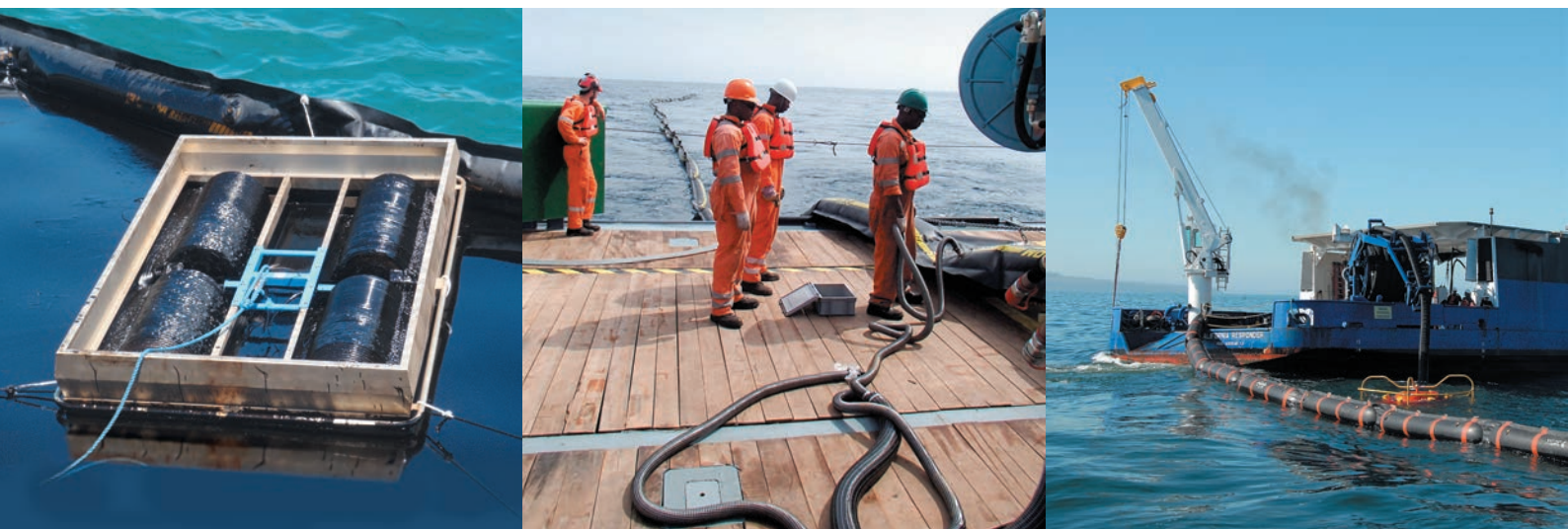


Confinement et récupération en mer

Lignes directrices relatives aux bonnes pratiques en
matière de gestion des accidents et du personnel
d'intervention d'urgence



IPIECA

Association Internationale de l'industrie pétrolière pour la Protection de l'Environnement

Étage 14, City Tower, 40 Basinghall Street, Londres EC2V 5DE, Royaume-Uni
Téléphone : +44 (0)20 7633 2388 Télécopieur : +44 (0)20 7633 2389
E-mail : info@ipieca.org Internet : www.ipieca.org



Association internationale des producteurs d'hydrocarbures et de gaz (IOGP)

Siège social

Étage 14, City Tower, 40 Basinghall Street, Londres EC2V 5DE, Royaume-Uni
Téléphone : +44 (0)20 3763 9700 Télécopieur : +44 (0)20 3763 9701
E-mail : reception@iogp.org Internet : www.iogp.org

Bureau de Bruxelles

Boulevard du Souverain 165, 4^e étage, B-1160 Bruxelles, Belgique
Téléphone : +32 (0)2 566 9150 Télécopieur : +32 (0)2 566 9159
E-mail : reception@iogp.org

Bureau de Houston

10777 Westheimer Road, Suite 1100, Houston, Texas 77042, États-Unis
Téléphone : +1 (713) 470 0315 E-mail : reception@iogp.org

Rapport 522 de l'IOGP

Date de publication : 2015

© IPIECA-IOGP 2015 Tous droits réservés.

Aucune partie de cette publication ne peut être reproduite, stockée dans un système d'extraction ou transmise sous quelque forme ou par quelque moyen que ce soit, électronique, mécanique, photocopie, par enregistrement ou autre, sans le consentement écrit préalable de l'IPIECA.

Exonération de responsabilité

Bien que tous les efforts possibles aient été fournis pour assurer l'exactitude des informations contenues dans cette publication, ni l'IPIECA, ni l'IOGP, ni aucun de leurs membres passés, présents ou futurs ne garantissent leur exactitude ou n'assument la responsabilité d'une quelconque utilisation prévisible ou imprévisible de cette publication, même en cas de négligence de leur part. Par conséquent, ladite utilisation se fait aux risques et périls du destinataire, avec la convention que toute utilisation par le destinataire constitue un accord avec les conditions de cet avertissement. Les informations contenues dans cette publication ne prétendent pas constituer des conseils professionnels de différents contributeurs de contenu, et ni IPIECA, ni l'IOGP ni ses membres n'acceptent quelque responsabilité que ce soit pour les conséquences de l'utilisation ou la mauvaise utilisation de la présente documentation. Ce document peut fournir des indications qui viennent compléter les exigences de la législation locale. Cependant, rien dans les présentes n'est destiné à remplacer, modifier, abroger ou autrement déroger à ces exigences. En cas de conflit ou de contradiction entre les dispositions de ce document et la législation locale, les lois applicables prévaudront.

Confinement et récupération en mer

Lignes directrices relatives aux bonnes pratiques en matière de gestion des accidents et du personnel d'intervention d'urgence

Préface

Cette publication fait partie de la série des Guides de bonnes pratiques de l'IPIECA-IOGP, qui résume les opinions actuelles en matière de bonnes pratiques sur des sujets variés relatifs à la préparation et à la lutte contre les déversements d'hydrocarbures. Cette série vise à harmoniser les pratiques et les activités du secteur, à informer les parties prenantes et à servir d'outil de communication pour promouvoir la sensibilisation et l'éducation.

Cette série met à jour et remplace la célèbre « Oil Spill Report Series » de l'IPIECA, publiée entre 1990 et 2008. La série de guides couvre des sujets qui sont applicables aux activités d'exploration comme de production, ainsi qu'aux activités de transport maritime ou terrestre.

Les révisions ont été réalisées par le Projet de coopération industrielle de l'IOGP-IPIECA dans le cadre de la lutte contre la pollution par les hydrocarbures (JIP). Le JIP a été créé en 2011 pour valoriser les enseignements en matière de préparation et de lutte contre les déversements d'hydrocarbures, suite à l'accident de contrôle de puits d'avril 2010 dans le golfe du Mexique.

Remarque sur les bonnes pratiques

Les « bonnes pratiques », dans le contexte du JIP, sont l'énoncé de directives, de pratiques et de procédures internationalement reconnues qui permettront à l'industrie du pétrole et du gaz d'assurer des performances acceptables en matière de santé, de sécurité et d'environnement.

Les bonnes pratiques pour un sujet particulier changeront au fil du temps à la lumière des progrès de la technologie, de l'expérience pratique et des connaissances scientifiques, ainsi que des changements dans l'environnement politique et social.

Table des matières

Préface	2	Défaillances dues aux courants et à l'arrachement	21
Introduction	4	Défaillances par accumulation critique	22
Vue d'ensemble	5	Défaillances de débordement	22
Barrages flottants	5	Endommagement de barrage	23
<i>Configurations de barrage</i>	6	Autres limites	23
<i>Probabilité de rencontre</i>	6	Avancées technologiques	24
<i>Taux de récupération quotidien</i>	6	Ressources de lutte	26
Éléments des systèmes de récupération	7	Navires	26
Considérations relatives aux déchets	7	Barrages flottants	27
Ressources de soutien et facteurs logistiques	8	Dispositifs de récupération	28
Méthodologies de confinement et récupération	9	Stockage des déchets	29
Navires et configurations de remorquage	9	Équipements auxiliaires	30
<i>Configuration en « J »</i>	9	Personnel	30
<i>Configuration en « U »</i>	10	Suivi et observation	31
<i>Configuration en « V »</i>	10	<i>Soutien aérien</i>	31
<i>Système de balayage latéral avec un seul navire</i>	11	<i>Technologies de détection de déversement sur navire</i>	32
<i>Système de navire unique avec paravane</i>	11	Sécurité	33
<i>Méthodes avancées de confinement et récupération</i>	12	Dangers environnementaux	33
Gestion des opérations de confinement et récupération en mer	13	Surveillance des gaz	34
Opérations simultanées (SIMOPS)	13	Analyse de risque	34
Efficacité de la méthode de confinement et récupération en mer	14	Mesures de préparation	35
Difficultés	16	Exercices d'entraînement, formations et autres exercices	36
Comportement des hydrocarbures et « créneau d'opportunité »	16	Commandement et contrôle	37
<i>Évaporation</i>	16	Communications	37
<i>Étalement</i>	17	Gestion des situations d'urgence pour le confinement et la récupération	38
<i>Fragmentation</i>	18	Réalités du confinement et de la récupération : fait réel	39
<i>Émulsification</i>	19	L'accident du Montara, 2009	39
<i>Dispersion naturelle</i>	19	Conclusions	41
Qu'est-ce que cela signifie pour les opérations de confinement et récupération en mer ?	20	Liste des acronymes	42
Facteurs environnementaux	20	Bibliographie et lectures recommandées	43
Limites opérationnelles	21	Remerciements	44
Types de défaillances de barrage et causes	21		

Introduction

La prévention des déversements d'hydrocarbures reste le principal objectif des intervenants. Cependant, en dépit de tous les efforts fournis pour réduire la probabilité d'un déversement, il existe toujours un risque résiduel. Des mesures de préparation efficaces peuvent réduire ce risque au minimum. Le planificateur doit examiner toute la gamme d'options de lutte disponibles, puis déterminer quelles mesures de préparation sont les plus adaptées à travers une analyse des avantages environnementaux net (NEBA).

La méthode de confinement et récupération en mer n'est que l'une des nombreuses options de lutte faisant partie de la boîte à outils de la lutte contre les déversements d'hydrocarbures. Elle consiste à contraindre et recueillir les hydrocarbures à la surface de l'eau. Des barrages flottants sont utilisés pour encercler et concentrer les hydrocarbures déversés à la surface de la mer jusqu'à ce que leur épaisseur de surface soit appropriée et permette l'enlèvement mécanique à l'aide d'un dispositif de récupération, tel qu'un récupérateur, qui pompe les hydrocarbures pour les transférer de la surface de l'eau vers un dispositif de stockage temporaire.

Une opération efficace de confinement et récupération en mer peut réduire :

- l'impact sur la faune, notamment sur les oiseaux marins, les poissons et les mammifères ;
- l'impact sur les environnements côtiers vulnérables du fait que les hydrocarbures flottants sont éliminés ;
- la complexité et la durée de la lutte sur le littoral ; et
- le volume de déchets générés par une opération de lutte.

La méthode de confinement et récupération en mer est souvent considérée comme l'option de lutte principale ou privilégiée en raison de son impact net sur l'environnement, qui est perçu comme neutre. Cependant, tout comme pour toutes les options de lutte, l'efficacité globale de cette méthode peut être limitée par un certain nombre de contraintes opérationnelles, environnementales et logistiques, comme indiqué ci-dessous :

- Contraintes opérationnelles : délais de mobilisation et de déploiement des équipements ; probabilité de rencontre ; disponibilité et efficacité des récupérateurs ; compétence du personnel de lutte ; temps d'arrêt pour l'entretien ; réparations et soutien logistique.
- Contraintes météorologiques : conditions météorologiques et marines propices à la sécurité de l'opération pendant les heures de jour et dans les limites des équipements déployés.
- Contraintes logistiques : disponibilité de navires convenablement équipés, d'un soutien pour l'observation aérienne, et délais de transport ; disponibilité d'infrastructures adéquates pour le stockage et le traitement des mélanges d'hydrocarbures et d'eau ; facteurs logistiques liés aux navires et à l'intervenant, p. ex. organisation du personnel et rotation des équipes, approvisionnement en nourriture, en eau et en produits consommables, et gestion des eaux noires et des déchets produits par le personnel.
- Contraintes liées à la sécurité et la santé : sous-estimation de la possibilité accrue que les membres du personnel de lutte soient blessés lors du déploiement et de l'utilisation des équipements, et des effets de l'exposition aux hydrocarbures sur la santé.
- Facteurs environnementaux : empreinte carbone accrue par le combustible consommé par les navires, les équipements de récupération et les appareils aériens d'observation des équipements, et impacts de la manutention, du transport et du traitement des déchets.

L'expérience révèle que l'efficacité des opérations de confinement et récupération en mer peut grandement varier en fonction des contraintes ci-dessus, le volume récupéré étant généralement de l'ordre de 5 % à 20 % seulement du volume initialement déversé. L'efficacité de cette méthode est un facteur à prendre en compte pour faire un choix parmi les options de lutte disponibles au cours du processus d'analyse des avantages environnementaux net (NEBA). La méthode doit, dans la mesure du possible, être intégrée aux autres options de lutte disponibles afin d'élaborer la stratégie de lutte la plus adaptée et la plus complète qui soit.

Vue d'ensemble

Les éléments clés d'un système de confinement et récupération en mer sont les suivants :

- un barrage pour contrer et circonscrire les hydrocarbures ;
- un dispositif de collecte, qui est généralement un récupérateur, pour éliminer les hydrocarbures de la surface ; et
- une pompe pour transférer le mélange d'hydrocarbures et d'eau recueilli vers un dispositif de stockage temporaire.

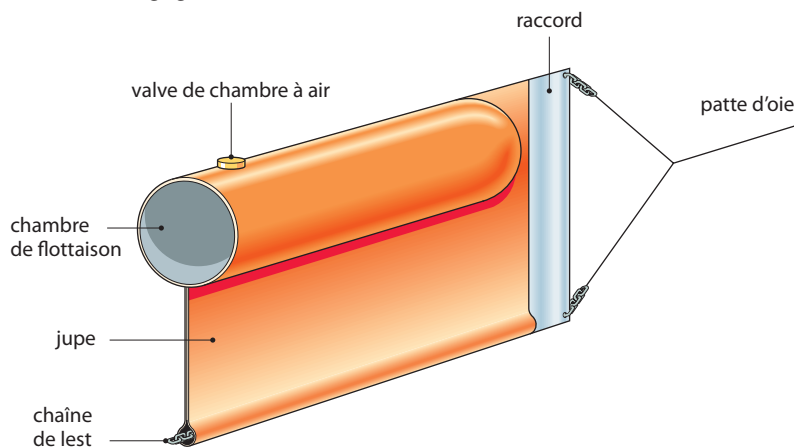


À gauche :
confinement et
récupération en mer

Barrages flottants

Un barrage flottant se compose d'une chambre de flottaison (c'est-à-dire d'un compartiment rempli d'air ou de mousse) et d'une jupe qui pend sous la surface de la mer. La jupe est généralement renforcée par une chaîne ou un câble de lest qui absorbe les forces de tension exercées sur le barrage et qui permet, par son poids, de maintenir le barrage à la verticale (image 1). Ces éléments conjugués constituent un barrage servant à contrer et circonscrire les hydrocarbures déversés.

