estompent généralement avec le temps et sous l'effet des intempéries. Les zones d'agrément nécessitent toutefois un nettoyage plus en profondeur, notamment pendant la saison touristique. Un lavage sous pression complémentaire et/ou une utilisation ciblée de nettoyants chimiques (Figure 23) peuvent permettre d'obtenir le niveau de propreté voulu. Dans les environnements tropicaux et subtropicaux, le lavage à l'eau chaude peut être moins efficace que dans les climats tempérés car les hydrocarbures peuvent attacher à la roche lorsqu'ils sont fortement exposés au soleil.

Lavage haute pression conjugué avec l'application de produits chimiques

Dans certains cas, l'efficacité du nettoyage haute pression peut être accrue par un prétraitement des taches d'hydrocarbures au moyen de produits chimiques appropriés.

Les produits de lavage utilisés sur les littoraux sont spécifiquement étudiés pour enlever les hydrocarbures des surfaces dures sans dispersion, permettant ainsi la récupération du polluant. Les taux d'application conseillés par les fabricants doivent être observés et le mélange résultant doit être rincé, de préférence à l'eau froide et à pression modérée. Seuls les produits agréés par les agences de réglementation nationale doivent être employés.

Une application de **dispersant** dans le film d'hydrocarbure, par brossage vigoureux, produit un mélange qui peut être rincé, généralement à l'eau froide à température modérée. Le taux d'application approprié peut être calculé en estimant l'épaisseur de l'hydrocarbure et en utilisant un taux de dosage de 1:20 de dispersant concentré par rapport à l'hydrocarbure. Par exemple, un film d'hydrocarbure d'une épaisseur estimée à un millimètre équivaut à un litre d'hydrocarbure par mètre carré, nécessitant l'utilisation d'environ un litre de dispersant par 20 m² de surface polluée.

Pour de nombreux hydrocarbures, le mélange résultant se dispersera dans l'eau voisine, interdisant la récupération. Les matériaux absorbants sont généralement inefficaces sur les hydrocarbures dispersés. Cependant, dans certains cas, notamment avec les hydrocarbures visqueux, le dispersant sert simplement à libérer l'hydrocarbure de la surface et ne produit pas de dispersion. L'hydrocarbure libéré doit donc être récupéré pour empêcher la recontamination.

De nombreuses espèces vivant sur l'estran et en frange littorale sont sensibles aux hydrocarbures dispersés. Par conséquent, l'utilisation de dispersants sur les littoraux doit être confinée aux zones dans lesquelles les mouvements de la masse d'eau sont suffisants pour permettre une dilution rapide des hydrocarbures dispersés. La législation peut interdire l'utilisation de dispersants sur les littoraux mais, lorsqu'elle est autorisée, seuls des produits agréés doivent être utilisés.

Dans des circonstances exceptionnelles, sur des zones restreintes et bien délimitées, des traces d'hydrocarbures ont été supprimées par sablage. De l'eau est employée comme vecteur de projection à la place de l'air afin de réduire l'abrasivité de la technique. Elle peut néanmoins endommager considérablement la surface sous-jacente.

Lavage des galets

Les galets peuvent être lavés avec succès dans les toupies



▲ Figure 24 : Effluent déchargé d'un camion toupie malaxeur de béton après le lavage de graviers et de petits galets.

tournantes de camions malaxeurs à béton ou dans des dispositifs construits à cet effet. Pour les camions malaxeurs d'une capacité de 7,5 à 10 m³, un rendement de 5 à 6 tonnes/heure est possible. Les galets pollués sont chargés dans le malaxeur avec un solvant, tel que du kérosène inodore, ou un produit de lavage de surface, puis pré-mélangés avant d'ajouter de l'eau. Un ratio de 1:50 de solvant par rapport au substrat pollué est utilisé à titre de guide, à ajuster en fonction du degré de pollution. Après 5 minutes environ de mélange rapide, le tambour malaxeur est ralenti et rempli entièrement d'eau. Le tout est brièvement mélangé, puis de l'eau est ajoutée pendant la rotation du malaxeur, très lentement, permettant au polluant libéré d'être évacué du malaxeur vers une série de réservoirs portables dans lesquels il décante avant d'être écrémé (Figure 24). L'eau doit être recyclée autant que possible, pour le lavage des lots suivants.

Un lavage basse pression de trente à soixante minutes suffit généralement pour libérer la plus grande partie des hydrocarbures d'un lot donné. Bien que légèrement contaminés seulement, les galets déchargés peuvent rester légèrement gras au toucher. Ce problème est souvent résolu par lavage naturel dans la zone de déferlement. Si des camions malaxeurs sont disponibles en nombre suffisant, un « poste de nettoyage » peut être mis en place, regroupant en un même endroit les chargeurs, les pompes, les réservoirs et tout autre équipement nécessaire. Cela permet d'optimiser le traitement par lots : par exemple, pendant qu'un malaxeur est chargé, un autre lave et rince et un troisième décharge les galets nettoyés.

L'expérience a montré que des « fines », principalement des particules fines de sable et d'argile souvent associées aux galets, peuvent s'accumuler dans le tambour malaxeur après plusieurs lots. Ces fines peuvent ne pas être suffisamment propres pour retourner sur le littoral et nécessitent parfois d'autres filières d'élimination. L'élimination finale de l'eau contaminée doit elle aussi être prise en compte. Lorsque le lavage de galets est envisagé, une analyse

minutieuse de la rentabilité et de la logistique requise en soutien d'une telle opération est nécessaire.

