

Élaboration d'une stratégie de lutte basée sur une analyse des avantages environnementaux nets (NEBA)

Lignes directrices relatives aux bonnes pratiques en matière de
gestion des accidents et de 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, London EC2V 5DE, Royaume-Uni
Téléphone : +44 (0)20 7633 2388 Télécopieur : +44 (0)20 7633 2389
Courriel : 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, London EC2V 5DE, Royaume-Uni
Téléphone : +44 (0)20 3763 9700 Télécopieur : +44 (0)20 3763 9701
Courriel : reception@iogp.org Internet : www.iogp.org

Bureau de Bruxelles

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

Bureau de Houston

10777 Westheimer Road, Suite 1100, Houston, Texas 77042, United States
Téléphone : +1 (713) 470 0315 Courriel : reception@iogp.org

Rapport 527 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.

Élaboration d'une stratégie de lutte basée sur une analyse des avantages environnementaux nets (NEBA)

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

Préface

Cette publication fait partie de la série des Guide des 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 la lutte contre les déversements d'hydrocarbures. Cette série vise à aider à aligner les pratiques et les activités du secteur, à informer les parties prenantes et à servir comme outil de communication pour promouvoir la sensibilisation et l'éducation.

Elle met à jour et remplace la célèbre « Oil Spill Report Series » de l'IPIECA, publiée entre 1990 et 2008. Elle couvre des sujets qui sont largement applicables à l'exploration comme à la production, ainsi qu'aux activités d'expédition et de transport.

Les révisions sont entreprises dans le cadre du Projet de coopération industrielle de l'IOGP-IPIECA dans le cadre de la lutte contre la pollution par les hydrocarbures (le JIP, « Oil Spill Response Joint Industry Project »). Le JIP a été créé en 2011 pour mettre en œuvre des occasions d'apprentissage en matière de préparation et la lutte contre les déversements d'hydrocarbures, suite à l'incident de contrôle de puits d'avril 2010 dans le golfe du Mexique.

Remarque sur les bonnes pratiques

Dans ce contexte, une « Bonne pratique » constitue une ligne directrice, des pratiques et procédures reconnues sur le plan international, qui permettra au secteur des hydrocarbures d'atteindre des résultats acceptables en termes 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	Engagement des parties prenantes	31
Introduction	4	Conclusion	32
Présentation : élaboration d'une stratégie de lutte sur le fondement d'une NEBA	6	Annexe 1 : Les options de lutte	33
Étape 1 de la NEBA : Compiler et évaluer les données	7	Annexe 2 : Comment la NEBA est-elle intégrée au processus de planification d'urgence	35
<i>Les propriétés de l'hydrocarbure</i>	7		
<i>La modélisation de la trajectoire du déversement d'hydrocarbure</i>	7		
<i>Les données en matière de sensibilité</i>	8	Bibliographie	36
<i>Identification des options de lutte potentielles</i>	9	Remerciements	39
Étape 2 : Prédire les résultats	9		
<i>Estimer les effets d'un scénario « sans action »</i>	10		
<i>Caractériser les effets des options de lutte</i>	12		
Étape 3 : Obtenir des compromis équilibrés	12		
<i>Obtenir des compromis équilibrés afin de comprendre les priorités en termes de protection et de lutte</i>	13		
<i>Obtenir des compromis équilibrés lors de la sélection des options de lutte</i>	14		
Étape 4 : Sélectionner les meilleures options	17		
<i>Optimiser la stratégie de lutte</i>	17		
Comment la NEBA est-elle appliquée ?	19		
Comment la NEBA est-elle appliquée avant un déversement	19		
Comment la NEBA peut-elle être appliquée après le déversement	21		
<i>Les déversements lorsqu'une planification d'urgence a été définie</i>	21		
<i>Les déversements dans le cadre desquels une planification d'urgence n'a pas été mise en œuvre</i>	22		
<i>Déterminer les critères de validation de la lutte</i>	23		
Étude de cas 1 : Comment la NEBA a été appliquée à l'occasion des déversements causés par des navires	24		
Étude de cas 2 : Comment la NEBA peut-elle être utilisée pour justifier l'injection sous-marine de dispersants	27		
Étude de cas 3 : Comment la NEBA peut-elle être appliquée à un déversement de pipeline à l'intérieur des terres.	29		

Introduction

Dans le cadre de toutes ses activités, l'industrie du pétrole s'efforce de prévenir la survenance des déversements. Les nouvelles recherches et les enseignements tirés sont systématiquement prises en compte afin d'optimiser la prévention des déversements. Malgré ces actions, l'industrie reconnaît que des déversements peuvent encore survenir. Des efforts significatifs ont été déployés afin de développer des mesures permettant de réduire les impacts potentiels des déversements.