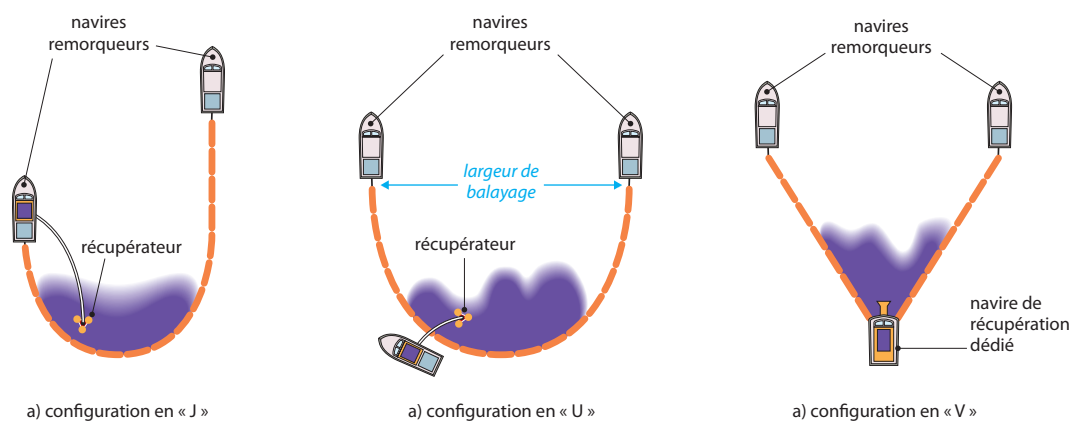
Image 1 Éléments d'un barrage gonflable



Configurations de barrage

Une fois déployé, un barrage flottant est généralement remorqué par deux navires sur les hydrocarbures flottants et forme un « U », un « J » ou un « V » (voir l'image 2). Alors qu'il passe au travers des hydrocarbures, ceux-ci se concentrent au niveau de l'apex du barrage. La récupération peut commencer dès que la concentration ou l'épaisseur des hydrocarbures est suffisante au niveau de l'apex.

Image 2 Configurations de barrage utilisées pour circonscrire et récupérer les hydrocarbures de façon simultanée



Probabilité de rencontre

Le taux auquel le barrage peut capturer les hydrocarbures déversés est nommé probabilité de rencontre et il est produit de :

- la largeur de balayage de la configuration du barrage ;
- la vitesse à laquelle le barrage est remorqué ; et
- l'épaisseur et la continuité de la nappe d'hydrocarbures rencontrée.

Les actions suivantes sont susceptibles de maximiser la probabilité de rencontre :

- Démarrer les opérations de confinement le plus tôt possible, avant que la nappe ne commence à se propager et à se fragmenter.
- Maintenir la configuration du barrage en utilisant la largeur de balayage et la vitesse de remorquage les plus élevées possibles pour la configuration choisie.
- Utiliser des ressources d'observation aérienne pour diriger les navires vers les zones où ils rencontreront les nappes les plus épaisses.
- Quand cela est possible, utiliser des technologies permettant d'accélérer les opérations, p. ex. des systèmes de récupération avancée et rapide.

Taux de récupération quotidien

Les actions permettant d'augmenter le taux de récupération quotidien sont notamment les suivantes :

- optimisation de la logistique de soutien, notamment des navires, de la rotation des équipes et de l'utilisation des heures du jour ;
- prévision d'un espace de stockage adéquat ; et
- utilisation de technologies telles que les caméras infrarouges et les radars à rayons X pour poursuivre les opérations de nuit ou en conditions de faible visibilité.

Éléments des systèmes de récupération

Plusieurs types de récupérateurs sont utilisés pour récupérer les hydrocarbures circonscrits au niveau de l'apex du barrage, puis pour les transférer dans des réservoirs de stockage à bord des navires ou vers des systèmes de stockage flottant dédiés. Les systèmes de récupération se composent généralement des éléments suivants :

- une source d'alimentation électrique ;
- une méthode de flottaison pour créer une plateforme stable ;
- une méthode de récupération pour éliminer les hydrocarbures de la surface de l'eau ; et
- une pompe munie de tuyaux pour transférer les hydrocarbures récupérés.

Le choix du type de récupérateur à utiliser dépend des facteurs suivants :

- composition et propriétés physiques des hydrocarbures ;
- conditions environnementales ; et
- conditions opérationnelles durant l'opération de lutte.

Les récupérateurs sont généralement regroupés dans les catégories suivantes en fonction de leur mode de fonctionnement :

- récupérateurs à seuil : utilisés pour des hydrocarbures intermédiaires à lourds ;
- récupérateurs oléophiles : utilisés pour des hydrocarbures légers ;
- récupérateurs hydrodynamiques ; et
- autres : p. ex. à palettes, bande transporteuse, chalut, etc.

Alors que les hydrocarbures subissent le processus d'altération naturelle et que leurs propriétés changent, il devient nécessaire de réévaluer les choix effectués et, le cas échéant, de changer de type de récupérateur pour optimiser l'efficacité de l'opération.

Les technologies les plus évoluées au niveau de la conception des récupérateurs sont notamment les suivantes :

- technologie de pompe avancée ;
- utilisation de grilles antidébris ;
- orifices d'injection de vapeur (pour un fonctionnement plus efficace quand les températures sont extrêmement basses) ;
- injection annulaire d'eau (pour faciliter le pompage de produits à haute viscosité) ; et
- propulseurs pour manœuvrer le récupérateur au niveau de l'apex du barrage afin d'en optimiser les performances.

Considérations relatives aux déchets

Avant de récupérer, de transférer ou de manipuler des hydrocarbures, il est important de connaître la législation locale en vigueur et de s'y conformer. Il est également crucial qu'un plan détaillé de gestion des déchets soit établi pour que les produits récupérés soient convenablement traités et éliminés.

Quel que soit le dispositif de récupération utilisé, de l'eau sera inévitablement récupérée avec les hydrocarbures, puis transférée dans le dispositif de stockage temporaire. Certains navires sont en mesure d'utiliser des séparateurs huile/eau embarqués pour réduire le volume d'eau récupéré. Dans le dispositif de stockage temporaire, qui est un environnement à énergie relativement faible, le mélange d'hydrocarbure et d'eau commence souvent à se séparer, et il peut être autorisé, sur certains territoires, de décanter l'eau récupérée et de la rejeter dans la mer afin de maximiser l'espace de stockage disponible pour les hydrocarbures récupérés. Un document de l'APIECA-IOGP de 2013 aborde la question de la décantation.

Ressources de soutien et facteurs logistiques

L'utilisation de navires adaptés et transportant les équipements nécessaires est essentielle pour que les opérations de confinement et récupération soient mises en œuvre en toute sécurité et soient couronnées de succès. Les caractéristiques idéales des navires de déploiement sont notamment les suivantes :

- un espace libre sur le pont ;
- une poupe ouverte, si possible ;
- une capacité de traction suffisante ;
- l'aptitude à manœuvrer ou remorquer à petite vitesse ;
- des logements ou abris pour le personnel de lutte ; et
- un espace de stockage pour les hydrocarbures récupérés.

L'efficacité du confinement est optimale quand les navires de déploiement sont soutenus par des ressources et des opérations logistiques qui les guident pour rencontrer les plus grandes concentrations d'hydrocarbures de surface. Ces ressources sont notamment :

- l'observation aérienne, y compris avec l'utilisation d'aérostats ;
- des radars de détection des hydrocarbures déversés (OSDR) ;
- des caméras infrarouges ; et
- des bouées de surveillance dérivantes.

La réussite d'une opération de confinement et récupération en mer dépend de la présence d'intervenants formés et compétents pour que les activités soient mises en œuvre avec sécurité et efficacité.

Méthodologies de confinement et récupération

Ceux qui exécutent une opération de confinement et récupération en mer disposent d'un certain nombre de méthodologies.

Navires et configurations de remorquage

Comme indiqué à la page 6, les barrages flottants sont remorqués dans diverses configurations afin de contrer, circonscrire, concentrer et confiner les hydrocarbures flottants, ce qui permet de les récupérer à la surface de la mer, puis de les transférer vers le dispositif de stockage temporaire. La longueur du barrage flottant utilisé est généralement de 200 à 500 mètres, selon sa configuration. Au-delà de ces longueurs, la coordination entre les navires est plus difficile et le risque d'endommagement du barrage s'accroît, ce qui peut nuire à son efficacité.

Un barrage flottant est habituellement relié aux navires remorqueurs à l'aide d'une ligne de remorquage, qui doit être suffisamment solide pour supporter les forces de traction générées. Les lignes de remorquage font souvent 50 mètres de longueur et sont fabriquées dans un matériau flottant pour réduire le risque d'enroulement autour de l'hélice ou d'accrochage avec d'autres obstacles sous-marins.

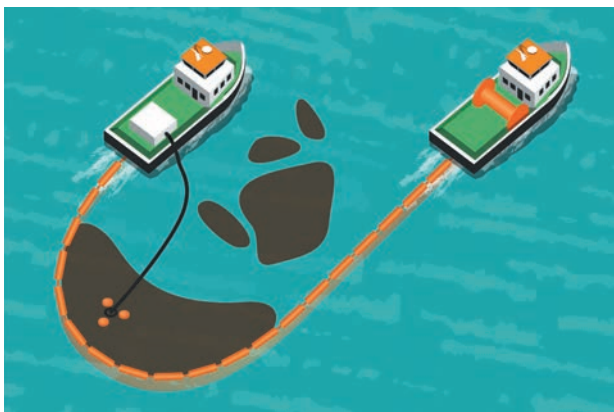
Les configurations de barrage sont, en règle générale, limitées à une vitesse relative d'environ 0,75 nœuds. Toute vitesse supérieure à cette limite risque de nuire au fonctionnement du barrage (confinement inefficace des hydrocarbures au niveau de l'apex) ou de l'endommager.

Le choix de la configuration du barrage dépend de la nature du déversement, de la rapidité de propagation et de la distribution des hydrocarbures, ainsi que de la disponibilité des navires et autres ressources nécessaires.

Configuration en « J »

Cette configuration est créée quand deux navires remorquent le barrage flottant pour former un « J ». Cette forme permet de poursuivre la récupération lors de l'opération de remorquage (image 3). Cela est possible en maintenant les hydrocarbures recueillis au niveau de l'apex du barrage, près du navire remorqueur qui transporte le système de récupération et le dispositif de stockage temporaire.

Image 3 Configuration en « J »



OSRL

Configuration en « U »

Tout comme pour la configuration en « J », la configuration en « U » fait appel à au moins deux navires. Cependant, la configuration en « U » crée une largeur de balayage plus importante que pour la configuration en « J » (voir l'image 4), ce qui peut augmenter la probabilité de rencontre. Une fois que les hydrocarbures ont été confinés dans la zone de l'apex du barrage, la configuration en « J » peut être adoptée pour les récupérer à l'aide de l'un des deux navires remorqueurs. Si un troisième navire est disponible, la configuration en « U » peut être maintenue pendant qu'il récupère les hydrocarbures au niveau de l'apex du barrage, ce qui permet de poursuivre les opérations sans interruption.

Image 4 Configuration en « U »



OSRL

Configuration en « V »

Deux navires remorquent le barrage flottant dans une configuration en « V » pendant qu'un troisième navire spécialisé et destiné à la récupération des hydrocarbures déversés se place à l'apex du barrage (image 5). Cette configuration permet d'augmenter légèrement la vitesse et la largeur de balayage, et donc la probabilité de rencontre. Grâce au navire de récupération dédié, cette configuration permet de prolonger la durée de l'opération et de récupérer un plus grand volume d'hydrocarbures, sous réserve que l'espace de stockage temporaire disponible soit suffisant.

Image 5 Configuration en « V »



OSRL

Système de balayage latéral avec un seul navire

Dans certaines situations, quand les ressources sont limitées ou quand il est préférable de réduire la largeur de balayage (par exemple pour un déversement de faible volume ou très fragmenté), il est possible de déployer un système à navire unique. Plusieurs approches permettent à un seul navire de se charger des opérations de confinement et de récupération, qui peuvent être exécutées simultanément si cela est nécessaire. Le système de balayage latéral avec un seul navire consiste à déployer un seul barrage soutenu par un bras (tangon) en porte-à-faux depuis le côté du navire. Un récupérateur peut également être déployé depuis le navire pour récupérer les hydrocarbures confinés et les transférer directement sur le dispositif de stockage à bord du navire (image 6). Un système à navire unique engendre moins de contraintes logistiques et est plus facile à manœuvrer que les systèmes employant deux navires ou plus. Cependant, étant donné que la largeur de balayage est moindre, la probabilité de rencontre peut être considérablement inférieure à celle des configurations de barrage habituelles. Deux systèmes de balayage latéral peuvent être déployés de part et d'autre d'un seul et même navire pour maximiser la probabilité de rencontre.

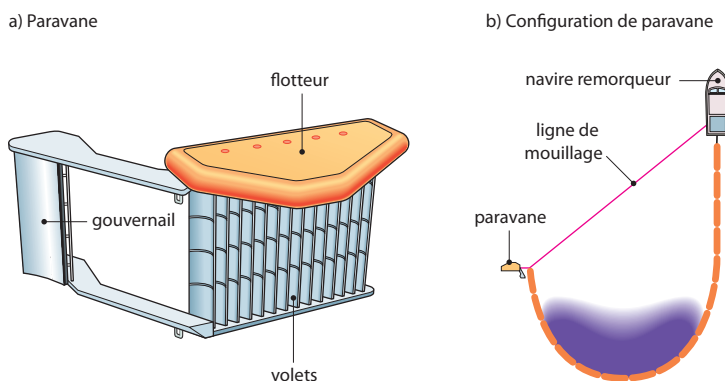
Image 6 Opérations de balayage latéral avec un seul navire



Système de navire unique avec paravane

S'il n'y a pas beaucoup de navires disponibles, il est possible de déployer un paravane à la place d'un deuxième navire ou d'un tangon. Le paravane est fixé à l'extrémité du barrage et sa position dans l'eau est contrôlée depuis le navire à l'aide d'une ligne de mouillage (image 7). Cela permet de guider le barrage jusqu'à ce qu'il soit placé à un endroit optimal pour la récupération des hydrocarbures.

Image 7 Exemple de configuration avec paravane et navire unique



L'utilisation de la configuration avec paravane et navire unique réduit la complexité de l'opération et le risque de collision existant quand deux navires sont proches l'un de l'autre. De plus, l'opération est relativement facile à maintenir une fois qu'elle a été lancée. Cependant, la largeur de balayage est généralement inférieure à celle qui est possible avec les configurations de remorquage à deux navires.

Méthodes avancées de confinement et récupération

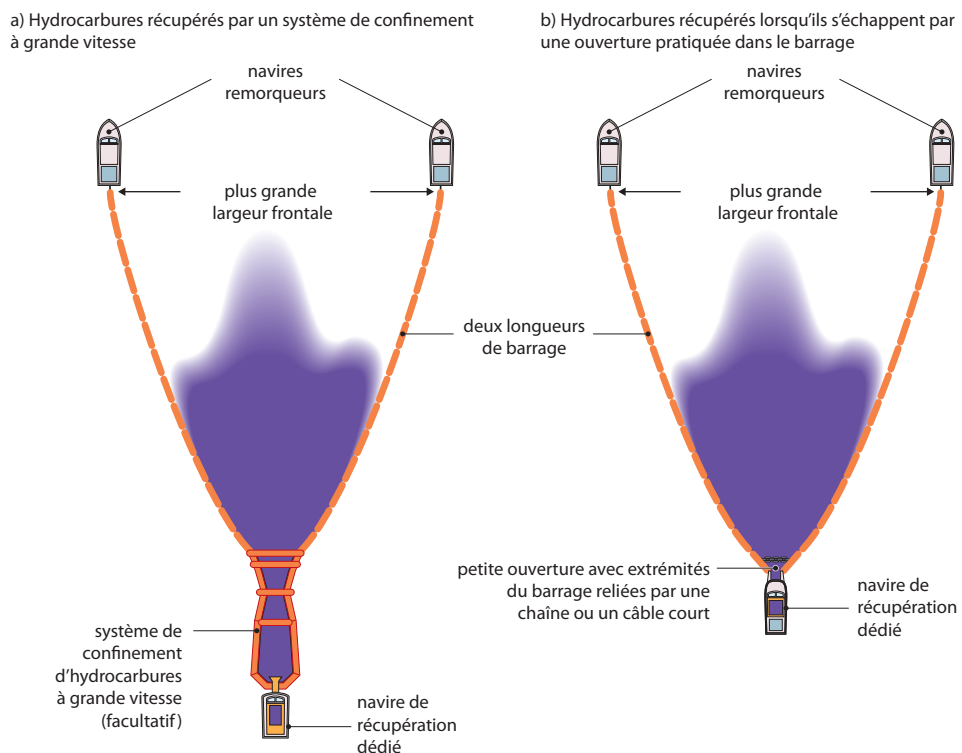
Quand suffisamment de navires adéquats sont disponibles, la probabilité de rencontre et la collecte d'hydrocarbures peuvent être optimisées par une configuration de « confinement avancé ». Dans cette configuration, l'ouverture frontale est beaucoup plus large du fait que deux longueurs de barrage sont adjointes par un câble ou par une chaîne. De plus, les hydrocarbures peuvent être concentrés au niveau de l'apex du barrage par l'ajout d'un système de confinement à grande vitesse, qui non seulement permet de concentrer les hydrocarbures, mais aussi d'augmenter la vitesse de remorquage sans perdre d'hydrocarbures et d'assurer la séparation de l'eau avant la collecte des hydrocarbures par un navire de récupération dédié ou par un récupérateur intégré (image 8a).