Les galets pollués peuvent également être nettoyés en les plaçant dans des cuves ouvertes ou des bains d'eau chaude. Le processus est le même, à la différence que le mélange se fait dans un godet d'excavatrice. Pour les petites quantités de galets pollués, notamment dans des zones inaccessibles, des résultats identiques ont été obtenus manuellement en utilisant des récipients adaptés, tels que des barils d'hydrocarbures coupés en deux.

Labourage/hersage

Après la collecte des accumulations d'hydrocarbure et du sable ou des graviers fortement contaminés des plages, il reste généralement une légère contamination aux endroits, par exemple, où l'hydrocarbure a été mélangé au substrat sous l'effet du passage d'engins sur la plage. À ce stade de l'opération, les sédiments sont souvent graisseux au toucher. Le hersage ou le labourage répétitif de ces sédiments pollués, au moyen d'engins agricoles et à marée basse, facilite alors la collecte de ce restant d'hydrocarbures sur les plages soumises à l'effet des marées (Figure 25). La fragmentation des sédiments pollués accroît la superficie d'hydrocarbure exposée aux processus de vieillissement, facilite la floculation argile-pétrole ou l'agrégation minéraux-pétrole et aère les sédiments. Cela permet aux bactéries et autres microorganismes présents naturellement de dégrader l'hydrocarbure plus rapidement. Les petites quantités d'hydrocarbure parfois libérées pendant le cycle de marée peuvent être récupérées au moyen d'absorbants à marée haute ou collectés à la surface de la plage à marée descendante. Le labourage et le hersage peuvent avoir un impact sur les espèces qui vivent dans le sédiment, mais peuvent être particulièrement utiles lorsque le recours au surfwashing est exclu.

Criblage du sable/machines de nettoyage des plages

La contamination restant après le nettoyage des plages de sable se présente généralement sous forme de boulettes d'hydrocarbure ou de petits nodules de sable pollué, de 50 mm ou moins de diamètre. Les machines conçues pour le ramassage normal de débris et de déchets rejetés par la mer peuvent être utilisées pour ramasser les macro-déchets et les plus gros amas de sable pollués, ainsi que les boulettes d'hydrocarbure. En règle générale, les machines sont conduites ou remorquées le long de la plage ; elles collectent une couche de sédiment d'une épaisseur prédéfinie, qu'elles font passer sur un crible vibrant ou rotatif (Figure 26). Selon la taille de la grille, le matériel collecté est transféré vers une cuve de stockage sur le véhicule, tandis que le sable propre retombe sur la plage. Ces machines peuvent ne pas être efficaces pour la collecte de boulettes d'hydrocarbure de plus petite taille ou d'hydrocarbures frais moins visqueux ; en effet, les agglomérats de sable et d'hydrocarbure ont tendance à se fragmenter du fait des vibrations du crible et à passer à travers.

Des dispositifs de criblage à plus petite échelle, tant mécaniques que manuels, peuvent être utilisés pour collecter les résidus de sable pollué et les boulettes d'hydrocarbure d'un sable légèrement contaminé récupéré manuellement (Figure 27). Une telle approche demande un travail intensif et ne trouvera probablement d'application que dans les zones à forte valeur d'agrément, où la main-d'œuvre est abondante et où il est impératif de minimiser la quantité de déchets ramassés. Les boulettes d'hydrocarbure individuelles et les petits résidus de sable pollué sont occasionnellement ramassés à la main, parfois en utilisant des tamis de jardin ou de maçon. Cependant, même pour les zones à très forte valeur d'agrément, cette méthode est fort peu susceptible d'avoir un bon rapport coût-efficacité.



▲ Figure 25 : Substrat de plage contaminé amené à la surface par labourage. L'hydrocarbure est ensuite libéré à la marée montante pour être récupéré au bord de l'eau.



▲ Figure 26 : Cribleuse tractée récupérant des boulettes d'hydrocarbure sur une plage.



▲ Figure 27 : Tamis improvisé pour récupérer des boulettes d'hydrocarbure.



▲ Figure 28 : Bénévoles essuyant des rochers pollués avec des chiffons.

Essuyage à la main

Dans les situations où un accès limité à un littoral rocheux ou une plage de galets empêche l'utilisation de matériel de lavage à pression ou autre, l'essuyage à la main peut être la seule option de nettoyage actif des hydrocarbures. Les accumulations de polluant légères à modérées peuvent être collectées par essuyage (Figure 28). Les chiffons sont généralement plus rentables que les absorbants synthétiques. Une fois utilisés, les matériaux souillés doivent être mis en sacs pour être transportés vers les sites de traitement. Lorsqu'il est autorisé, l'emploi de produits nettoyants chimiques peut convenir, bien qu'il risque de réduire l'efficacité des matériaux absorbants. L'essuyage à la main a tendance à être privilégié dans les pays où la main-d'œuvre est abondante mais nécessite une surveillance étroite pour veiller à une progression cohérente le long du littoral, ainsi que pour minimiser la contamination secondaire.