L'analyse des bénéfices écologiques est une approche structurée utilisée par l'ensemble des intervenants et les parties prenantes durant la planification de la préparation et de la lutte contre le déversement d'hydrocarbure, afin de comparer les bénéfices environnementaux des outils de lutte potentiels et élaborer une stratégie de lutte qui permettra de réduire l'impact d'un déversement d'hydrocarbure sur l'environnement.

La NEBA est l'une des considérations prises en compte pour sélectionner les outils de lutte contre le déversement qui permettront d'éliminer l'hydrocarbure de manière efficace, qui permettent une utilisation sûre dans des conditions spécifiques, et de réduire l'impact du déversement d'hydrocarbure sur l'environnement. Le périmètre des activités qu'elle sous-entend varie de manière significative à travers le monde. Par exemple, aux États-Unis, l'Agence de protection de l'environnement (US Environmental Protection Agency ou US EPA) utilise les NEBA pour évaluer les bénéfices écologiques d'un outil de lutte, par rapport aux nuisances environnementales résultant de l'utilisation de cet outil. (Voir, par exemple, US EPA, 2013) Dans d'autres pays, le terme NEBA est utilisé dans de nombreux contextes et peut désigner une analyse des bénéfices nets pour les hommes ainsi que pour l'environnement. Certains pays procèdent à une analyse des bénéfices écologiques et économiques nets en fonction des options de lutte envisagées (NEEBA), qui inclut les sensibilités et les coûts socio-économiques. (Voir, par exemple, ASTM, 2013 et Fingas, 2011) Dans tous les cas, l'objectif est d'encadrer la sélection d'une stratégie acceptée de lutte contre un déversement d'hydrocarbure, étayée par une analyse systématique et l'évaluation de facteurs multiples, grâce aux contributions des parties-prenantes. La NEBA peut être utilisée à l'occasion de la planification avant déversement et lors de la lutte :

- La NEBA est partie intégrante de la procédure de planification des mesures d'urgence, appliquée pour s'assurer que les stratégies de lutte pour les scénarios envisagés ont été adoptées en connaissance de cause.
- Durant la lutte, le processus NEBA est mis en œuvre pour s'assurer que les conditions en évolution constante sont bien comprises, afin de permettre l'ajustement de la stratégie de lutte selon les besoins afin d'adapter les actions de lutte individuelles et les critères de validation.

Le processus NEBA se divise en quatre étapes :

1. **Compiler et évaluer les données** identifier un scénario d'exposition et les potentielles options de lutte, et comprendre les impacts potentiels de ce scénario de déversement.
2. **Prédire les résultats** pour un scénario donné, déterminer quelles techniques sont efficaces et viables.
3. **Obtenir des compromis équilibrés** en évaluant un ensemble de bénéfices et d'inconvénients environnementaux des options de lutte réputées viables. Dans certains pays, ceci peut également inclure une évaluation des bénéfices et coûts socio-économiques de chaque option de lutte réputée viable.
4. **Sélectionner les meilleures options de lutte** pour le scénario donné, en fonction duquel, une association d'outils et de techniques permettra de réduire les impacts.

Plusieurs parties prenantes participent au processus NEBA, qui s'articule autour d'une collaboration entre les gouvernements, l'industrie et les communautés afin de s'assurer que les décisions sont prises en tenant compte de toutes les perspectives et de tous les points de vue.