Une autre possibilité consiste à pratiquer une petite ouverture dans l'apex en utilisant une chaîne ou un câble court afin de relier les extrémités libres du barrage, puis à placer l'un des systèmes de confinement et de récupération précédemment décrits pour récupérer les hydrocarbures concentrés lorsqu'ils s'échappent par cette ouverture (image 8b).

Cette méthode de confinement avancé exige une coordination efficace des navires et des équipes d'intervention compétentes.

Image 8 Configuration de confinement avancé

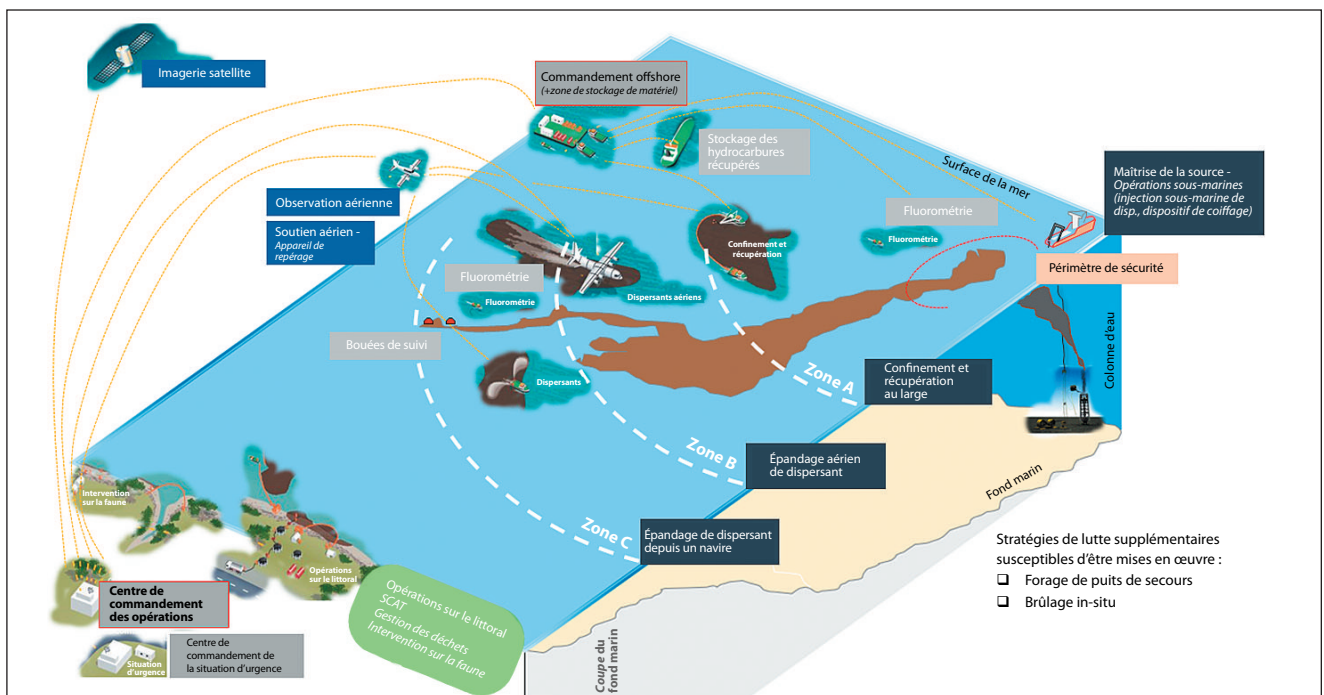
La méthode de confinement avancé permet de créer une ouverture frontale large et utilise un navire dédié qui suit le barrage afin de récupérer les hydrocarbures. Il est également possible d'intégrer un système de confinement d'hydrocarbures à haute vitesse pour que le confinement et la séparation aient lieu à des vitesses de remorquage élevées.



Gestion des opérations de confinement et récupération en mer

Pour maximiser l'efficacité de l'opération de lutte globale, il est nécessaire de déployer les options de lutte les plus efficaces et avantageuses qui soient aussi près de la source que possible, en fonction des facteurs de sécurité et des limites opérationnelles, et d'entreprendre les actions complémentaires en s'éloignant au fur et à mesure de ce point central. Cette approche est désignée comme modèle de « cône d'intervention » (image 9). L'optimisation de l'opération par une telle méthode permet de maximiser l'élimination des hydrocarbures de la surface de l'eau.

Image 9 Options de lutte optimisées : modèle de « cône d'intervention »



Source : EOSP, 2012

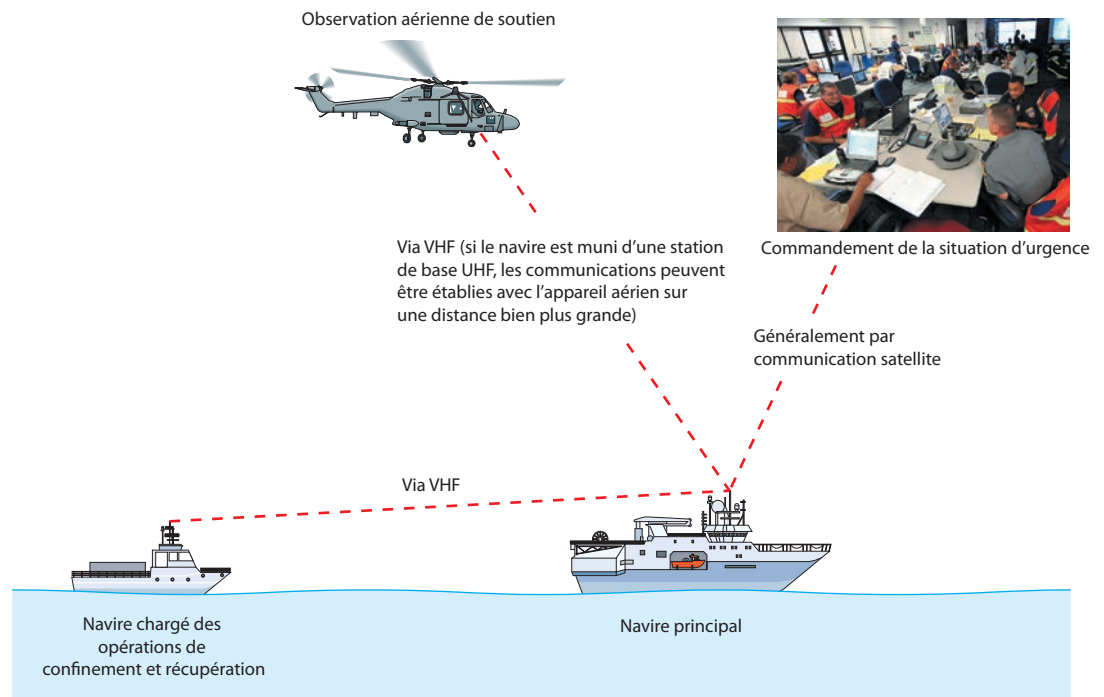
Opérations simultanées (SIMOPS)

Quand l'accident est de grande envergure, plusieurs techniques de lutte sont employées simultanément. Il convient d'éviter les conflits dans les zones où les navires et les appareils aériens sont proches les uns des autres. La coordination des opérations simultanées (SIMOPS) est essentielle pour assurer la sécurité de tous les participants et l'allocation efficace et efficiente des ressources de lutte. Les SIMOPS sont souvent coordonnées depuis un centre de commandement situé à terre soutenu par des navires de commandement sur le terrain.

Quand plusieurs navires ont pour mission de mettre en œuvre des opérations de confinement et récupération dans la même zone, l'utilisation d'un navire principal, ou « vaisseau-mère » (image 10), peut être envisagée pour que les lignes de communication soient bien claires et que la lutte reste bien coordonnée. Un navire principal peut également servir à apporter un soutien supplémentaire aux navires chargés des opérations de lutte, notamment en fournissant :

- des équipements de rechange ou supplémentaires ;
- des réserves de fournitures aux équipages des navires ;
- des équipements de protection individuelle (EPI) ; et
- des espaces de stockage temporaire des produits récupérés.

Image 10 Exemple de communication opérationnelle efficace



Une démarcation et une gestion efficaces des zones opérationnelles désignées sous le modèle de « cône d'intervention » permet de s'assurer que les méthodes de lutte sélectionnées se complètent les unes les autres. Il ne conviendrait pas, par exemple, de mettre en œuvre des opérations de confinement et récupération à un endroit où les hydrocarbures ont été traités par du dispersant.

La coordination d'une SIMOPS peut être améliorée en munissant les navires d'un système d'identification automatique (SIA) pour que le centre de commandement de la situation d'urgence puisse suivre leurs mouvements et pour que l'équipe de gestion de la situation d'urgence (IMT) dispose d'une représentation visuelle de l'emplacement des navires et des appareils aériens.

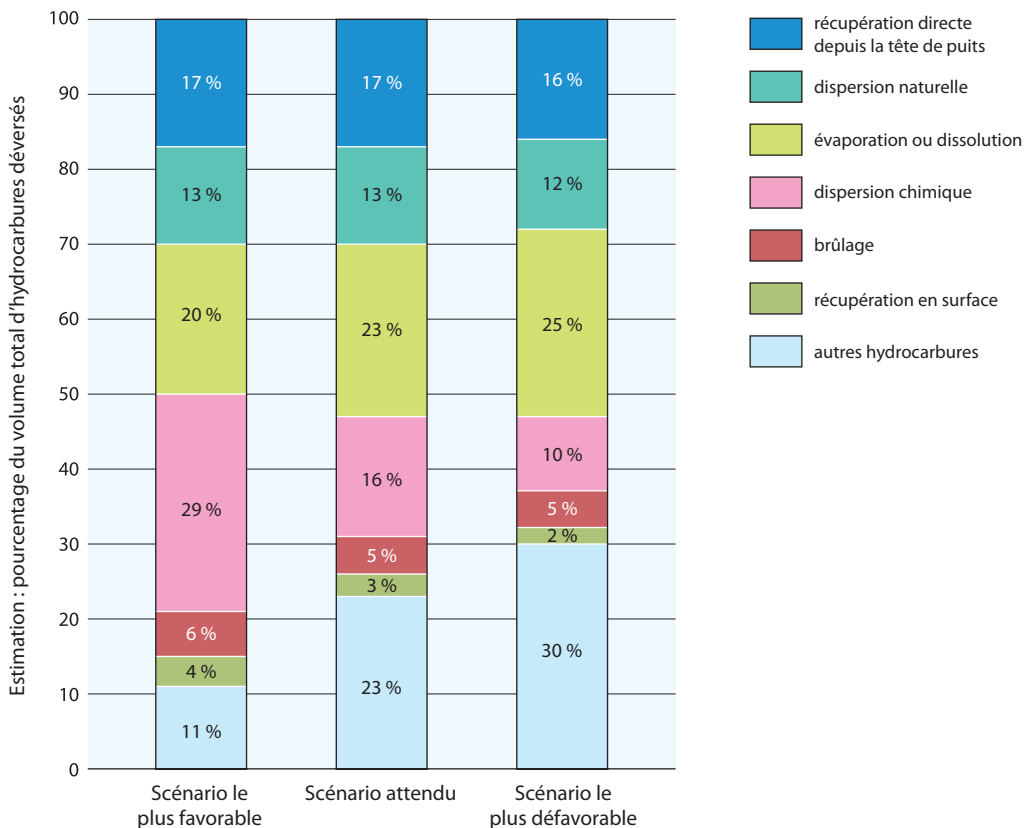
Efficacité de la méthode de confinement et récupération en mer

L'expérience acquise lors des opérations de lutte contre les déversements d'hydrocarbures en mer révèle qu'environ 5 à 20 % du volume d'hydrocarbures déversés peuvent être éliminés à l'aide de la méthode de confinement et récupération. Voici quelques accidents, à titre d'exemple :

- **Déversement du tanker *Erika* en 1999** : environ 19 000 à 20 000 tonnes de fioul lourd n° 6 ont été déversées au large de la côte Atlantique française. Les hydrocarbures sont restés à la surface de la mer pendant environ deux semaines, mais les conditions météorologiques difficiles ont limité l'opération de confinement et récupération à quelques jours de beau temps. Il est estimé que 1 200 tonnes ont été récupérées au total (soit environ 6 % du volume de déversement initial) (source : CEDRE, 2009.)

- **Éruption du puits de Montara en 2009** : environ 4 800 m³ d'hydrocarbures bruts légers ont été rejetés dans la mer de Timor lors de l'éruption d'un puits dans le gisement de Montara. Les conditions météorologiques et maritimes étant propices, une opération de confinement et récupération en mer a été mise en œuvre du 5 septembre au 30 novembre à l'aide de deux navires travaillant en tandem. Au total, 844 m³ d'hydrocarbures émulsifiés ont été récupérés, dont 493 m³ d'hydrocarbures bruts, soit environ 10 % du volume total du déversement (source : CEDRE, 2009.)
- **Accident de Macondo en 2010** : environ 4,9 millions de barils d'hydrocarbures ont été déversés dans le golfe du Mexique lors de l'accident de Macondo. Il a été estimé que seulement 4 % des hydrocarbures ont été récupérés par l'opération de confinement et récupération en mer (image 11). Les principales options de lutte identifiées lors de l'accident étaient l'injection de dispersant et le brûlage in-situ. La plupart des équipements de soutien, tels que les appareils d'observation aérienne, ont donc été affectés à ces options de lutte et non à l'opération de confinement et récupération. Ce cas démontre qu'une opération intégrée peut réussir quand plusieurs options de lutte sont employées.

Image 11 Estimations exprimées en pourcentage du volume total d'hydrocarbures déversés lors de l'accident de Macondo jusqu'au 14 juillet 2010, pour le scénario le plus favorable, le scénario attendu et le scénario le plus défavorable



Source : adapté de FISG, 2010

Remarque : ces estimations ont uniquement servi de guide pour la lutte nationale dans le cadre de l'accident de la plateforme Deepwater Horizon MC252 dans le golfe du Mexique.

Difficultés

Un certain nombre de facteurs peuvent nuire à l'efficacité des opérations de confinement et récupération en mer. Il est nécessaire de les examiner avec soin lors de la phase de planification d'urgence et de la lutte contre les déversements d'hydrocarbures.