Bioremédiation

« Bioremédiation » est le terme employé pour décrire un éventail de processus pouvant être utilisés pour accélérer la biodégradation naturelle des hydrocarbures en composés simples, tels que le dioxyde de carbone, l'eau et la biomasse. Plus spécifiquement, la biostimulation est l'application de nutriments et la bioaugmentation, ou l'ensemencement, est l'ajout de microbes spécialement sélectionnés pour dégrader les hydrocarbures.

L'accélération de la biodégradation naturelle est particulièrement utile lorsque la biostimulation est utilisée à terre, comme dans le cas de l'épandage agricole : les facteurs physiques, chimiques et biologiques qui affectent la bioremédiation peuvent être contrôlés afin de produire des conditions optimales pour la biodégradation. L'utilisation de ce processus sur le littoral est rarement préconisée car le même niveau de contrôle est difficile à obtenir dans l'environnement marin.

Nettoyage naturel

La plupart des littoraux finissent par se nettoyer naturellement au fur et à mesure du vieillissement et de la dégradation des hydrocarbures. Les principaux processus d'élimination naturelle sont l'abrasion, la floculation argile-pétrole ou l'agrégation minéraux-pétrole, la photo-oxydation et la biodégradation. Sur les littoraux exposés, la majorité du polluant peut disparaître en un seul cycle saisonnier. À l'exception des taches largement au-dessus de la laisse de haute mer, la plupart des traces d'hydrocarbures disparaissent en deux ou trois ans. Cependant, lorsque l'hydrocarbure a été incorporé dans le sédiment ou

dans une vase anaérobie fine, la dégradation est très lente et l'hydrocarbure peut persister de nombreuses années, par exemple sous forme de « revêtement d'asphalte ».

Dans de nombreux cas, lorsque les phases 1 et 2 de l'opération de nettoyage sont achevées, le nettoyage final est laissé aux processus naturels car ils constituent la solution la plus efficace et la plus rentable, notamment à l'approche d'une période de tempêtes saisonnières (Figure 29). Lorsque les circonstances le permettent, le nettoyage naturel est l'option privilégiée pour plusieurs types de littoraux sensibles, tels que les mangroves ou les marais, afin de minimiser les dommages causés par les activités de nettoyage. Les relevés du littoral doivent être effectués de préférence après l'hiver, ou une fois que les tempêtes tropicales sont passées, pour déterminer si le nettoyage naturel a permis d'atteindre le niveau de propreté souhaité ou si un nettoyage complémentaire est requis.

Types de littoraux

Des techniques de nettoyage sont décrites pour sept types de littoraux :



▲ Figure 29 : Dans de nombreux cas, le nettoyage fin d'un littoral peut être laissé aux processus naturels.



▲ Figure 30 : Pilotis et quai pollués lavés sous pression depuis un ponton. L'hydrocarbure libéré est récupéré par le barrage absorbant.



▲ Figure 31 : L'accès sous des quais peut être difficile et dangereux pour les équipes de nettoyage en raison du manque d'espace de manœuvre et de ventilation.



▲ Figure 32 : Nettoyage d'enrochement par jets d'eau haute pression.



▲ Figure 33 : Le nettoyage de tétrapodes pollués est problématique car les hydrocarbures à l'intérieur de la structure sont difficiles à atteindre.

Installations portuaires et autres infrastructures

Les murs et autres structures verticales peuvent présenter une bande d'hydrocarbures sur toute la hauteur de marnage, qui peut être lavée sous pression à partir de navires ou de pontons (Figure 30). Les hydrocarbures qui ont migré sous les quais, les jetées ou autres structures bâties sur pilotis ou colonnes sont parfois difficiles à collecter, notamment lorsque l'espace de manœuvre est limité (Figure 31). Les remous créés par les hélices des navires peuvent faciliter l'enlèvement des accumulations d'hydrocarbure mais le nettoyage fin risque d'être impossible et les hydrocarbures peuvent être confiés aux processus de dégradation naturelle. Les structures en bois, particulièrement aux endroits où la pourriture est établie, peuvent être endommagées par des techniques de nettoyage plus agressives. Le nettoyage des zones à usage commercial du littoral est couvert plus en détail dans le Guide d'Informations Techniques : Effets de la pollution par les hydrocarbures sur les activités sociales et économiques.

Ouvrages de défense contre la mer

Les différents types d'ouvrages de défense contre la mer présentent un problème particulièrement difficile pour le nettoyage. Les hydrocarbures sont susceptibles de pénétrer profondément dans la structure à travers les espaces entre les rochers ou les tétrapodes de béton, où ils sont protégés contre l'action des vagues et où les processus de vieillissement ne se produisent que très lentement.

Les formes ouvertes d'enrochements (Figure 32) et les tétrapodes (Figure 33) accumulent également des quantités considérables de macro-déchets qui jouent le rôle d'un absorbant d'hydrocarbures et rendent ainsi la collecte des polluants encore plus problématique. Si le déversement a lieu en hiver, les hydrocarbures peuvent rester piégés à l'intérieur de la structure jusqu'à l'été, période à laquelle

Ouvrages de défense contre la mer		
	Accessible	Inaccessible
Phase 1	Récupérateurs/ pompes Camions hydrocureurs Lavage (flushing)	Récupération manuelle Récupération manuelle et absorbants
Phase 2	Lavage haute pression Nettoyage passif Démantèlement (rare) Nettoyage naturel	Nettoyage naturel Essuyage à la main
Phase 3	Essuyage à la main Nettoyage naturel	Nettoyage naturel

▲ Tableau 1 : Techniques applicables pour le nettoyage de divers types d'ouvrages de défense contre la mer.

ils peuvent devenir plus fluides et s'échapper. Par ailleurs, les ouvrages de défense contre la mer sont forcément exposés à la haute mer et peuvent être des environnements de travail dangereux.