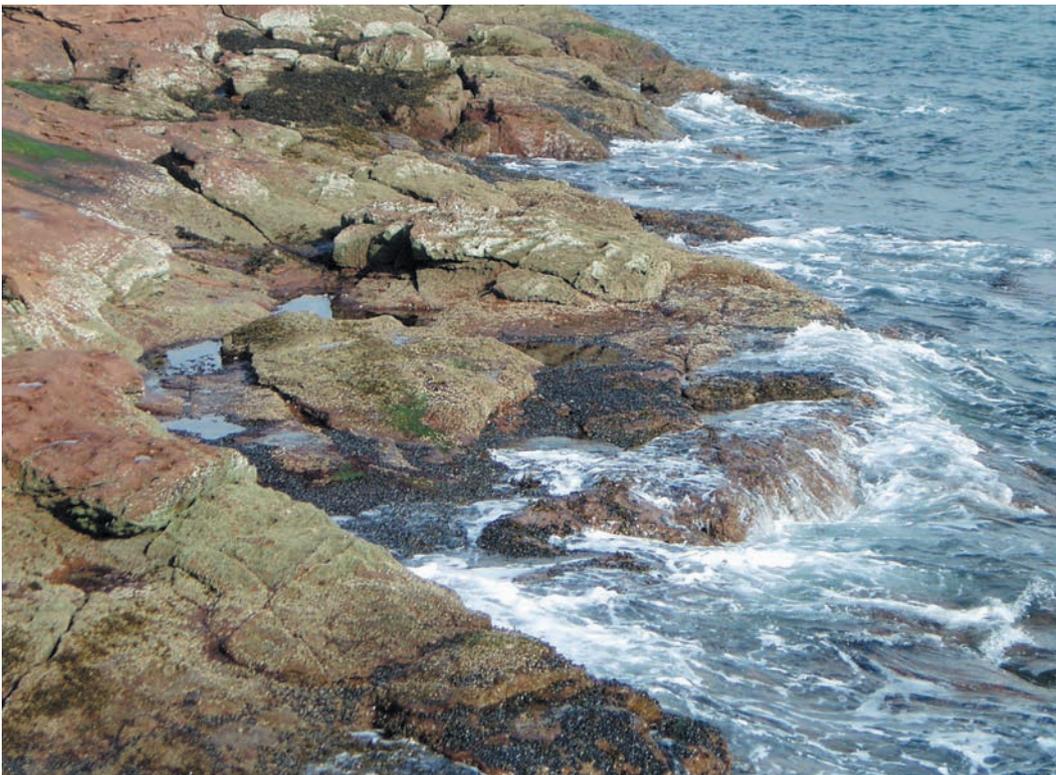
Des lignes de communication ouvertes, la transparence du processus décisionnel, la clarification des politiques et des attentes réalistes à l'égard des résultats de la lutte sont essentielles au succès de la planification, de la préparation et du déroulement des opérations de lutte contre le déversement d'hydrocarbure.

Encadré 1 *Quand les principes de la NEBA ont-ils été utilisés pour la première fois ?*

La NEBA a été utilisée pendant de nombreuses années à la suite des enseignements tirés des déversements survenus dans les années 1980. Une première approche de la NEBA est apparue durant la lutte contre le déversement de l'*Exxon Valdez*, survenu en 1989 en Alaska, à l'occasion de l'évaluation d'une proposition suggérant la mise en œuvre à grande échelle d'opérations mécanisées de nettoyage des côtes permettant l'élimination massive des matériaux côtiers contaminés. Face aux désaccords entre les agences gouvernementales sur l'application de cette méthode, la NOAA a dû trancher. La proposition a été rejetée, en effet, il a été considéré que « l'excavation et le nettoyage des côtes ne présentaient aucun bénéfice écologique » et que « cette technologie risquait d'aggraver la nuisance causée à l'environnement par le déversement. »

Eu égard au riche éventail de scénarios de planification des déversements d'hydrocarbure existants, aux différentes perceptions des niveaux de sensibilité écologique et socio-économique et aux circonstances des opérations de lutte contre le déversement sur le terrain, il n'existe pas d'outil ou de méthodologie NEBA unique adapté ou applicable dans toutes les situations.

En fonction de l'envergure et de la complexité du scénario de déversement en question, le processus NEBA peut prendre la forme d'une brève analyse, consistant en une évaluation rapide d'un petit nombre d'options simples par le planificateur de la lutte contre le déversement d'hydrocarbure, ou d'une analyse plus approfondie incluant une vaste série d'engagements avec un grand nombre de parties prenantes.



OSRL

Les côtes rocheuses exposées disposent de propriétés naturelles autonettoyantes sous l'action de vagues puissantes. La NEBA indique au planificateur qu'une stratégie de suivi et d'évaluation sera privilégiée sur ce type de côtes avec des opérations de nettoyage minimales.