Les difficultés pouvant être rencontrées sont notamment :

- disponibilité d'un soutien logistique (y compris avec navires) s'il est nécessaire d'intensifier une opération ;
- probabilité que les hydrocarbures se étalent et se fragmentent rapidement ;
- conditions environnementales (état de la mer, courants, vents) ;
- aptitude de remorquage et de manœuvre à basse vitesse des navires ;
- probabilité de rencontre limitée en raison des faibles vitesses de remorquage et des petites largeurs de balayage ;
- capacité de stockage temporaire offshore par rapport aux taux de récupération ;
- disponibilité d'un personnel compétent pour diriger et soutenir l'opération ;
- champ de vision limité en raison de la faible hauteur des yeux au-dessus du niveau de la mer ou des conditions météorologiques défavorables ; et
- manque de soutien aérien et lacunes de communication.

Une bonne préparation permet de surmonter ces difficultés et améliore l'efficacité de la lutte.

Les éléments clés de la préparation à la lutte sont :

- compréhension des propriétés, le devenir et des effets potentiels des hydrocarbures ;
- utilisation de la cartographie des zones vulnérables et de la modélisation du déversement d'hydrocarbures (c'est-à-dire pour prédire la trajectoire des hydrocarbures déversés et déterminer les zones risquant d'être affectées) ;
- sélection d'équipements adaptés en fonction de la nature des hydrocarbures déversés ;
- formation des équipes d'intervention pour qu'elles sachent utiliser les équipements et comprennent les techniques de lutte à mettre en œuvre ;
- promotion d'une bonne communication entre les équipes et les différents intervenants participant à la lutte ; et
- exercices périodiques, y compris entraînement à la mobilisation des équipements de lutte.

Comportement des hydrocarbures et « créneau d'opportunité »

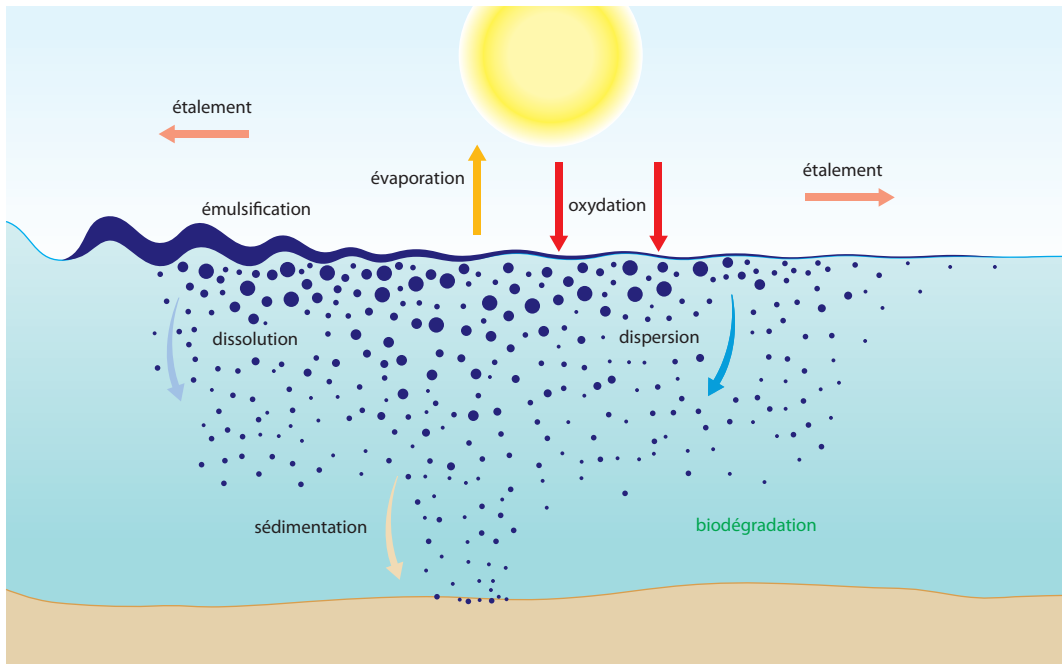
Une méthode de lutte, pour pouvoir donner des résultats, doit être mise en œuvre dans la période précise durant laquelle ses chances de réussite sont les plus élevées. Cette période de temps est souvent désignée par le nom de « créneau d'opportunité ». Dans le cas d'une opération de confinement et récupération en mer, le créneau d'opportunité apparaît généralement dès le début du déversement des hydrocarbures, ce qui signifie que la méthode de confinement et récupération a davantage d'efficacité si elle est lancée au plus tôt.

Quand des hydrocarbures sont rejetés dans le milieu marin, ils subissent des processus d'altération naturels. Les processus d'altération qui affectent davantage une opération de confinement et récupération en mer sont l'évaporation, l'étalement, la fragmentation et l'émulsification. Les propriétés chimiques des hydrocarbures en question et les conditions environnementales présentes au moment du déversement déterminent la rapidité et la nature des processus d'altération subis (image 12).

Évaporation

L'évaporation des composés plus légers et plus volatils des hydrocarbures commence dès qu'ils pénètrent dans le milieu marin. La rapidité de cette évaporation dépend des caractéristiques de distillation (volatilité) du produit, de la température ambiante, de la vitesse du vent et de l'état de la mer.

Image 12 Processus d'altération naturelle des hydrocarbures



Source : adapté de l'ITOPF

L'évaporation peut s'accélérer au fur et à mesure que les hydrocarbures s'étendent et que l'épaisseur de la nappe diminue. En général, la plupart des composés légers s'évaporent au cours des 24 heures suivant le début du déversement.

Bien que le processus d'évaporation réduise le volume total d'hydrocarbures présents à la surface de la mer, leur viscosité augmente. Ce phénomène exerce une influence sur le choix du dispositif de récupération et peut affecter le taux de récupération d'hydrocarbures déversés.

L'évaporation des composés légers des hydrocarbures peut également engendrer un danger pour le personnel de lutte en raison des gaz qui se dégagent. Il est donc essentiel, à titre de précaution minimale, de mettre en place un mécanisme de surveillance du gaz pour assurer la protection des intervenants. La sécurité du personnel doit toujours primer.

Étalement

Les hydrocarbures s'étendent rapidement après leur déversement, couvrant une grande surface et s'amincissant pour atteindre un équilibre à une certaine épaisseur. La rapidité à laquelle les hydrocarbures s'étalent dépend de plusieurs facteurs, dont notamment :

- la viscosité des hydrocarbures : des hydrocarbures de faible viscosité se propagent plus rapidement que des hydrocarbures bruts intermédiaires ou lourds, ce qui est défini par leur densité, qui est couramment exprimée par l'unité °API ;
- la température ambiante de l'air et de la mer, car si la température augmente, la viscosité diminue, ce qui accélère l'étalement des hydrocarbures ; et
- la vitesse des courants et des vents, car si elle est élevée, l'étalement des hydrocarbures a lieu plus rapidement sous l'action de leur densité.

En raison des effets des courants et des vents, les hydrocarbures déversés ne s'étalent généralement pas de façon uniforme ou avec une épaisseur uniforme. Cet étalement non uniforme signifie que, dans certains cas, 90 % du volume est concentré sur à peine 10 % de la zone affectée.

Étalement non uniforme des hydrocarbures sous l'action de la densité, des vents et des courants de surface.



OSRL

Fragmentation

Une fois que les hydrocarbures déversés commencent à s'étaler, ils commencent également à se fragmenter et à se diviser en petites zones, en lignes ou en bandes sous l'action des vents et des courants de surface. La fragmentation a pour effet d'augmenter la surface totale, avec des zones d'eau « propre » intercalées au sein de cette surface d'hydrocarbures de surface.

Hydrocarbures fragmentés sous la forme de bandes parallèles à la direction du vent.



OSRL

Émulsification

L'émulsification se produit quand l'action des vagues donne lieu à une suspension des gouttelettes d'eau parmi les hydrocarbures déversés et forme une émulsion d'eau et d'hydrocarbures. Ce processus augmente la viscosité des hydrocarbures et leur persistance dans le milieu marin.

Ces émulsions peuvent être stables ou instables, ces catégories ayant chacune des propriétés physiques qui leur sont propres. Les émulsions stables ont généralement une forte teneur en eau (généralement supérieure à 70 %) et sont en outre très visqueuses. Elles peuvent rester stables pendant plusieurs semaines si elles ne sont pas traitées par des substances chimiques destinées à les fragmenter ou exposées à la chaleur. Ces émulsions persistantes ont une couleur rouge-marron et sont souvent appelées « mousse au chocolat ». Une émulsion instable a une teneur en eau plus faible (généralement moins de 50 %) après le mélange. Une émulsion instable se décompose généralement en phases d'eau et d'hydrocarbures séparées dès que l'énergie de mélange disparaît ou que la température augmente. Une émulsion instable peut se décomposer en quelques jours, voire en seulement 24 heures, par exemple quand une émulsion se forme lorsque la nappe se refroidit pendant la nuit, puis se fragmente quand le soleil se lève et réchauffe les hydrocarbures. Les émulsions instables conservent la couleur des hydrocarbures d'origine, c'est-à-dire marron foncé ou noir.

Les conditions environnementales, et notamment l'énergie des vagues, jouent un rôle clé dans le processus d'émulsification, car une grande énergie donne lieu à un mélange plus important que des conditions calmes. Plus l'action de mélange est importante, plus l'eau est incorporée à l'hydrocarbure, entraînant ainsi une augmentation du volume de l'émulsion. Dans certains cas, le volume de l'émulsion d'eau et d'hydrocarbures peut être jusqu'à 80 % plus important que le volume initial d'hydrocarbures déversés.



Hydrocarbures émulsifiés en mer.

Dispersion naturelle

Les vagues et la turbulence de la surface de la mer entraînent la fragmentation des hydrocarbures en petites gouttelettes qui se mélangent dans la partie supérieure de la colonne d'eau. Il s'agit d'un processus naturel qui, avec le temps, peut grandement réduire le volume d'hydrocarbures à la surface de la mer. Dans certains cas, ces gouttelettes d'hydrocarbures dispersées peuvent de nouveau fusionner à la surface lorsque l'énergie des vagues diminue.

Qu'est-ce que cela signifie pour les opérations de confinement et récupération en mer ?

Les opérations de confinement et récupération en mer sont plus efficaces lorsqu'elles visent les zones ayant la plus forte concentration d'hydrocarbures déversés. Il s'agit généralement des zones où les processus d'évaporation, d'étalement et de fragmentation se font moins ressentir.

La modélisation et l'observation du déversement d'hydrocarbures (y compris avec télédétection) peuvent faciliter la localisation et la quantification des hydrocarbures déversés, permettant ainsi aux navires de confinement et récupération d'être au bon endroit et au bon moment pour maximiser la probabilité de rencontre d'hydrocarbures.

Il est nécessaire de comprendre et surveiller les processus d'altération naturelle pour choisir les équipements de récupération les plus adaptés. Cela permet de mettre en œuvre l'opération de récupération sans nuire à son efficacité. Par exemple, si les hydrocarbures déversés et les conditions environnementales indiquent qu'une émulsification devrait se produire rapidement, il sera préférable de déployer des récupérateurs mécaniques ou à seuil (voir la page 7) en raison de leur polyvalence et de leur aptitude à recueillir le produit à différentes phases d'altération.

Facteurs environnementaux

Il existe un grand nombre de conditions environnementales, telles que la visibilité, la hauteur des vagues, la vitesse des courants et celle des vents, qui influencent les décisions sur le type d'équipements de confinement à utiliser et la viabilité des opérations de lutte.

Il convient d'évaluer ces facteurs environnementaux avec beaucoup d'attention. Par exemple, une mer agitée, avec des vagues de 4 mètres, des périodes de vague courtes et une houle croisée risque d'exclure la possibilité de mettre en œuvre des opérations de lutte en mer, en raison du risque pour le personnel de lutte. Cependant, ces opérations peuvent être envisagées lorsque les vagues atteignent 4 mètres, mais que leur période est significativement plus longue.

Étant donné que la viabilité de l'opération de lutte et la sélection des équipements dépendent des conditions précises existant au moment du déversement, il n'est pas possible de définir des limites environnementales rigides pour les opérations de lutte en mer en général. Cependant, les indications figurant dans le tableau 1 peuvent être utilisées pour évaluer la performance des équipements.

Tableau 1 Directives sur les limites environnementales applicables aux opérations conventionnelles de confinement et récupération

Limites environnementales générales*			
Visibilité	Hauteur maximale des vagues	Vitesse maximale des courants / du remorquage	Vitesse maximale des vents
Heures du jour, brouillard	2,5 mètres	0,75 nœuds	20 nœuds

*La sécurité du personnel doit toujours primer. Une décision d'intervention doit être prise à chaque phase de la lutte.

Les toutes dernières avancées technologiques se sont concentrées sur la possibilité d'utiliser la méthode de confinement et récupération en mer dans des conditions environnementales plus rigoureuses, notamment en améliorant l'aptitude des barrages flottants à fonctionner efficacement quand les courants sont plus forts et quand les vents et les vagues sont moins favorables.

Limites opérationnelles

Le personnel de lutte, en plus de gérer les difficultés et les limites liées aux conditions environnementales et aux processus d'altération naturelle, est également responsable de maximiser l'efficacité globale de l'opération de lutte.

Par exemple, si certains facteurs environnementaux, tels que des vents forts, une mer agitée ou des températures extrêmes, mettent en danger la sécurité de l'opération, il peut s'avérer souhaitable de déployer un système à un seul navire, qui offre davantage de flexibilité et réduit les contraintes logistiques. Cependant, d'autres limites opérationnelles pourraient contraindre un tel avantage.

Il est difficile, sur le plan opérationnel, d'assurer la durabilité d'une opération de confinement et récupération en mer lorsque les hydrocarbures se sont beaucoup étalés et se sont fragmentés sur une grande surface géographique. L'approche et les équipements doivent donc être choisis avec grand soin.

Types de défaillances de barrage et causes

Les opérations de confinement ne réussissent pas toujours. Les échecs sont généralement dus aux causes présentées ci-dessous.

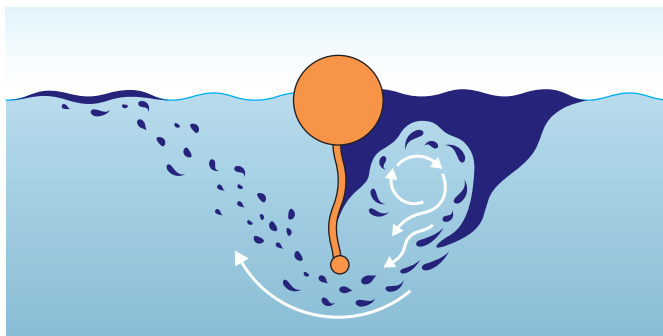
Défaillances dues aux courants et à l'arrachement

Les défaillances dues aux courants et à l'arrachement se produisent quand les courants de surface sont trop rapides ou quand les navires se déplacent plus rapidement que la vitesse maximale de remorquage possible pour les barrages flottants (qui est généralement d'environ 0,75 nœuds pour un barrage classique).

Si la défaillance est due aux courants, le barrage se couche sur la surface de la mer en raison de sa vitesse dans l'eau, laissant ainsi aux hydrocarbures la voie libre pour s'échapper par-dessous. Cela peut également arriver quand les vents et les courants se dirigent dans des directions opposées.

En cas d'arrachement, la vitesse du barrage dans l'eau crée un tourbillon qui permet aux hydrocarbures de passer sous la jupe du barrage (image 13).