Par temps favorable, les hydrocarbures flottants peuvent être récupérés à la base des ouvrages de défense contre la mer par bateau. Les travailleurs présents sur la structure, et dans une certaine mesure à l'intérieur (dans les limites imposées par la sécurité) peuvent collecter les débris pollués et nettoyer les blocs et les tétrapodes au moyen de nettoyeurs haute pression ou manuellement, avec des chiffons et des absorbants. Le nettoyage passif, méthode selon laquelle des absorbants sont placés le long de la face des ouvrages de défense contre la mer, permet de récupérer les hydrocarbures rejetés par le mouvement des marées, la houle et l'action des vagues. Dans certaines situations, cette action naturelle peut être intensifiée en pompant de l'eau dans la structure pour évacuer les hydrocarbures (flushing).

Dans de très rares circonstances, les ouvrages de défense contre la mer peuvent être démontés pour permettre la récupération des débris pollués et le lavage haute pression des blocs et des tétrapodes individuels. Cette technique peut s'imposer si les hydrocarbures s'échappent et menacent de contaminer les plages touristiques ou les installations de mariculture. Même dans de tels cas, il convient de faire le poids entre la menace de contamination et le coût du démantèlement et du réassemblage des ouvrages de défense contre la mer. La balance n'est susceptible de pencher en faveur du démantèlement que si ce type de travail est effectué régulièrement, par exemple, pour la maintenance des ouvrages et si l'équipement et l'infrastructure nécessaires sont déjà en place.

Rochers et blocs

Les surfaces dures, telles que les rochers et les blocs, deviennent souvent enduites d'hydrocarbures sur toute la hauteur de marnage, et des hydrocarbures et des débris pollués s'accumulent dans les mares intertidales et les crevasses (Figure 34). Sur les côtes exposées, les hydrocarbures ne restent généralement pas statiques mais sont entraînés le long de la côte et finissent par s'échouer aux endroits abrités. L'accès aux côtes rocheuses étant parfois difficile, une attention particulière doit être accordée à la sécurité des intervenants sur les surfaces glissantes, ainsi qu'aux dangers des vagues et des marées. Lorsque l'accès par d'autres moyens, par exemple par la mer, n'est pas possible, des passerelles temporaires peuvent être construites pour améliorer

Rochers et blocs		
	Accessible	Inaccessible
Phase 1	Récupérateurs/ pompes Camions hydrocureurs Lavage (flushing)	Récupération manuelle Récupération manuelle et absorbants
Phase 2	Lavage haute pression Matériaux absorbants Nettoyage naturel	Nettoyage naturel Essuyage à la main
Phase 3	Nettoyage naturel Lavage haute pression Sablage (rare)	Nettoyage naturel

▲ Tableau 2 : Techniques applicables pour le nettoyage de rochers et blocs.

les conditions de travail (Figure 35).

Dans les zones à forte concentration de faune et de flore sauvages, où des quantités importantes d'hydrocarbures se sont échouées, un matériau absorbant en vrac peut être étalé sur les rochers pollués et parfois intégré dans l'hydrocarbure par brossage pour servir de masque et réduire la contamination des pelages et des plumages. Dans certains pays, l'utilisation de poudre d'écorce est privilégiée, tandis que d'autres préfèrent des absorbants minéraux granulaires. Cette méthode a été employée, par exemple, pour protéger les phoques et les manchots sur des sites d'accès au littoral connus. Le mélange absorbant/hydrocarbure n'est normalement pas récupéré mais reste sur place jusqu'à ce qu'il soit entraîné par la mer. Une fois en mer, il devient largement fragmenté, permettant ainsi sa dégradation. Cette technique nécessite toutefois d'être appliquée avec prudence car une contamination secondaire peut résulter

Galets et graviers		
	Accessible	Inaccessible
Phase 1	Récupérateurs/ pompes Camions hydrocureurs Lavage (flushing)	Récupération manuelle Récupération manuelle et absorbants
Phase 2	Lavage (flushing) Surfwashing/lavage de galets Récupération mécanique Nettoyage naturel	Nettoyage naturel Essuyage à la main
Phase 3	Nettoyage naturel Surfwashing/lavage de galets Sablage (rare)	Nettoyage naturel

▲ Tableau 3 : Techniques applicables pour le nettoyage de substrats intermédiaires.



▲ Figure 34 : Les hydrocarbures et les macro-déchets pollués s'accumulent dans des mares intertidales et des crevasses sur les littoraux rocheux, nécessitant un nettoyage manuel important.



▲ Figure 35 : Pour minimiser les dangers auxquels sont exposés les travailleurs sur les littoraux rocheux, des passerelles temporaires peuvent être construites.



▲ Figure 36 : Collecte de graviers pollués dans des sacs

des amas de mélange absorbant/hydrocarbure à la dérive. Le coût potentiel de l'absorbant doit également être pris en compte.