Présentation : élaboration d'une stratégie de lutte sur le fondement d'une NEBA

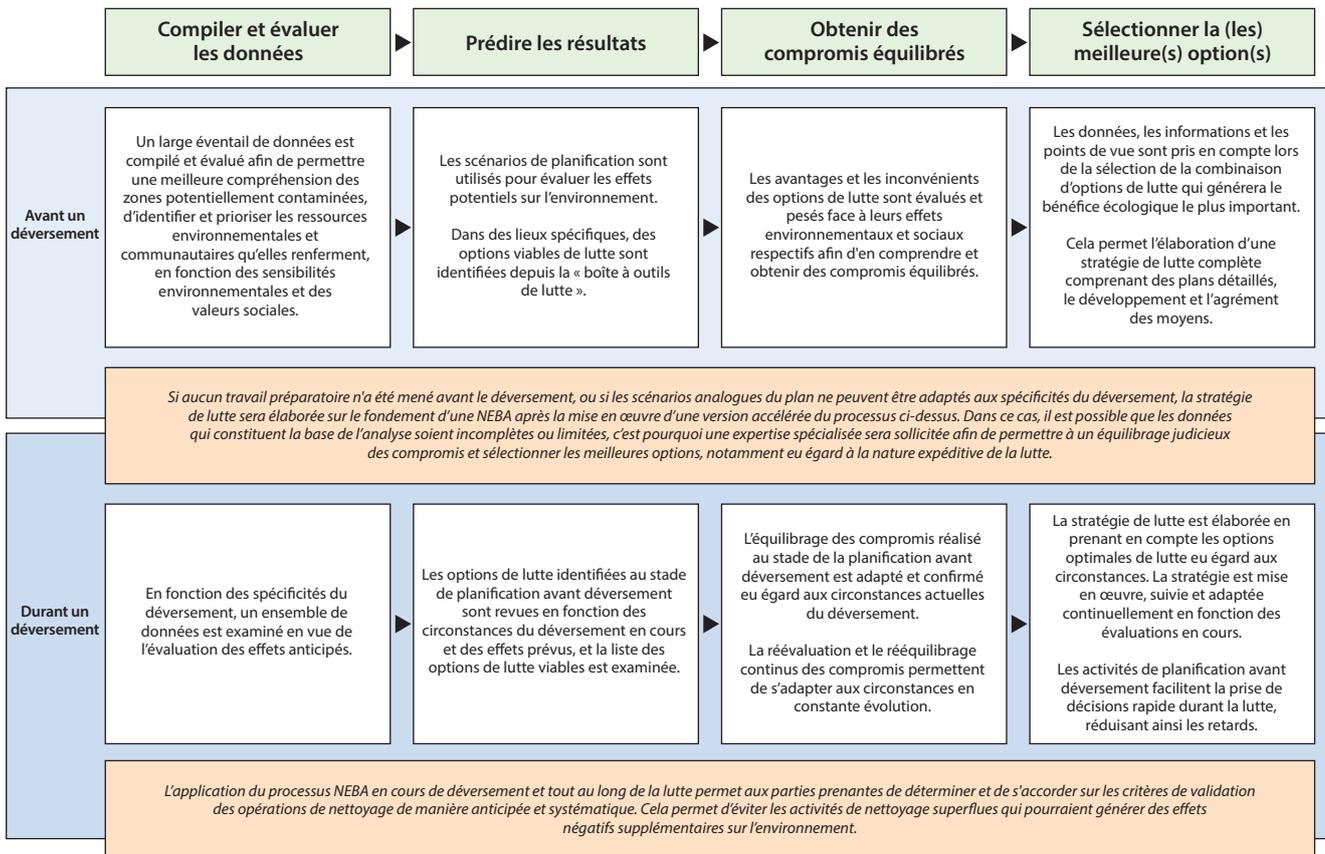


La NEBA est appliquée avant et pendant un déversement afin de permettre la sélection et l'optimisation des options de lutte. Indépendamment du stade du déversement auquel il est appliqué, le processus NEBA reste le même.

- Avant un déversement, il permet aux parties d'identifier les scénarios potentiels de déversement offshore, à proximité des côtes, sur les côtes ou à l'intérieur des terres. La sélection des options de lutte variera en fonction du site du déversement d'hydrocarbure.
- Durant la phase de planification d'urgence, la NEBA est appliquée afin d'identifier et de s'accorder sur les stratégies de lutte pour chaque scénario sélectionné.
- À l'occasion d'un déversement, il permet la validation et l'adaptation des stratégies lorsque les conditions évoluent.¹

La figure 1 illustre le processus d'élaboration d'une stratégie de lutte sur le fondement d'une NEBA qui intègre une évaluation des bénéfices et des coûts socio-économiques. Ce processus peut être adapté dans les pays qui n'incluent pas les facteurs socio-économiques à leur processus NEBA.