Image 13 Défaillance de barrage par arrachement des hydrocarbures

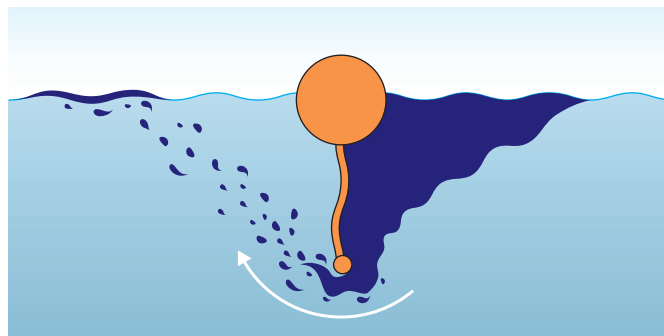


Il est possible de déterminer visuellement qu'un barrage ne fonctionne pas en observant la formation de tourbillons derrière son apex avec un arrachement des hydrocarbures capturés. Il est normal de voir des irisations derrière l'apex, même pour les opérations les plus efficaces. En général, une défaillance de barrage a lieu lorsque le navire le remorque trop vite ou lorsque le type et la capacité du barrage ne sont pas adaptés aux conditions de leur déploiement. Ces deux catégories de défaillances peuvent être évitées ou leurs conséquences atténuées en formant l'équipage des navires.

Défaillances par accumulation critique

Une défaillance par accumulation critique se produit quand le volume d'hydrocarbures concentrés à l'apex du barrage dépasse sa capacité de retenue maximale (image 14). Au fur et à mesure que les hydrocarbures rencontrés s'accumulent, ils sont poussés vers la partie inférieure de la jupe du barrage. Si le volume croissant des hydrocarbures recueillis dépasse la capacité de retenue du barrage, ils sont poussés et s'échappent sous la jupe. Pour éviter une défaillance par accumulation critique, les hydrocarbures confinés doivent être collectés et transférés sur un dispositif de stockage temporaire avant que la capacité maximale du barrage ne soit atteinte.

Image 14 Défaillance d'un barrage due à l'accumulation critique d'hydrocarbures au-delà de sa capacité de retenue



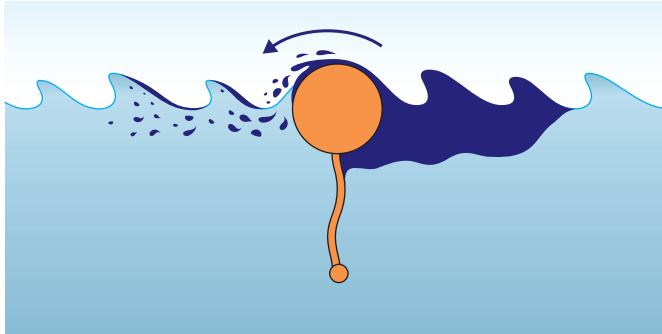
Défaillances de débordement

Un débordement a lieu lorsque l'action des vagues est trop forte pour le barrage utilisé. Des vagues courtes et à haute amplitude (grande inclinaison) sont plus susceptibles de causer une défaillance par débordement que des vagues longues et à petite amplitude (faible inclinaison). Les vagues les plus inclinées sont habituellement générées par des vents de surface forts, surtout quand ils soufflent à contre-courant.

Le profil arrondi de la chambre à air d'un barrage flottant contre partiellement l'action des vagues inclinées en les « suivant », sauf dans les cas extrêmes. Cette caractéristique de suivi de vague est un facteur de conception clé pour un système de confinement et récupération efficace. D'autres éléments conceptuels permettant de réduire cet effet sont un franc-bord de grande hauteur (c'est-à-dire la distance du niveau de l'eau à la surface supérieure du barrage) et l'intégration d'une chambre à eau à la place de la jupe classique. La nature des hydrocarbures déversés calme la surface de l'eau, ce qui peut aider le personnel de lutte en réduisant les problèmes de confinement dus au débordement.

L'image 15, à la page 23, illustre la défaillance d'un barrage en raison du débordement dû à des vagues de grande amplitude.

Image 15 Défaillance d'un barrage en raison du débordement dû à des vagues de grande amplitude



Endommagement de barrage

Les barrages flottants sont conçus pour durer et résister à des déploiements répétés et prolongés dans divers environnements marins. Ils peuvent toutefois être endommagés quand leurs limites de fonctionnement sont dépassées.

Un barrage peut subir des dommages lorsque la chaîne ou le câble de tension ne fait pas son travail, la force de remorquage étant alors exercée au travers de la structure même du barrage. Cette situation se produit souvent quand les paramètres de conception du barrage ne sont pas respectés ou quand il est remorqué trop rapidement. Pour éviter ce genre de situation, il est impératif que les navires communiquent bien afin que les équipements ne soient pas endommagés ou le personnel blessé. Les membres de l'équipage doivent être compétents pour pouvoir déployer un barrage flottant avec efficacité et sans danger. Les formations et les exercices jouent un rôle important pour assurer la compétence des membres de l'équipage, car ils leur permettent de connaître les limites des différents types de barrage et de savoir comment manœuvrer les navires en conséquence.

Des dommages peuvent également se produire quand le barrage flottant recueille des débris flottants susceptibles de percer ou de déchirer les matériaux dont il se compose.

Autres limites

Un certain nombre de facteurs supplémentaires peuvent nuire à l'efficacité des opérations de confinement et récupération en mer. Il s'agit notamment des facteurs suivants :

- maintenance et réparation des équipements ;
- temps de navigation entre le site du déversement et le port ;
- rotations d'équipe ;
- opérations logistiques des navires, telles que ravitaillement en carburant, fournitures pour les équipages (nourriture, eau, etc.) ; et
- gestion des déchets, y compris stockage disponible, délai nécessaire au transfert des hydrocarbures recueillis des récupérateurs vers les réservoirs à bord des navires ou des barges.

Avancées technologiques

Ces dernières années, les recherches technologiques ont cherché des moyens d'augmenter les probabilités de rencontre pour qu'elles suivent le rythme des taux de récupération élevés des récupérateurs modernes, afin de garantir l'efficacité des opérations de confinement et récupération en mer. Les avancées technologiques réalisées au niveau des systèmes de confinement sont notamment les suivantes :

- amélioration de la conception pour réduire les délais de déploiement ;
- conception hydrodynamique pour permettre une plus grande vitesse de remorquage ;
- intégration d'un séparateur huile/eau dans le barrage même ;
- système de filets pour réduire la vitesse de surface du mélange d'hydrocarbures et d'eau confiné ;
- espaces de stockage temporaire des hydrocarbures récupérés dans la structure ; et
- amélioration des récupérateurs intégrés aux barrages actifs.

Bien que les méthodes de confinement classiques fournissent une grande largeur de balayage, leur utilisation est généralement limitée à des vitesses de courant ou de remorquage d'environ 0,75 nœuds. Cette configuration produit des probabilités de rencontre élevées quand les opérations de confinement commencent tôt au cours du processus d'altération naturelle ou près de la source d'un déversement continu.

Les systèmes de confinement à grande vitesse fournissent une largeur de balayage plus étroite, mais peuvent atteindre des vitesses de courant ou de remorquage de 5 nœuds. Quand les hydrocarbures se sont étalés et fragmentés sur une grande surface, ou quand la manœuvrabilité est un facteur important, ces systèmes peuvent produire une probabilité de rencontre plus élevée que les méthodes de confinement classiques.

Barrage à grande vitesse avec filets intégrés pour réduire la vitesse de surface du mélange d'hydrocarbures et d'eau.

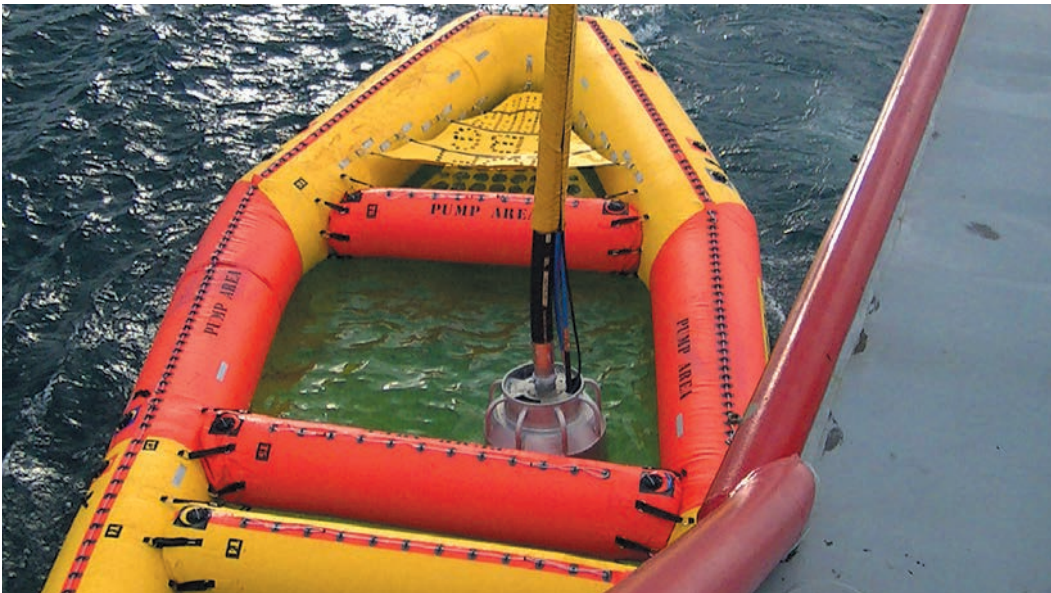


Desmi

Les capacités nominales d'un récupérateur (c'est-à-dire les capacités de service publiées par le fabricant) peuvent être relativement élevées, atteignant même 300 m³ par heure pour certains dispositifs. Cependant, bien que, sur le plan technique, certains récupérateurs et pompes de transfert puissent avoir une telle capacité, le taux de récupération effectif n'est pas nécessairement le même dans la réalité. Un certain nombre de facteurs supplémentaires, tels que l'épaisseur de la nappe, la probabilité de rencontre, la viscosité des hydrocarbures, la disponibilité d'un espace de stockage suffisant, etc. ont une incidence sur le rendement réel.

Les améliorations technologiques apportées aux récupérateurs permettent d'augmenter l'efficacité du processus de récupération d'hydrocarbures. Parmi les avancées réalisées figurent notamment l'application d'une couche fibreuse dans les récupérateurs à disques et la mise en service d'un système avec disques/tambours à surfaces rainurées.

La disponibilité de dispositifs de stockage temporaire peut exercer un impact considérable sur la quantité d'hydrocarbures récupérés en mer. Ces dernières années, des systèmes de confinement intégrés combinant confinement grande vitesse à capacité de stockage temporaire ont été élaborés et, dans certains cas, ces systèmes peuvent contenir jusqu'à 30 m³ d'hydrocarbures récupérés. Bien qu'il s'agisse là d'avantages tangibles, il est important de prévoir des dispositifs de stockage temporaire ou intermédiaire pour assurer la réussite d'une opération. Une autre difficulté liée aux barrages intégrés et classiques est la collecte de débris susceptibles de bloquer ou d'endommager le barrage ou le dispositif de récupération d'hydrocarbures.



NOFI

Stockage temporaire intégré au niveau de l'apex du barrage.

Ressources de lutte

Les opérations de confinement et récupération en mer font appel à un certain nombre de ressources mises en œuvre de façon conjuguée et intégrée, dont notamment :

- des navires ;
- des barrages flottants ;
- un dispositif de récupération ;
- un dispositif de stockage des déchets ;
- des équipements auxiliaires ; et
- un personnel formé et compétent.

Navires

Pour une opération de confinement et récupération en mer ordinaire, il est nécessaire d'avoir un navire de déploiement et au moins un navire remorqueur. Il peut s'agir de navires conçus spécialement pour les opérations de lutte contre les déversements ou de navires d'opportunité (VOO), c'est-à-dire de bateaux commerciaux ou de plaisance (p. ex. chalutiers) mis à disposition par leur propriétaire pour la lutte contre un déversement d'hydrocarbures.

Certaines organisations disposent de critères et de normes précis (généralement pour la sécurité) devant être respectés par tout navire employé lors d'une opération de lutte. Il convient d'examiner le navire avant le démarrage des opérations pour s'assurer qu'il est conforme aux normes de sécurité et aux exigences réglementaires. Il est également nécessaire de tenir compte de l'environnement opérationnel dans lequel le navire devra fonctionner. Par exemple, un navire doit obligatoirement avoir une certification glace pour être employé en région Arctique.

L'idéal est que le navire de déploiement dispose des éléments suivants :

- suffisamment d'espace sur le pont pour charger, attacher et déployer les équipements de lutte ;
- une poupe ouverte ;
- une grue de bord pour lever le matériel, avec une charge de service raisonnable à grande portée ;
- un dispositif de communication (ou la possibilité de l'installer) de navire à navire ou de navire à appareil aérien ;
- des réservoirs de stockage à bord certifiés capables de recevoir les hydrocarbures récupérés, ou suffisamment d'espace sur le pont pour y installer des réservoirs de stockage temporaire ; et
- des installations pour loger et accueillir le personnel à bord.



Il faut également prévoir une méthode de transfert et de transport des hydrocarbures récupérés. Dans certains cas, notamment dans les climats froids, il est nécessaire d'installer des réservoirs chauffés pour que les hydrocarbures ne deviennent pas trop visqueux et soient impossibles à pomper.

Quand les opérations se prolongent et les transferts entre navires sont permis, il est envisageable d'utiliser un navire séparé pour assurer le transfert des fournitures et des produits récupérés entre les navires de confinement et de récupération et la côte, ou vers un site de stockage sur le terrain sur lequel les produits seront déchargés. Cela permet aux navires de service de rester à leur poste de récupération pendant de longues durées, et donc de maximiser la probabilité de rencontre.

Barrages flottants

Le tableau 2 présente une comparaison des systèmes de confinement, avec un résumé de leurs avantages et inconvénients.

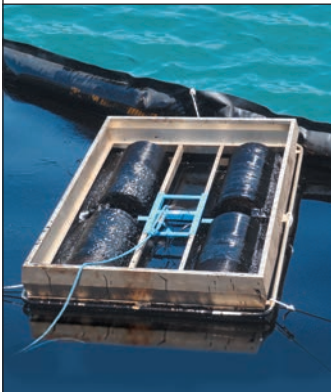


Tableau 2 *Avantages et inconvénients des différents types de barrages flottants*

	Description	Avantages	Inconvénients
Barrages conventionnels			
	Les barrages gonflables classiques sont généralement utilisés pour les activités offshore, car ils ont de bonnes caractéristiques de suivi de vague. Bien qu'il existe de nombreuses variations de ces barrages, leur principe de fonctionnement reste le même.	Un barrage classique est relativement simple à déployer et entretenir, et convient idéalement aux déversements pour lesquels il peut être nécessaire de déployer et récupérer fréquemment le barrage alors que les navires « font la chasse » aux hydrocarbures. Les barrages gonflables classiques nécessitent un espace de stockage beaucoup moins important que les autres types de barrages.	Un dispositif de récupération et un site de stockage des déchets doivent être identifiés pour compléter ces systèmes. Les barrages classiques sont vulnérables aux dommages causés par les débris présents dans l'eau. Le déploiement des barrages gonflables prend généralement plus de temps.
Systèmes actifs			
	Les barrages actifs comportent une pompe ou un récupérateur au sein même de leur structure, créant ainsi un système de confinement et récupération combiné ou intégré. Le dispositif est placé à l'apex pour récupérer les hydrocarbures confinés. Les barrages actifs sont généralement équipés de dispositifs à haut taux de récupération.	Les systèmes de confinement et récupération intégrés facilitent les opérations en raison d'un plus petit nombre d'éléments à déployer, utiliser et entretenir. Les systèmes actifs fournissent un plus haut niveau de rendement.	Les barrages actifs sont plus difficiles à déployer, récupérer et entretenir que les barrages classiques. Ils recueillent un volume d'eau considérable avec les hydrocarbures et il est donc préférable de les utiliser quand les concentrations ou les épaisseurs d'hydrocarbures sont élevées.
Systèmes à grande vitesse			
	Les systèmes à grande vitesse peuvent être remorqués à des vitesses supérieures. Certains disposent de dispositifs de stockage temporaire ou de séparateurs huile/eau, ce qui rehausse l'efficacité de la lutte.	Étant donné que les systèmes à haute vitesse peuvent être remorqués à des vitesses supérieures, ils offrent une probabilité de rencontre plus élevée. L'intégration d'un dispositif de stockage temporaire et d'un séparateur à seuil maximise le volume d'hydrocarbures recueilli et minimise le volume d'eau récupéré.	Un navire dédié à la récupération des hydrocarbures confinés par le barrage doit généralement être disponible, car l'apex se situe à une distance considérable des navires remorqueurs. Il est également possible d'arrêter le remorquage et d'envoyer l'un des navires remorqueurs récupérer les hydrocarbures. Les systèmes à grande vitesse sont susceptibles de recueillir des débris, ce qui risque de réduire l'efficacité du confinement et d'endommager le système.