Galets et graviers

C'est sur ce type de littoraux qu'il est le plus difficile d'obtenir des résultats de nettoyage satisfaisants car les hydrocarbures peuvent pénétrer dans les espaces entre les pierres et s'enfoncer profondément dans la plage. Leurs médiocres capacités de portance limitent le mouvement des véhicules et du personnel, de telle sorte que la collecte massive de galets et graviers très pollués peut être problématique. Qui plus est, les possibilités d'élimination des galets lourdement pollués sont plus limitées que celles du sable et des graviers. La collecte des graviers très pollués sur les littoraux abrités peut cependant être nécessaire pour empêcher la formation de revêtements d'asphalte persistants (Figure 36). Toutefois, lorsqu'il est possible, le lavage des galets et graviers pollués sur place minimise la quantité de déchets nécessitant d'être transportés pour être éliminés. Le lavage basse pression et le surfwashing sont eux aussi particulièrement utiles dans ces environnements.

Plages de sable

Les plages de sable sont souvent traitées comme des ressources à forte valeur d'agrément et leur nettoyage est une priorité (Figure 37). Les plages touristiques bénéficient généralement de bonnes voies d'accès et, parce que peu d'hydrocarbures pénètrent profondément dans le substrat des plages, celles-ci sont généralement considérées comme le type de littoral le plus facile à nettoyer (Figure 38). Les polluants peuvent toutefois être enfouis dans la plage par les marées successives, tandis que les hydrocarbures à faible viscosité pénètrent dans les sables grossiers. Le lavage basse pression, le surfwashing et le hersage peuvent convenir au traitement des hydrocarbures enfouis.

Des routes temporaires peuvent être construites pour permettre l'accès d'engins lourds à la plage, notamment pour éviter d'endommager les habitats fragiles des dunes. Les roues ou chenilles des véhicules à l'œuvre sur des plages de sable meuble ou grossier risquent de s'enfoncer (Figure 39). Cela peut causer une pénétration encore plus profonde des hydrocarbures échoués dans le substrat de la plage. Les camions et autres véhicules circulants sur la plage peuvent se trouver parfois immobilisés une fois chargés.



▲ Figure 37 : Le nettoyage des plages de sable peut être une priorité pendant la saison touristique.



▲ Figure 38 : Ramassage manuel de fioul émulsionné sur une plage de sable grossier.

Plages de sable		
	Accessible	Inaccessible
Phase 1	Récupérateurs/ pompes Camions hydrocureurs Récupération manuelle/mécanique Tranchées Lavage (flushing)	Récupération manuelle Récupération manuelle et absorbants
Phase 2	Lavage (flushing) Surfwashing Récupération manuelle/mécanique	Nettoyage naturel Récupération manuelle
Phase 3	Nettoyage naturel Surfwashing Labourage et hersage Machines de nettoyage des plages Criblage / tamisage du sable	Nettoyage naturel

▲ **Tableau 4 : Techniques applicables pour le nettoyage de plages de sable.**

Le risque d'érosion des plages causé par une collecte excessive de sable fait partie des préoccupations souvent exprimées. Cependant, pour la plupart des plages exposées, les cycles saisonniers d'érosion et d'accrétion sont d'une telle ampleur que la quantité de sédiments collectés lors des opérations de nettoyage est généralement négligeable par comparaison et sera normalement remplacée naturellement. Néanmoins, afin de rendre une plage à son usage original dans les plus courts délais possibles, l'importation de sable propre provenant d'ailleurs est parfois proposée. Si cette solution est adoptée, il est essentiel que, dans la mesure du possible, ce sable propre ait la même densité et la même granulométrie que le sable d'origine afin qu'il se comporte de la même manière. Par exemple, un sable de remplacement plus fin risquerait d'être emporté par la mer.

Si le temps disponible avant que les hydrocarbures n'atteignent la plage le permet, les débris rejetés par la mer peuvent être collectés avant l'arrivée du polluant, de manière à réduire considérablement la quantité de macro-déchets pollués à éliminer.

Littoraux vaseux

Dans la mesure du possible, il est préférable de laisser vieillir naturellement les hydrocarbures qui arrivent sur ce type de littoral, surtout lorsqu'ils ont été rejetés sur de la végétation. Il s'est avéré, à de nombreuses occasions, que certaines activités prévues pour dépolluer entraînent des dommages plus graves que ceux causés par les hydrocarbures proprement dits, en raison notamment du piétinement et de l'érosion du substrat (*Figures 40 et 41*).

Dans les climats tempérés, la végétation des marais survit souvent à un seul étouffement par des hydrocarbures et dans de nombreux cas, les nouvelles pousses réussissent à traverser une couverture de pollution. Les dommages causés aux mangroves dans les régions tropicales sont moins prévisibles et dépendent des espèces, de la nature des hydrocarbures (les pétroles légers sont plus toxiques que les fiouls lourds) et de la porosité du substrat. Les mangroves qui poussent dans des sédiments grossiers semblent moins vulnérables que celles des vases fines.