Figure 1 Élaborer une stratégie de lutte sur le fondement d'une NEBA



¹ Certaines personnes proposent d'avoir recours au processus NEBA pour évaluer les modes alternatifs de restauration des ressources naturelles qui sont détériorées par un déversement d'hydrocarbure (pour un exemple, voir Efroymson et al., 2003). Cependant, il ne s'agit pas d'un usage classique de la NEBA, cet aspect ne sera donc pas traité par le présent guide.

Étape 1 de la NEBA : Compiler et évaluer les données



Les informations collectées à ce stade permettent d'étayer toutes les considérations ultérieures. La collecte de données de qualité élevée permet de réduire les incertitudes et renforce la fiabilité de la sélection et l'optimisation des options de lutte.

Les données sont directement liées aux scénarios de planification en question et concernent :

Les propriétés de l'hydrocarbure

Dans le cadre des scénarios appliqués dans le cadre de la planification de la lutte contre le déversement d'hydrocarbure, une variété d'hydrocarbures peut être prise en compte. Les propriétés de l'hydrocarbure revêtant un intérêt particulier sont celles permettant d'estimer le vieillissement (par ex. l'évaporation, la dispersion naturelle, l'émulsion) et qui ont un impact sur la toxicité potentielle. Lorsqu'un échantillon d'hydrocarbure est disponible, des tests en laboratoire peuvent permettre de quantifier les paramètres clés, qui peuvent alors être exploités dans le cadre de modèles de prévisions. À défaut d'échantillon d'hydrocarbure, ou lorsqu'une incertitude existe à l'égard des paramètres, les propriétés d'une large gamme d'hydrocarbures peuvent être utilisées lors de la planification et pour étayer le choix d'un hydrocarbure analogue lors de la modélisation du déversement d'hydrocarbure. À l'occasion d'un déversement, ces hypothèses doivent donc être mises à jour afin de refléter les propriétés de l'hydrocarbure déversé.

La modélisation de la trajectoire du déversement d'hydrocarbure

Les modèles de déversement d'hydrocarbure permettent de prédire comment un hydrocarbure aux propriétés identifiées peut se comporter lorsqu'il est déversé dans un environnement, en fonction des paramètres entrés, qui incluent les propriétés des hydrocarbures, les profils climatiques, les courants et d'autres données. Les modèles de déversement d'hydrocarbure sont utilisés pour identifier les zones géographiques qui peuvent être contaminées dans le cadre d'un scénario donné de déversement, et pour élaborer un plan de lutte contre le déversement permettant de traiter ce scénario. Lors d'un déversement, le modèle doit être mis à jour afin de refléter les conditions météorologiques, les conditions de mer et les autres conditions rencontrées lors de l'accident.



OSRL



IPIECA

À l'extrême gauche :
exercice d'évaluation de la
sensibilité des côtes au
Royaume-Uni dans le cadre
du SCAT afin d'élaborer
une stratégie de lutte sur
les côtes.

À gauche, ci-contre :
l'évaluation de la sensibilité
des côtes réalisée en
Tanzanie durant un atelier
de cartographie des zones
sensibles encadré par
l'OMI/IPIECA et géré par le
Conseil national de gestion
de l'environnement de
Tanzanie.