Dispositifs de récupération

Le tableau 3 présente une comparaison des dispositifs de récupération, avec un résumé de leurs avantages et inconvénients.



Tableau 3 Avantages et inconvénients des différents types de dispositifs de récupération

	Description	Avantages	Inconvénients
Récupérateurs oléophiles			
	Un récupérateur oléophile utilise des bandes transporteuses, des brosses, des disques, des tambours ou des cordes aux propriétés oléophiles (« qui attirent les hydrocarbures »). La surface oléophile ramasse les hydrocarbures, qui sont ensuite raclés et pompés vers le dispositif de stockage.	Le volume d'eau recueilli est moindre qu'avec d'autres types de récupérateurs. Dans des conditions optimales, les hydrocarbures représentent jusqu'à 95 % du liquide récupéré.	Les récupérateurs à disques et à tambour ne conviennent pas aux hydrocarbures lourds et perdent en efficacité si les hydrocarbures s'émulsifient du fait que la forte teneur en eau des hydrocarbures leur empêche d'adhérer à la surface oléophile. À l'exception de quelques récupérateurs à brosses, les récupérateurs oléophiles s'utilisent seulement dans des eaux calmes.
Récupérateurs à seuil			
	Les récupérateurs à seuil positionnent la lèvres du seuil à l'interface entre l'hydrocarbure et l'eau, ce qui permet à l'hydrocarbure de s'écouler vers une zone de collecte depuis laquelle il est pompé vers le réservoir de stockage.	Les récupérateurs à seuil ont généralement des capacités de récupération supérieures et sont efficaces pour les hydrocarbures à faible et moyenne viscosité, ainsi que pour certains hydrocarbures à haute viscosité (en fonction du modèle et des indications du fabricant).	Les récupérateurs à seuil sont sensibles aux conditions météorologiques et ont tendance à collecter une proportion relativement élevée d'eau. Les récupérateurs à seuil nécessitent en principe une surveillance continue et des réglages fréquents de la part de l'intervenant afin de fonctionner de façon optimale.
Récupérateurs mécaniques			
	Un récupérateur mécanique enlève physiquement l'hydrocarbure de la surface de l'eau à l'aide de filets, de tambours, de bandes transporteuses (p. ex. récupérateur à bandes transporteuses Marco) ou de godets guidés par une grue.	Les récupérateurs mécaniques sont efficaces pour les hydrocarbures à haute viscosité et pour les hydrocarbures altérés ou émulsifiés. Ils peuvent fonctionner dans des zones où il y a de petites quantités de débris.	Il est préférable que la couche d'hydrocarbures soit épaisse pour maximiser l'efficacité de leur fonctionnement. L'injection d'eau ou de vapeur peut être nécessaire pour permettre au dispositif de transférer les hydrocarbures.

Stockage des déchets

Le tableau 4 présente une comparaison des dispositifs de stockage des déchets avec un résumé de leurs avantages et inconvénients.

Tableau 4 Avantages et inconvénients des différents types de dispositifs de stockage des déchets

	Description	Avantages	Inconvénients
Grands récipients vrac (GRV) ou barils			
	Les GRV sont des conteneurs en plastique d'une capacité d'environ 1 à 2 m ³ entourés d'un cadre métallique. Ils sont faciles à entreposer et attacher sur le pont d'un navire.	Les GRV et barils sont faciles à obtenir et à transporter.	Les GRV prennent beaucoup de place sur le pont et ont une capacité limitée.
Dispositifs de stockage miniatures et gonflables			
	Les barges à dispositif de stockage gonflable se composent d'un sponson gonflable avec une jupe en plastique flottant au-dessous. Elles ont généralement une capacité pouvant aller jusqu'à 50 m ³ . Il existe également des réservoirs de stockage flottants qui sont enroulés quand ils ne sont pas utilisés, puis déployés sur la surface de l'eau où ils se gonflent au fur et à mesure qu'ils se remplissent des liquides recueillis par les récupérateurs.	Les hydrocarbures récupérés ne sont pas stockés à bord du navire de remorquage. Les barges ou réservoirs flottants peuvent être remorqués par un autre navire, ce qui permet de poursuivre les opérations de confinement pendant de longues durées. Une fois dégonflés, ces réservoirs peuvent être placés dans des zones restreintes.	Les barges de stockage sont vulnérables et, si elles sont endommagées, risquent de perdre les hydrocarbures récupérés. La manœuvrabilité du navire remorqueur peut être restreinte en raison de la proximité d'une barge de stockage ou d'un réservoir flottant. Il peut être nécessaire de prendre des dispositions particulières pour récupérer la barge au port. Le tirant d'eau de certaines barges peut empêcher leur utilisation dans des eaux peu profondes.
Réservoirs/Citernes à bord			
	Il s'agit des réservoirs de stockage des navires remorqueurs, dont la capacité varie selon le navire.	Les hydrocarbures sont stockés à bord des navires remorqueurs sans faire appel à un dispositif de stockage temporaire externe. Certains navires disposent de réservoirs chauffés pour réduire la viscosité des hydrocarbures.	Les systèmes internes des navires ne sont pas toujours conformes aux exigences réglementaires pour la manutention des hydrocarbures récupérés. Les armateurs ne sont pas toujours disposés à stocker des hydrocarbures dans les réservoirs de leurs navires.

Remarque : les options de transfert des déchets doivent être examinées et des pompes de transfert ou des pompes portables seront nécessaires au transfert des hydrocarbures récupérés du dispositif de stockage temporaire ou site de stockage intermédiaire. Des réglementations applicables aux transferts entre navires sont en vigueur à certains endroits.

Équipements auxiliaires

Divers équipements auxiliaires sont nécessaires à la mise en œuvre des méthodes de confinement et récupération en mer. Il s'agit notamment des suivants :

- équipements de sécurité, tels que dispositifs de surveillance de l'air et équipements de protection individuelle (EPI) ;
- source d'alimentation électrique pour les tourets des barrages (s'ils sont utilisés), les récupérateurs et les pompes, avec souvent un groupe hydraulique ou un système électrique hydraulique embarqué ;
- tuyaux hydrauliques ou autres lignes d'alimentation électrique à relier aux récupérateurs et aux pompes, dont la longueur doit suffire au déploiement des équipements à l'apex du barrage ;
- tuyaux de refoulement d'hydrocarbures ;
- gonfleur ;
- flotteurs et bouées de tuyaux ;
- pattes d'oie de barrage ;
- articles consommables (carburant, huile, matières absorbantes, cordes, etc.) ;
- équipements de décontamination ;
- équipements de lavage pour les employés, le matériel et les navires ; et
- navire de soutien, tel qu'un navire polyvalent pouvant se charger de diverses tâches, telles que la surveillance de l'air, l'élimination des débris et le regonflage des chambres à air

Personnel

Le personnel doit se composer des personnes clés suivantes pour assurer la réussite des opérations de confinement et récupération en mer :

- **Capitaine de navire** : responsable de la sécurité du navire et de son équipage, et de la navigation.
- **Chef de pont** : doit être nommé pour gérer les opérations du pont et informer le capitaine du navire des vitesses de remorquage. Ce rôle consiste à assurer la communication entre la passerelle et le pont. Quand cela est possible, le chef de pont doit jouer un rôle d'encadrement strict dédié à la surveillance des techniques de déploiement et à la sécurité des opérations.
- **Équipes de déploiement** : doivent se composer d'un nombre suffisant de membres pour exécuter les opérations sur le pont, mais seulement des employés essentiels pour les activités de déploiement afin que les opérations restent efficaces et sûres.

Le personnel opérationnel exécutant les tâches de confinement et récupération en mer doit être formé et très compétent pour que les opérations se déroulent de façon efficace et sans danger.

Les navires engagés pour une opération de lutte doivent être fournis avec suffisamment de personnel pour manœuvrer le navire et soutenir les opérations de déploiement de barrage et de récupération d'hydrocarbures. En général, l'équipage doit avoir une grande expérience de la mer et un minimum de connaissances locales. Si les opérations doivent se poursuivre de nuit, il faut prévoir davantage de personnel et former deux quarts.

Quand cela est possible, il est préférable de former l'équipage des navires avant un déversement. Par exemple, une société d'exploitation pétrolière exerçant des activités d'exploration et de production offshore doit avoir ses propres navires et leurs équipages, et doit donc mettre en place un programme de formation pour développer les compétences de son personnel.

Dans d'autres cas, notamment quand des navires d'opportunité sont utilisés lors de la lutte, il faut engager des intervenants expérimentés pour superviser l'équipage des navires et les former sur place, alors qu'ils exécutent les opérations de confinement et récupération.

La formation du personnel doit au minimum aborder les points suivants :

- consignes de santé et de sécurité pour les opérations de confinement et récupération, et en général en matière de sécurité en mer ;
- réalisation de contrôles préliminaires et utilisation prudente des équipements ;
- configurations et techniques de remorquage ; et
- causes des défaillances de barrage et moyens de les éviter

Un bon programme de formation doit régulièrement prévoir des exercices d'entraînement et d'autres formes d'exercice pour entretenir les compétences du personnel. Ces événements peuvent être plus efficaces si des substituts sont utilisés, tels que du pop-corn ou d'autres matières flottantes, pour rehausser le réalisme des exercices.

Suivi et observation

Soutien aérien

L'une des difficultés du confinement est le repérage des hydrocarbures depuis le niveau de la mer. L'observation aérienne (p. ex. avec des appareils aériens ou des aérostats) peut s'avérer utile pour augmenter l'efficacité des opérations de confinement et récupération en mer, car elle exploite une position privilégiée en altitude pour guider les navires de récupération vers les zones comportant les plus fortes concentrations d'hydrocarbures. Les appareils aériens et les navires doivent disposer d'un moyen de communication adéquat, de préférence une bande radio marine ultra haute fréquence (UHF), très haute fréquence (VHF) ou haute fréquence (HF).

Les appareils aériens affectés à la lutte peuvent exécuter différentes tâches pour soutenir les différentes techniques mises en œuvre lors de l'opération, telles que :

- quantification et caractérisation des nappes (p. ex. Code d'apparence de l'Accord de Bonn²) ;
- rôle de repérage pour surveiller et guider les opérations, dont le confinement et la récupération, l'application de dispersant et le brûlage in-situ ;
- réalisation des opérations d'épandage aérien de dispersant ; et
- observation de la faune.

Les drones sont susceptibles de combler une lacune importante au niveau de l'observation aérienne, car ils peuvent fonctionner à grande échelle pour assumer des tâches traditionnellement réservées aux avions, ainsi qu'à petite échelle, c'est-à-dire pratiquement in-situ (échelle tactique rapprochée). Certains volent à des altitudes très basses, sont très flexibles et ne donnent lieu à aucune exposition d'êtres humains au danger. Ils complètent donc les appareils aériens pilotés et les satellites. Les drones sont une nouvelle technologie dans le domaine civil et il est utile de se pencher sur leur potentiel et les défis qu'ils présentent, comme indiqué dans les documents de l'IPIECA-IOGP (2014) et de l'API (2013).

² Le Code d'apparence de l'Accord de Bonn (BAOAC) est un ensemble de cinq catégories, ou « codes », qui décrivent les relations entre l'apparence des hydrocarbures à la surface de la mer et l'épaisseur de la couche d'hydrocarbures. Voir : www.bonnagreement.org/site/assets/files/3952/current-status-report-final-19jan07.pdf

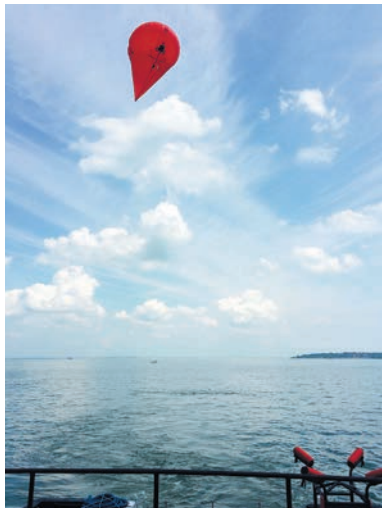
Les drones joueront à l'avenir un rôle de plus en plus prépondérant dans le cadre des opérations de lutte contre les déversements d'hydrocarbures et il est probable que leur marché s'étende rapidement au cours des cinq prochaines années. Le secteur doit veiller à se préparer à l'utilisation efficace de cette technologie, ce qui nécessite un suivi attentif des développements des exigences techniques et réglementaires lors des années à venir.

Technologies de détection de déversement sur navire

Les aérostats captifs constituent une alternative de bas niveau aux appareils aériens pilotés. Les aérostats sont des ballons flottants remplis d'hélium qui sont attachés à un navire par un câble métallique. Une caméra, qui peut être munie de capteurs d'imagerie thermique, est installée sous le ballon. Le capitaine du navire peut ainsi disposer d'une image en direct pour réaliser ses manœuvres. En outre, en fonction des caractéristiques de transmission de données du système et du navire, il est parfois possible de transmettre les données de déversement directement au centre de commandement de la situation d'urgence.

Ci-contre : aérostat captif attaché à un navire par un fil métallique.

À droite : exemple d'image obtenue en direct à partir d'un aérostat captif.



OSRL



OSRL

Contrairement aux appareils aériens, qui ne peuvent rester sur place et assister les navires que pendant une période limitée, les aérostats peuvent être déployés depuis les navires et assurer une couverture quasi-continue pendant la durée de l'opération.

Une planification minutieuse et un contrôle étroit de l'espace aérien sont nécessaires pour utiliser ces dispositifs en parallèle avec des appareils aériens de basse altitude et, dans certaines régions, des restrictions réglementaires peuvent être en vigueur. De plus en plus de technologies infrarouge et multibande sont en mesure d'estimer l'épaisseur relative des hydrocarbures à différents niveaux de luminosité.

Les radars de détection de déversement embarqués ont évolué et permettent désormais de détecter les déversements d'hydrocarbures à 12 milles marins d'un navire (selon la hauteur de l'antenne du radar). Les radars sont capables de définir les détails d'une nappe sur un moniteur monté sur la passerelle, fournissant ainsi des informations comme la taille de la nappe et d'autres données utiles.

Sécurité

Les opérations de confinement et récupération en mer sont, de par leur nature même, dangereuses, et des mesures doivent être prises pour protéger le personnel de lutte. Les risques pour la santé et la sécurité du personnel, qui sont liés au travail près de l'eau et à l'exposition aux intempéries, et sont typiques pour une opération offshore, sont aggravés par les conditions rencontrées lors du confinement et de la récupération des hydrocarbures. Les ponts glissants, les dangers de chute dus aux tuyaux, les cordes de remorquage très tendues et les longues heures de travail dans des conditions stressantes créent des risques supplémentaires pour l'équipage et les équipes de lutte. Les hydrocarbures flottants présentent eux aussi des dangers en cas d'inhalation, d'incendie ou d'explosion, en fonction de la volatilité des hydrocarbures et de leur niveau d'altération.