▲ **Figure 39 : Les engins chargés peuvent s'enfoncer dans les substrats meubles. Cela peut entraîner des dégâts supplémentaires et l'hydrocarbure peut se trouver mélangé à du sédiment préalablement propre.**

Littoraux vaseux		
	Accessible	Inaccessible
Phase 1	Récupérateurs/ pompes Camions hydrocureurs Lavage (flushing)	Récupération manuelle Récupération manuelle et absorbants
Phase 2	Lavage (flushing) Récupération manuelle	Nettoyage naturel Récupération manuelle
Phase 3	Nettoyage naturel	Nettoyage naturel

▲ **Tableau 5 : Techniques applicables pour le nettoyage de littoraux vaseux.**

Lorsque la collecte de l'hydrocarbure est essentielle pour empêcher sa remobilisation et son étalement le long du littoral, il peut être repoussé au jet d'eau vers un point sur le plan d'eau où il peut être confiné pour être récupéré ultérieurement. Les meilleurs résultats sont obtenus en approchant le littoral par la mer dans des embarcations à faible tirant d'eau ou bien par la terre, sur des passerelles temporaires. La récupération manuelle est une autre option qui, si elle est choisie, doit être effectuée sous surveillance étroite afin de minimiser les dommages supplémentaires aux racines et aux pousses (*Figure 42*).

Si des oiseaux et d'autres espèces animales sont menacés, la coupe et la collecte de la végétation polluée peut être envisagée. Il convient toutefois de faire le poids entre le risque de dommages au plus long terme causés par le piétinement. La coupe des mangroves doit être évitée car les temps de rétablissement sont très longs.

Coraux

Les coraux vivants sont peu susceptibles d'être pollués car ils sont rarement exposés à la surface de la mer. Cependant, en cas de pollution de coraux exposés, il est préférable de ne pas les perturber et de les laisser se rétablir naturellement. Le nettoyage naturel des plateformes de coraux exposés à marée basse peut être facilité par un lavage basse pression à l'eau de mer pour minimiser l'exposition des communautés coralliennes aux hydrocarbures. Lorsque la récupération du polluant est nécessaire, par exemple

pour empêcher sa remobilisation, elle doit être entreprise avec soin afin de minimiser les dommages aux structures fragiles.

Gestion et organisation

Une gestion efficace des ressources engagées dans le nettoyage des littoraux est indispensable au succès de l'opération. La responsabilité de la gestion de la lutte antipollution à la suite d'un déversement peut être confiée à une équipe composée d'individus de différentes organisations ou bien à un seul organisme gouvernemental. Dans chaque cas, leur fonction est d'encadrer la main-d'œuvre sur le littoral et de prendre en charge, au quotidien, les problèmes opérationnels, la logistique, la planification des travaux futurs, les relations avec les médias et le financement de l'opération.

Au moment de décider des techniques de nettoyage à utiliser, l'équipe de gestion doit tenir compte des intérêts de tous ceux concernés par les divers usages locaux de l'environnement marin. En règle générale, ces intérêts comprennent les loisirs, le tourisme, la pêche, l'industrie et l'environnement. Les moyens mis en œuvre varient selon les plans d'intervention nationaux et d'un pays à l'autre. Souvent, des conseillers représentant chacun des domaines de préoccupation sont intégrés dans l'équipe de gestion. En particulier, la présence de conseillers environnementaux au sein des équipes de gestion est courante et permet d'éviter que les opérations de nettoyage ne soient plus nuisibles que bénéfiques par manque de compréhension des sensibilités environnementales.

Une bonne organisation de la main-d'œuvre sur le littoral est tout aussi cruciale (Figure 43). Il peut s'agir, par exemple, de diviser le littoral pollué en plus petites zones, souvent selon les divisions naturelles du trait de côte. La responsabilité de la main-d'œuvre à l'intérieur de chaque zone est alors confiée à un superviseur ou chef de chantier. Si des techniques manuelles sont utilisées, la main-d'œuvre peut être de nouveau subdivisée en équipes, chacune avec un chef d'équipe et une partie du littoral à nettoyer. Les tâches doivent être faisables dans un délai réaliste, par exemple d'une demi-journée. La satisfaction de la mission accomplie et l'observation des progrès réalisés peuvent aider à motiver les travailleurs dans des conditions parfois difficiles. En même temps, le littoral est nettoyé méthodiquement, section par section. Chaque équipe est normalement composée de 5 à 10 travailleurs (Figure 44) et chaque superviseur ou chef de chantier est responsable d'un maximum de 100 personnes, soit environ 10 équipes dans une zone. Les travailleurs doivent suivre une formation élémentaire pour veiller à ce que l'opération de nettoyage soit ordonnée et efficace, ainsi que pour mettre en avant les questions d'hygiène et de sécurité. Des équipements répondant aux besoins de restauration et aux besoins sanitaires des équipes doivent être implantés à proximité des chantiers (Figure 45).

Il n'est possible de juger de la performance potentielle de la main-d'œuvre qu'un certain temps après le début des travaux. Pour cette raison, le nombre de travailleurs requis sur un littoral doit être décidé en établissant une opération à petite échelle sur une section représentative du littoral, puis en reproduisant la même approche dans les autres zones, avec le niveau approprié de main-d'œuvre, une fois que les pratiques de travail ont été optimisées. Le nombre de personnes requis est déterminé par les exigences de la technique de nettoyage employée et la quantité de matériau pouvant raisonnablement être traitée en une journée. Cependant, la performance de la main-d'œuvre est également influencée par sa formation, sa motivation et sa supervision, ainsi que par le type de littoral, l'accessibilité, les conditions



▲ Figure 40 : Le nettoyage envahissant d'un marais pollué a causé des dégâts supplémentaires considérables en plus de ceux dus à l'hydrocarbure.