Les opérations doivent être menées de façon à minimiser le risque pour la santé et la sécurité du personnel. Les équipements doivent être utilisés suivant les instructions du fabricant, dans le respect des limites stipulées, et conformément aux bonnes procédures et pratiques opérationnelles. Il est également essentiel que le personnel de lutte porte des EPI adéquats et de réaliser une surveillance de l'air ou du gaz, comme indiqué ultérieurement dans la présente section.

Il est d'une importance cruciale que des formations suffisantes aient été dispensées avant le début des opérations pour que le personnel dispose des compétences nécessaires. Une réunion d'information sécurité complète, fondée sur une analyse de risque opérationnel, doit être organisée quotidiennement avec l'ensemble du personnel à bord et dirigée par une personne qualifiée. Ceux qui ne font pas partie de l'équipage habituel doivent être informés des procédures générales de sécurité et d'urgence par le capitaine du navire ou par un membre de l'équipage désigné à cet effet.

Pendant une situation d'urgence, les membres du personnel ne travaillent pas dans des conditions ordinaires et leurs réactions ne sont donc pas toujours prévisibles. La fatigue présente un facteur multiplicateur de risque, les heures de travail et les rotations d'équipe doivent être examinées avec soin, et le plan de sécurité élaboré par l'équipe de gestion des situations d'urgence doit être suivi. Une planification minutieuse doit avoir lieu pour que le bien-être du personnel à bord soit assuré, notamment avec la disponibilité de fournitures médicales, d'une équipe premiers soins et de procédures d'évacuation médicale en cas de besoin.

Dangers environnementaux

Le personnel chargé d'une opération de confinement et récupération en mer est exposé à des dangers environnementaux, dont beaucoup peuvent être réduits par une bonne planification et des formations adéquates. Les opérations de confinement et récupération ne sont généralement pas mises en œuvre dans des conditions allant au-delà des limites prescrites pour la sécurité du personnel et des ressources, car, quand l'état de la mer n'est pas propice, l'intervention perd en efficacité et des dangers supplémentaires apparaissent. La déshydratation, le stress dû à la chaleur ou au froid, l'insolation et le mal de mer sont également des facteurs importants à gérer. Bien que l'équipe de gestion des situations d'urgence soutienne les opérations sur le terrain en fournissant des consignes de sécurité, les capitaines de navire et les chefs de pont doivent veiller au respect systématique des bonnes pratiques de sécurité. La rotation des équipes permet d'éviter une exposition prolongée à des conditions difficiles, notamment quand le personnel travaille sous des températures extrêmes et dans d'autres conditions environnementales défavorables.

Surveillance des gaz

Lorsque les hydrocarbures s'évaporent, des gaz pouvant être nocifs pour la santé sont libérés dans l'atmosphère. Le personnel travaillant avec ou près d'hydrocarbures doit respecter les protocoles d'accès au site. Les navires doivent s'approcher de la zone des opérations contre le vent, avec une surveillance du gaz atmosphérique qui doit être réalisée pendant toute la durée de l'opération. La direction du vent doit être surveillée en permanence et, si les concentrations atteignent un niveau dangereux, les navires doivent évacuer la zone perpendiculairement au vent jusqu'à ce qu'ils parviennent à une zone sans danger. Les dispositifs de surveillance du gaz doivent mesurer :

- le sulfure d'hydrogène (H₂S) ;
- l'oxygène ;
- les composés organiques volatils (COV) ;
- le monoxyde de carbone ;
- la limite inférieure d'explosivité (LIE) (selon le niveau de méthane) ; et
- le benzène.

Certains hydrocarbures dégagent davantage de H₂S et de COV que d'autres et il est donc important de connaître leur nature et leurs propriétés. Des dispositifs de surveillance du gaz individuels et de zone peuvent être utilisés pour surveiller les niveaux de gaz. De plus, un plan d'évacuation d'urgence doit toujours être mis en place et communiqué avec de pénétrer dans la zone des opérations.

Analyse de risque

Les opérations de confinement et récupération en mer sont mises en œuvre dans des environnements changeants et parfois capricieux. Le travail dans ce genre d'environnement peut augmenter le stress des intervenants, qui doivent parfois travailler pendant de longues heures et exécuter des tâches très différentes du travail qu'ils sont habitués à faire chaque jour. Ces facteurs supplémentaires intensifient les risques liés aux opérations de confinement et récupération en mer.

Une analyse de risque de site et d'opération doit être réalisée, puis régulièrement passée en revue. Il peut être nécessaire de mettre à jour ces analyses de risque quand un événement est susceptible de modifier l'environnement opérationnel, par exemple en cas de changement de conditions météorologiques ou de déploiement d'un équipement différent. Un processus d'analyse de risque dynamique doit être mis en œuvre et utilisé sur tous les navires et tous les sites de travail pour que des mesures d'atténuation du risque existent pour chaque activité réalisée.

Dans le cadre du plan de sécurité, des séances de communication sécurité doivent être organisées au début de chaque période opérationnelle pour que le personnel reste conscient des dangers et des mesures de contrôle, ainsi que de la façon dont ces mesures doivent être ajustées en fonction, par exemple, des prévisions météorologiques pour un moment particulier ou des variations de tâche ou de rôle.

Les cinq étapes d'une analyse de risque de site et d'opération sont :

- identifier les dangers ;
- déterminer qui est exposé à chaque danger ;
- évaluer la façon dont chaque personne peut être affectée par chaque danger, puis identifier des mesures de contrôle du risque ;
- enregistrer l'analyse et mettre en œuvre les mesures de contrôle identifiées ; et
- passer en revue l'analyse et la mettre à jour quand cela est nécessaire.

Mesures de préparation

Le secteur pétrolier et le secteur maritime ont toujours eu pour objectif d'éviter les déversements d'hydrocarbures. Cependant, en dépit des mesures considérables prises pour éviter ces déversements, il existe toujours un risque résiduel.

La préparation est un élément fondamental pour mettre en place une structure de lutte efficace et adaptée à toutes sortes de scénarios, qu'il s'agisse d'un petit déversement ou du cas de figure le plus défavorable possible, selon les indications de l'analyse de risque.

Les éléments de base du processus de préparation sont :

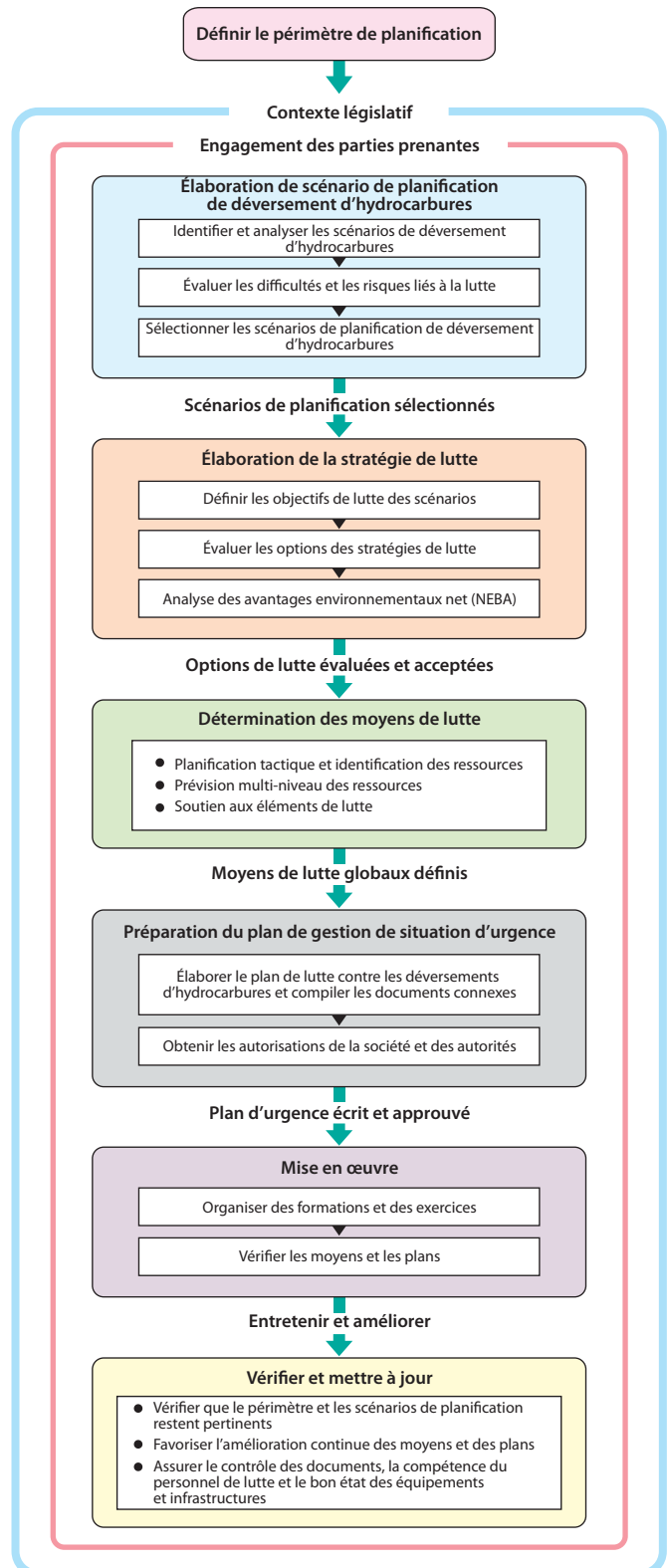
- élaboration de scénario de planification de déversement d'hydrocarbures ;
- élaboration de la stratégie de lutte ;
- détermination des moyens de lutte ;
- documentation de la planification d'urgence ;
- mise en œuvre ; et
- revue et mise à jour.

Pour obtenir des renseignements complémentaires, consultez le guide de bonnes pratiques de l'IIPECA-IOGP sur la planification d'urgence contre les déversements d'hydrocarbures en milieu aquatique (IIPECA-IOGP, 2015a).

Les facteurs particuliers à prendre en considération lors de la phase de planification pour le confinement et la récupération en mer sont notamment les suivants :

- sélection du type et du nombre de barrages flottants, en fonction du site des opérations et des risques existants ;
- sélection du dispositif de récupération le plus adapté, en fonction des volumes attendus, des changements prévus des caractéristiques des hydrocarbures et de l'évolution probable des conditions environnementales ;
- options de stockage pour le mélange d'hydrocarbures et d'eau récupéré, avec des capacités suffisantes pour recevoir les volumes prévus pendant toute la durée de l'opération ;
- accès à des navires adéquats pour le déploiement et l'utilisation des équipements de façon sûre et efficace ;
- proximité de ports devant servir de zones de stockage de matériel et de mobilisation de personnel, ainsi que pour recevoir le mélange d'eau et d'hydrocarbures récupéré ; et
- accès à des intervenants compétents et formés, ou préparation de formations adaptées à l'intention de ces intervenants.

Image 16 Processus de préparation de la planification d'urgence contre les déversements d'hydrocarbures



Lors de la planification tactique pour le confinement et la récupération en mer, la philosophie de préparation et de lutte par niveau doit être prise en compte, notamment pour ce qui est de déterminer la taille et l'emplacement des stocks à mettre en place, d'identifier les endroits d'où les navires peuvent être obtenus et de définir les délais de déploiement.

Il est souvent tentant de prédire la quantité d'équipements de lutte nécessaires grâce à une formule mathématique qui se base sur le volume estimé d'hydrocarbures déversés. Cette approche présente certaines difficultés. Par exemple, il n'est pas toujours possible de prédire l'envergure finale d'une intervention dès la phase de planification. Il est donc préférable que les planificateurs déterminent les moyens de lutte en privilégiant des facteurs comme la possibilité d'intensifier et de distribuer les ressources sur place en fonction des besoins. Pour obtenir des renseignements complémentaires à ce sujet, consultez le guide de bonnes pratiques de l'IPIECA-IOGP en matière de préparation et la lutte par niveau (IPIECA-IOGP, 2015b).

Exercices d'entraînement, formations et autres exercices

Les exercices d'entraînement, les formations et les autres exercices sont une partie importante d'un plan de lutte contre les pollutions par les hydrocarbures. Ces programmes ont souvent un certain nombre d'éléments en commun, bien que leurs caractéristiques particulières dépendent du plan de lutte contre les déversements d'hydrocarbures ou des exigences réglementaires en vigueur.

Les personnes auxquelles sont confiées des rôles d'intervention d'urgence doivent être formées au travail qu'elles devront réaliser. Cela leur permet de bien connaître leur rôle et de s'exercer à l'exécution des tâches qui s'y rattachent.

Un programme d'exercices permet de confirmer que les équipements, les aspects logistiques, les systèmes et les moyens de communication nécessaires à la lutte contre les déversements d'hydrocarbures sont prêts. Les exercices sont surtout bénéfiques quand ils ont un rapport direct avec les scénarios décrits dans le plan de lutte contre les déversements d'hydrocarbures.

La Convention internationale de 1990 sur la préparation, la lutte et la coopération en matière de pollution par les hydrocarbures (Convention OPRC) oblige les gouvernements l'ayant ratifiée à établir un programme d'exercices pour les organisations de lutte contre les pollutions par les hydrocarbures et à former leur personnel.

Les exploitants d'installations offshore doivent chercher à intégrer leurs programmes aux structures gouvernementales élaborées au niveau national, si elles existent.

En règle générale, un exercice fait appel à tout un éventail de participants, dont :

- l'équipe de gestion des situations d'urgence ;
- l'équipe d'intervention sur le terrain ;
- des assistants externes (p. ex. exploitants de navires ou de barges) ;
- les autorités de réglementation ; et
- d'autres parties prenantes.

Formation à l'utilisation d'un barrage flottant.



OSRL

Commandement et contrôle

Une équipe de gestion des situations d'urgence (IMT), qui travaille généralement depuis le poste de commandement de la situation d'urgence (ICP), est responsable de recueillir des renseignements sur le terrain afin de déterminer les options de lutte les plus adaptées à la situation. Chaque membre de l'équipe opérationnelle doit recevoir un dossier d'information et d'affectation avant le début de l'opération. Pour une opération de confinement et récupération en mer, ce dossier peut comporter :

- un plan de sécurité ;
- la structure de commandement ;
- la zone des opérations ;
- les navires, équipements et personnel nécessaires ;
- des instructions spécifiques pour les techniques de barrage ;
- un plan de gestion des déchets ;
- un plan de communication ;
- un avis concernant les autres opérations éventuellement en cours dans la même zone ; et
- tout changement important des objectifs ou des priorités en rapport avec la situation d'urgence.

L'IMT est également responsable de coordonner l'effort logistique pour soutenir la lutte. Il peut notamment s'agir d'organiser l'approvisionnement en nourriture et en eau pour le personnel et de fournir le nombre nécessaire de radios VHF pour le bon déroulement des opérations sur le terrain. Pour une opération de confinement et récupération en mer, le travail logistique peut s'avérer considérable et exiger :

- l'obtention de navires adéquats ;
- le transport du personnel et des équipements, ainsi que la continuité du personnel ;
- la prise de dispositions pour retirer les hydrocarbures récupérés et les déchets hydrocarburés des navires ;
- l'approvisionnement en produits consommables, tels que des EPI, des matières absorbantes et du carburant ;
- l'entretien, la réparation et le remplacement du matériel ;
- la mise en place de réseaux de communication appropriés ; et
- un soutien et des conseils en matière de sécurité.

Communications

Il est essentiel de mettre en place un système efficace de communication pour assurer la sécurité des opérations de confinement de confinement et récupération. Une mauvaise communication entre l'ICP et les navires, entre les appareils d'observation aérienne et les navires, ou entre la passerelle et le pont risque de faire échouer l'opération de récupération, voire d'engendrer des dangers ou des accidents.

Le plan de communication doit inclure :

- les indicatifs d'appel et les fréquences de transmission des appareils déployés ;
- les méthodes principales et alternatives de communication ; et
- des protocoles de communication d'urgence.

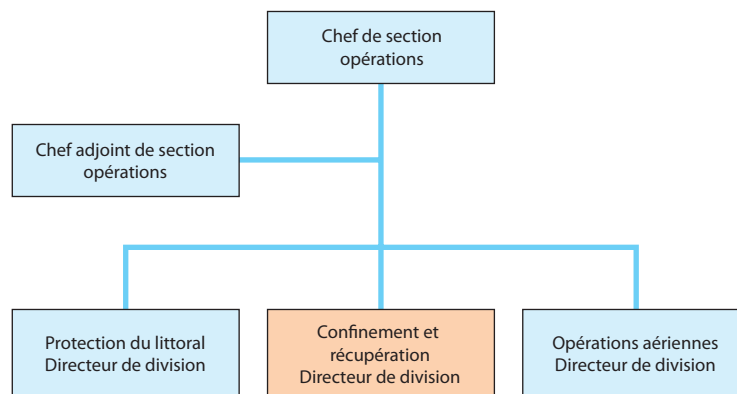
Parmi les différentes méthodes de communication disponibles peuvent figurer les radios dans différentes bandes de fréquences, les téléphones satellite et les téléphones portables (cellulaires). Les équipements de communication embarqués peuvent varier, notamment quand des navires d'opportunité sont utilisés lors d'une opération de lutte, et il peut donc être nécessaire d'adapter les méthodes de communication employées.

Gestion des situations d'urgence pour le confinement et la récupération

Un système de gestion des situations d'urgence (IMS), tel que le système de commandement de situation d'urgence (ICS), peut être avantageux lors de la lutte, car il permet de gérer une lutte à grande échelle en définissant le commandement et le contrôle par groupes et équipes fonctionnels. Un IMS se fonde sur la gestion des objectifs. Un IMS utilise une terminologie standard, une structure évolutive, des rôles et responsabilités définies, et des lignes de communication claires.

Une opération de confinement et récupération en mer doit être entreprise dans le cadre de la section opérations d'un IMS et peut être configurée sous la forme d'une division ou d'un groupe. En fin de compte, le directeur ou superviseur chargé du confinement et de la récupération rend compte de l'opération au chef de la section opérations (voir l'image 17).

Image 17 Exemple de structure de commandement de situation d'urgence pour la section opérations



La transmission de communications formelles et informelles est cruciale pour organiser un effort de lutte efficace et coordonné. Les données provenant de tous les éléments de la lutte peuvent être compilées pour orienter le plan d'action de l'accident (IAP) définissant les objectifs et les priorités.

Il incombe au directeur de la division confinement et récupération (ou à un cadre équivalent) de coordonner les ressources de confinement et récupération. Il doit pour cela travailler en étroite collaboration avec d'autres éléments de l'IMT, dont notamment :

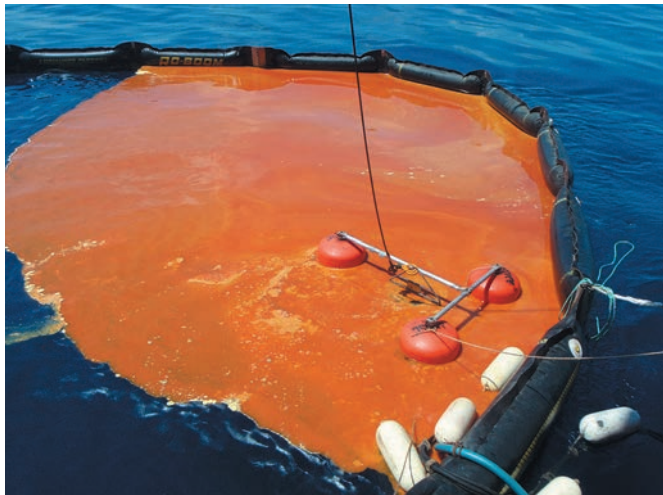
- les opérations aériennes ;
- les opérations de brûlage in-situ ;
- les opérations d'application de dispersant ;
- les opérations de maîtrise de la source ;
- l'équipe logistique ; et
- l'équipe planification.

Réalités du confinement et de la récupération : fait réel

L'accident du Montara, 2009

L'accident du Montara s'est produit en août 2009 à la suite de l'éruption d'un puits dans la mer de Timor, au large de la côte septentrionale de l'Australie occidentale. Environ 4 800 tonnes d'hydrocarbures légers paraffineux se sont déversés, formant de vastes nappes à la surface de la mer.

Le compte-rendu verbal d'un membre de l'équipe d'intervention offshore est fourni ci-dessous et accompagné de messages clés à faire passer.



Récupération d'hydrocarbures à l'aide d'un récupérateur à seuil.

Message clé : Les récupérateurs peu efficaces peuvent rapidement submerger les dispositifs de stockage offshore avec un surplus d'eau.

Compte-rendu verbal : « Nous avons récupéré environ 30 tonnes de liquide par jour, dont une certaine quantité d'eau. L'idéal aurait été d'éliminer l'eau par décantation, mais nous n'en avons pas reçu l'autorisation. Le dispositif de stockage à bord était limité, ce qui a franchement ralenti notre travail. Dès que nous étions pleins, nous devons attendre qu'un autre navire vienne vider nos réservoirs. »

Message clé : Un équipage formé, une bonne communication et des navires adéquats sont essentiels pour la sécurité et l'efficacité de l'opération.

Compte-rendu verbal : « Le barrage a été endommagé en raison des grandes forces qu'il a subies. Le remorquage doit se faire à des vitesses très basses. L'idéal aurait été d'utiliser un petit remorqueur, mais le navire de déploiement et le navire remorqueur étaient de grande taille. »

Message clé : La sécurité prime et les risques sont souvent accrus du fait que l'opération a lieu au large.

Compte-rendu verbal : « La chaleur a également été un gros problème sur le pont. La température dépassait 50 °C pratiquement tous les jours, avec un grand danger de déshydratation et d'insolation. Nous avions très peu de zones pour nous abriter sur le pont. Sur le plan logistique, ce déversement a été difficile à gérer, car nous nous trouvions à 230 km de la côte, ce qui était difficile pour l'équipe d'évacuation médicale et l'équipe de soutien. »

Message clé : Les débris de surface peuvent porter atteinte aux taux de récupération.

Compte-rendu verbal : « *Le plus gros problème, c'était les débris. Il y a souvent beaucoup, beaucoup de débris flottant au large : des bouts de bois, de plastique, de polystyrène, etc. Ces débris gênent notre travail, ils s'accumulent dans le barrage, et il est impossible de s'en débarrasser sans perdre les hydrocarbures déjà collectés. Ils peuvent également endommager le barrage quand il y en a beaucoup. C'est également un problème pour les récupérateurs, et les tuyaux peuvent facilement se boucher.* »

Message clé : Le transfert de produit doit faire partie du système de confinement et récupération.

Compte-rendu verbal : « *S'il s'agit d'hydrocarbures à haute viscosité, le confinement ne pose pas de problème, et nous n'avons pas d'ennui non plus avec le récupérateur. Par contre, nous avons du mal à pomper des hydrocarbures visqueux dans les réservoirs de stockage.* »

Message clé : Le stockage des déchets est souvent un frein.

Compte-rendu verbal : « *Le stockage est un autre problème de taille qui peut vraiment freiner l'opération de confinement et récupération. Naturellement, le stockage sur le pont est très limité, et bien que le pompage dans les réservoirs du navire puisse sembler une solution évidente, les armateurs sont rarement enthousiasmés à l'idée de remplir leurs réservoirs d'hydrocarbures. Une solution qui, selon mon expérience, donne de bons résultats, c'est l'utilisation de barges de stockage pouvant faire le trajet entre notre navire et la côte pour nous débarrasser des hydrocarbures récupérés.* »



OSRI

Message clé : Les conditions météorologiques au large limitent souvent les opportunités de mettre en œuvre les opérations de confinement et récupération.

Compte-rendu verbal : « *Le créneau d'opportunité pour l'opération de confinement et récupération est souvent très juste en raison des conditions météorologiques. Dans certaines régions, par exemple en mer du Nord, le mauvais temps peut parfois nous empêcher de faire quoi que ce soit. De nombreuses opérations de lutte doivent attendre que les conditions météorologiques soient favorables pour pouvoir commencer. Il existe d'autres contraintes, telles que les heures du jour permettant de travailler en sécurité (sauf si des dispositifs de télédétection sont disponibles) et la fatigue subie par le personnel qui travaille de longues heures, qui peuvent également réduire l'efficacité de l'opération.* »

Conclusions

La méthode de confinement et récupération en mer est un élément utile de la boîte à outils de lutte contre les déversements d'hydrocarbures, car elle permet d'enlever physiquement les hydrocarbures de la surface de la mer. Comme pour toutes les options de lutte, l'intervenant peut se retrouver face à une multitude de difficultés susceptibles de nuire à l'efficacité globale de l'opération de confinement et récupération dans le cadre de la lutte. Cependant, avec une planification rigoureuse et une structure de préparation de qualité permettant d'accéder rapidement aux équipements nécessaires et à des personnes qualifiées et formées, la méthode de confinement et récupération en mer demeure une partie efficace et importante de la boîte à outils de la lutte.

Pour maximiser la protection des diverses ressources environnementales pouvant être affectées par un déversement, il est important d'examiner chaque option disponible dans la boîte à outils de la lutte pour sélectionner la combinaison optimale de méthodes d'intervention à partir des résultats prévus par l'analyse des avantages environnementaux net.

Liste des acronymes

COV	Composés organiques volatils
E&P	Exploration et production
EPI	Équipements de protection individuelle
GIRG	Global Industry Response Group
GPG	Guide de bonnes pratiques
HF	Haute fréquence
IAP	Plan d'action de situation d'urgence
ICP	Poste de commandement des situations d'urgence
ICS	Système de commandement des situations d'urgence
IMS	Système de gestion des situations d'urgence
IMT	Équipe de gestion des situations d'urgence
IOGP	Association internationale des producteurs d'hydrocarbures et de gaz
IPIECA	Association Internationale de l'industrie pétrolière pour la Protection de l'Environnement
ISB	Brûlage in-situ
OSCP	Plan de lutte contre les déversements d'hydrocarbures
SIMOPS	Opérations simultanées
UHF	Ultra haute fréquence
VHF	Très haute fréquence

Bibliographie et lectures recommandées

- API (2013). *Remote Sensing in Support of Oil Spill Response. Planning Guidance*. Rapport technique 1144 de l'API (septembre 2013). www.oilspillprevention.org/~media/oil-spill-prevention/spillprevention/r-and-d/oil-sensing-and-tracking/1144-e1-final.pdf
- Code d'apparence de l'Accord de Bonn (BAOAC). Disponible à : www.bonnagreement.org/publications
- Cedre (2015). Étude de cas du déversement du pétrolier *Erika*. Disponible sur le site internet du Cedre à : <http://www.cedre.fr/en/Our-resources/Spills/Spills/Erika>
- DOI/NOAA (2010). *BP Deepwater Horizon Oil Budget: What Happened to the Oil?*
- EOSP (2012). Integrated Response Concept. Site web pour l'amélioration de la préparation aux déversements d'hydrocarbures. Disponible à : www.eosp-preparedness.net/integrated-response-concept
- FISG (2010). *Oil Budget Calculator: Deepwater Horizon*. Rapport du National Incident Command, produit par le Federal Interagency Solutions Group, Oil Budget Calculator Science and Engineering Team, novembre 2010. www.restorethegulf.gov/sites/default/files/documents/pdf/OilBudgetCalc_Full_HQ-Print_111110.pdf
- Hall, C. J., Henry, W. J. III, and Hyder, C. R. (2011). Hopedale Branch: A Vessel of Opportunity Success Story. Dans *International Oil Spill Conference Proceedings* : Mars 2011, vol. 2011, n° 1, pp. abs407. doi: <http://dx.doi.org/10.7901/2169-3358-2011-1-407>
- IPIECA-IOGP (2013). *The use of decanting during offshore oil spill recovery operations*. Report of the IOGP Global Industry Response Group (GIRG) response to the Macondo incident off the Gulf of Mexico in April 2010. IOGP-IPIECA Oil Spill Response Joint Industry Project (OSR-JIP). <http://oilspillresponseproject.org>
- IPIECA-IOGP (2014). *An Assessment of Surface Surveillance Capabilities for Oil Spill Response using Airborne Remote Sensing*. Work Package 2 ('Surface Surveillance') of the IOGP Global Industry Response Group (GIRG) response to the Macondo incident in the Gulf of Mexico in April 2010. IOGP-IPIECA Oil Spill Response Joint Industry Project (OSR-JIP). <http://oilspillresponseproject.org>
- IPIECA-IOGP (2015a). *Contingency planning for oil spills on water*. Série de guides de bonnes pratiques de l'IPIECA-IOGP, Oil Spill Response Joint Industry Project (OSR-JIP). Rapport 519 de l'IOGP. <http://oilspillresponseproject.org/completed-products>
- IPIECA-IOGP (2015b). *Préparation et lutte par niveau*. Série de guides de bonnes pratiques de l'IPIECA-IOGP, Oil Spill Response Joint Industry Project (OSR-JIP). Rapport 526 de l'IOGP. <http://oilspillresponseproject.org/completed-products>
- ITOPF (2011). *Utilisation des barrages dans la lutte contre la pollution par les hydrocarbures*. ITOPF Technical Information Paper 03. Disponible à : www.itopf.com/fr/knowledge-resources/documents-guides/document/tip-03-utilisation-des-barrages-dans-la-lutte-contre-la-pollution-par-les-hydrocarbures
- NOFI (2009). *Efficiency of NOFI Current and Harbour Buster Systems Compared to Conventional oil Booms*. NOFI Document no. L600-H-550. NOFI Tromsø AS internal document, Kvaløya, Norvège.
- OSRL (2015). *Containment and Recovery Field Guide*. Disponible à : www.oilspillresponse.com/technical-library/?tag=field%20guides&p=2

Remerciements

Le présent document a été rédigé par Shane Jacobs (OSRL) sous la tutelle de l'At-sea Containment and Recovery Working Group. Les connaissances, les observations et les conseils des membres du Global Response Network (GRN) sont grandement appréciés.

La page a été intentionnellement laissée vierge.

IPIECA

L'IPIECA est l'association internationale de l'industrie pétrolière pour la sauvegarde de l'environnement et les questions sociales. Elle développe, diffuse et promeut les bonnes pratiques et les connaissances afin de permettre à l'industrie d'améliorer son impact sur l'environnement et la société ; elle constitue le principal canal de communication de l'industrie avec les Nations-Unies. Grâce à ses groupes de travail conduits par les membres et à sa direction, l'IPIECA rassemble l'expertise collective des entreprises et associations pétrolières et gazières. Sa position unique dans l'industrie permet à ses membres de répondre efficacement aux enjeux essentiels environnementaux et sociaux.

www.ipieca.org



L'IOGP représente l'industrie des hydrocarbures en amont des organisations internationales, y compris l'Organisation maritime internationale, le Programme des Nations Unies pour l'environnement (PNUE), les Conventions régionales dans le domaine marin et les autres groupes sous l'égide des Nations-Unies. Au niveau régional, l'IOGP représente l'industrie auprès de la Commission européenne, du Parlement européen et de la Commission OSPAR pour l'Atlantique Nord-Est. Tout aussi important est le rôle de l'IOGP pour la promulgation des meilleures pratiques, en particulier dans les domaines de la santé, de la sécurité, de l'environnement et de la responsabilité sociale.

www.iogp.org