▲ Figure 41 : L'utilisation d'engins lourds sur des zones sensibles du littoral peut causer des dégâts supplémentaires considérables. Dans ce cas, la nécessité de récupérer rapidement les hydrocarbures flottants est une priorité.



▲ Figure 42 : La nécessité de récupérer les hydrocarbures dans les mangroves doit être considérée avec soin afin de minimiser les dommages supplémentaires à ces milieux très sensibles.



▲ *Figure 43 : La main-d'œuvre engagée doit être clairement informée, afin de veiller à ce que les objectifs et les moyens d'atteindre ces objectifs soient bien compris.*



▲ *Figure 44 : Une équipe de nettoyage du littoral optimale compte 10 travailleurs, nombre qui permet une supervision et une progression efficaces de la tâche.*



▲ *Figure 45 : Des structures temporaires à proximité d'un chantier fournissent des installations de restauration et sanitaires pour les travailleurs.*

météorologiques et les niveaux de contamination. Dans l'idéal, la main-d'œuvre doit provenir d'une organisation locale déjà dotée d'une structure de gestion, offrant des hiérarchies et des relations professionnelles établies. Les structures de commandement militaire, qui répondent à ces critères et semblent parfaitement adaptées à ce type d'opérations, peuvent cependant aboutir à des équipes trop importantes et nécessiter que la structure soit modifiée. Ce sujet est traité plus en détail dans le Guide d'Informations Techniques : Direction, commandement et gestion des déversements d'hydrocarbures.

L'organisation de l'équipement et des véhicules à l'œuvre sur le littoral n'est pas moins importante. La ségrégation du chantier en zones propres et zones sales, qui limite le nombre de véhicules à l'intérieur de la zone souillée et restreint le mouvement de ces véhicules à l'intérieur de cette zone, permet de minimiser la contamination secondaire. Les camions de plus grande capacité, tels que ceux employés pour le transport du matériau récupéré vers le site de stockage ou les sites de traitement, doivent être exclus de la plage afin que les zones sales et propres restent séparées. Cela permet également de réduire la quantité d'hydrocarbures répandus sur les surfaces des routes. Les types de véhicules sélectionnés doivent être appropriés pour les déchets transportés, afin de veiller à ce que les chargements restent en place et empêcher les fuites d'hydrocarbures.

La circulation routière dans le voisinage du chantier doit être contrôlée pour que les entrées et sorties des camions ne soient pas gênées. Il peut également être nécessaire de fermer la plage dans l'intérêt de la sécurité publique, notamment lorsque des engins lourds sont employés.

Sur les littoraux sous l'effet des marées, les travaux doivent être organisés autour des marées, en prévoyant les périodes de repos et les pauses repas de préférence à marée haute. Les travaux de nuit peuvent être appropriés dans un port adéquatement éclairé mais sont généralement inefficaces dans d'autres lieux, tels que les littoraux ouverts, et potentiellement dangereux, même s'il est possible de prévoir un éclairage.

Un registre des quantités d'hydrocarbures et de macro-déchets pollués collectés chaque jour permet de suivre la progression des travaux facilement, chantier par chantier, au sein du poste de commandement. En plus des rapports écrits, l'état d'avancement de chaque chantier et l'emplacement des hommes et de l'équipement peuvent être facilement notés et suivis sur des cartes à grande échelle.

Des registres quotidiens des hommes, de l'équipement et des matériaux utilisés à chaque chantier sont également essentiels pour la formulation ultérieure d'une demande d'indemnisation. Ce sujet est traité plus en détail dans le Guide d'Informations Techniques : Préparation et soumission des demandes d'indemnisation suite à une pollution par hydrocarbures.

Planification des interventions d'urgence

Les plans d'intervention pour le nettoyage des littoraux nécessitant un degré élevé de connaissances locales, leur portée géographique est généralement limitée à une seule autorité administrative côtière. Il est important que les plans soient préparés par les organismes chargés de nettoyer les hydrocarbures du littoral à l'intérieur du tronçon de trait de côte identifié. D'une part, le personnel de ces organismes est susceptible de maîtriser les dispositions locales et

de l'autre, les plans peuvent ainsi être réalistes et pragmatiques. Les chefs de chantier sont généralement des habitants de la région qui connaissent bien le littoral. Ils doivent toutefois être formés aux techniques de nettoyage, ainsi qu'à la gestion et à la sécurité de la main-d'œuvre. La police et les autres organismes publics peuvent être sollicités pour contrôler l'accès aux zones touchées ou pour intervenir, d'une manière ou d'une autre, dans les opérations de lutte antipollution en cas de déversement.

Un site central ou une série de sites doivent être établis pour la gestion du nettoyage. Ces sites doivent être adéquats pour abriter l'équipe de gestion de crise et équipés des systèmes de communication appropriés. Des communications fiables entre l'équipe de gestion de crise et les superviseurs individuels le long du littoral facilitent la coordination de l'intervention. L'achat de systèmes de communication adaptés aux situations prévues peut être nécessaire.

Le stockage temporaire, le transport et l'élimination finale des déchets pollués collectés doivent également être pris en compte pendant la préparation du plan d'intervention car ces éléments peuvent avoir une forte influence sur l'efficacité des opérations de nettoyage. Les sources de main-d'œuvre, d'équipement et de matériels, ainsi que leurs coordonnées, doivent être précisées dans le plan. Les entreprises en mesure de fournir des camions

hydrocureurs, des chargeurs, des bennes ou autres dispositifs de stockage temporaire, des systèmes de lavage à l'eau chaude et divers équipements doivent être identifiés et, dans l'idéal, les conditions générales de location doivent être convenues avant qu'un déversement ne survienne.

Les atlas de sensibilité du littoral sont particulièrement utiles aux premiers stades d'un déversement et peuvent être préparés dans le cadre du processus d'élaboration d'un plan d'intervention d'urgence, au moyen des informations souvent saisies dans un système d'information géographique (SIG). Ces atlas doivent indiquer l'emplacement des ressources écologiquement sensibles et des zones d'agrément à haute priorité, en indiquant, dans les deux cas, les variations saisonnières. D'autres caractéristiques doivent également être enregistrées, telles que les types de littoraux, les points d'accès des véhicules, les plages capables de supporter des engins lourds et les zones où l'utilisation de dispersants est exclue.

Les exercices pratiques du plan d'intervention d'urgence doivent être effectués périodiquement, non seulement pour tester les aspects organisationnels mais également pour veiller à ce que l'équipement identifié dans le plan soit effectivement disponible. La planification des interventions d'urgence est traitée plus en détail dans le Guide d'Informations Techniques : Planification d'urgence en cas de déversement d'hydrocarbures en mer.

L'essentiel

- L'efficacité du nettoyage du littoral dépend de la disponibilité de personnel, d'équipement et de matériels, ainsi que de la qualité de l'organisation établie pour gérer et exécuter l'opération.
- Les objectifs et les résultats des opérations de nettoyage du littoral doivent être définis et convenus au préalable.
- Il convient de tenir compte, dès le début, du stockage des déchets, de leur transport et de leur élimination finale, autant d'aspects qui peuvent fortement influencer les opérations.
- Le type de littoral détermine largement la technique de nettoyage la plus appropriée.
- Les hydrocarbures mobiles doivent être récupérés dès que possible pour en empêcher le mouvement le long du littoral.
- Tandis que les engins lourds peuvent nettoyer les plages rapidement, des quantités importantes de substrat propre sont collectées en même temps, entraînant des problèmes de transport, d'élimination et d'érosion potentielle. Les techniques manuelles, plus lentes, sont souvent préférables.
- Dans le cas des littoraux écologiquement sensibles, tels que les marais, les vasières abritées, les mangroves et les coraux, la meilleure solution consiste souvent à laisser faire les processus de nettoyage naturel.
- Pour les zones non récréatives, une fois les phases 1 et 2 de la lutte antipollution achevées, les hydrocarbures restants peuvent être laissés vieillir et se dégrader naturellement.
- La main-d'œuvre et l'équipement doivent être identifiés dans le plan d'intervention local et régulièrement mobilisés pour des exercices pratiques, dans le but de tester leur efficacité.

GUIDES D'INFORMATIONS TECHNIQUES

- 1 Observation aérienne des déversements d'hydrocarbures en mer
- 2 Devenir des déversements d'hydrocarbures en mer
- 3 Utilisation des barrages dans la lutte contre la pollution par les hydrocarbures
- 4 Utilisation des dispersants dans le traitement des déversements d'hydrocarbures
- 5 Utilisation des récupérateurs dans la lutte contre la pollution par les hydrocarbures
- 6 Reconnaissance des hydrocarbures sur les littoraux
- 7 Nettoyage des hydrocarbures sur les littoraux
- 8 Utilisation de matériaux absorbants dans la lutte contre la pollution par les hydrocarbures
- 9 Traitement et élimination des hydrocarbures et des débris
- 10 Direction, commandement et gestion des déversements d'hydrocarbures
- 11 Effets de la pollution par les hydrocarbures sur les pêches et la mariculture
- 12 Effets de la pollution par les hydrocarbures sur les activités sociales et économiques
- 13 Effets de la pollution par les hydrocarbures sur l'environnement
- 14 Échantillonnage et suivi des déversements d'hydrocarbures en mer
- 15 Préparation et soumission des demandes d'indemnisation pour les dommages dus à la pollution par les hydrocarbures
- 16 Planification d'urgence en cas de déversement d'hydrocarbures en mer
- 17 Intervention en cas d'accident chimique en mer



L'ITOPF est une organisation à but non lucratif, fondée au nom des armateurs du monde entier et de leurs assureurs. Sa mission : contribuer à l'efficacité des interventions de lutte contre la pollution en cas de déversements en mer d'hydrocarbures, de produits chimiques et autres substances dangereuses. De l'intervention d'urgence à la formation, l'éventail de services proposés comprend également l'apport de conseils techniques en matière de nettoyage, l'évaluation des dommages causés par la pollution et l'aide à la préparation de plans d'intervention en cas de déversement. Source d'informations exhaustives sur la pollution marine par les hydrocarbures, l'ITOPF publie ce document dans le cadre d'une série de guides basés sur l'expérience de son personnel technique. L'information qu'il contient peut être reproduite avec la permission expresse préalable de l'ITOPF. Pour tout renseignement complémentaire, merci de vous adresser à :



ITOPF Ltd

1 Oliver's Yard, 55 City Road, London EC1Y 1HQ, Royaume-Uni

Tél: +44 (0)20 7566 6999
Fax: +44 (0)20 7566 6950
24h: +44 (0)20 7566 6998

E-mail: central@itopf.org
Web: www.itopf.org