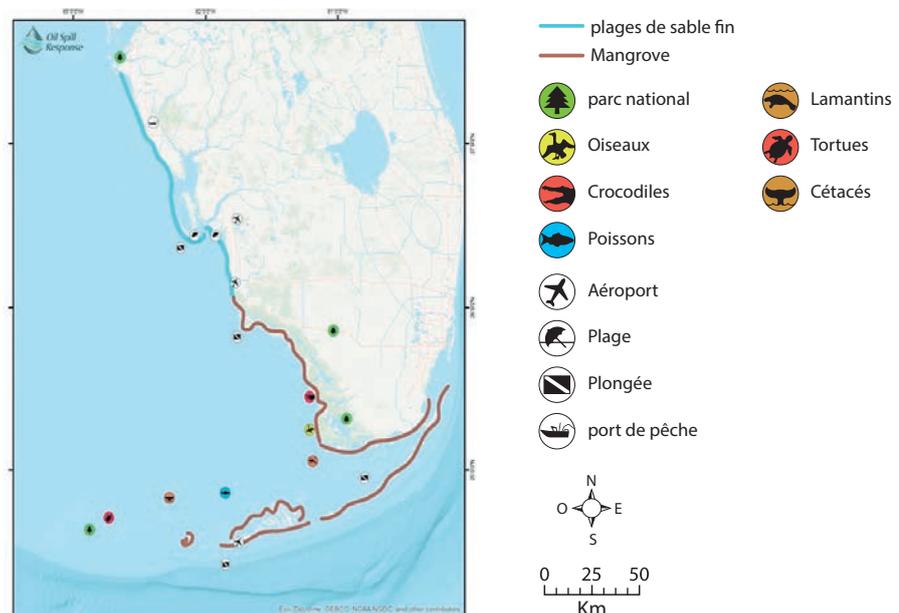
Les données en matière de sensibilité

Dans le cadre du processus NEBA, les cartes de sensibilité (voir la figure 2) servent de base à l'évaluation des ressources qui peuvent être affectées sur la trajectoire du déversement.

Les cartes de sensibilité doivent comporter :

- **Des informations de base** comme les contours des côtes et les courbes bathymétriques, les rivières et les lacs, les villes et les villages, les frontières administratives, le nom des lieux et les routes, les voies ferrées et les principales infrastructures.
- **Les types de côte et leur sensibilité environnementale générale** à l'égard des déversements d'hydrocarbure – différents types de côtes peuvent être classés sur le fondement des principes fondamentaux selon lesquels la sensibilité à l'hydrocarbure augmente avec :
 - le niveau de protection des côtes par rapport à l'action des vagues ;
 - la pénétration de l'hydrocarbure dans les sédiments ;
 - la durée de la rétention naturelle de l'hydrocarbure sur la côte ;
 - ainsi que la productivité biologique des habitats côtiers.
 De manière générale, les côtes les moins sensibles sont les promontoires rocheux, alors que les côtes les plus sensibles sont les marais et les mangroves abrités. Les habitats affectés par les suintements naturels de l'hydrocarbure peuvent être moins sensibles.
- **Un indice formelle de sensibilité** peut être élaboré pour représenter l'importance relative des zones côtières sensibles. Par exemple, l'Indice de sensibilité environnementale du NOAA (ou Environmental Sensitivity Index (ESI) en anglais) fournit un système de notation reconnue de 1 (sensibilité basse) à 10 (sensibilité très élevée), qui prend en compte :
 - le type de côte (taille des grains, l'inclinaison), qui permet de déterminer la capacité de pénétration et/ou d'enfouissement des hydrocarbures sur les côtes, et les mouvements ;
 - l'exposition à l'énergie des vagues (et des marées) qui permet de déterminer la durée de persistance naturelle de l'hydrocarbure sur la côte ; et
 - la productivité et la sensibilité biologiques relatives.
- **Les écosystèmes, les habitats, les espèces et les ressources naturelles clés sensibles**, comme les récifs coralliens, les herbiers marins et les lits de varech, ainsi que la faune telle que les tortues, les oiseaux et les mammifères.

Figure 2 Exemple de carte de sensibilité aux déversements d'hydrocarbure



- **Les ressources sensibles à valeur commerciale ou récréative**, par exemple les zones de pêche, les bancs de mollusques, les zones de croissance de poissons et de crustacés, les nasses et les installations d'aquaculture. Les autres caractéristiques incluent les installations nautiques, comme les ports et les cales, les prises d'eau industrielles, les ressources récréatives comme les plages de loisirs et les sites présentant une valeur culturelle ou historique.

Pour en savoir plus sur la cartographie des zones vulnérables, voir IPECA/OMI/IOGP, 2012.

Identification des options de lutte potentielles

Durant la phase d'analyse, il convient d'identifier les options de lutte potentielles. Cette procédure commence par l'évaluation de toutes les options de lutte potentielles applicables et la présélection de celles dont l'application sera envisagée durant les étapes ultérieures de la procédure.

Les facteurs qui doivent être pris en compte durant la procédure d'évaluation et de présélection incluent :

- **L'efficacité**—quels outils et techniques de lutte permettront d'atteindre les résultats désirés ?
- **Viabilité**—quels sont les outils et techniques de lutte viables et sûrs eu égard aux conditions climatiques prévues et aux conditions opérationnelles ?
- **Réglementation**—quels sont les outils et techniques autorisés dans le cadre réglementaire ?

Les résultats de la modélisation, les informations en matière de sensibilité et les options de lutte sont évalués durant la seconde phase du processus NEBA – la prévision des résultats.

Étape 2 : Prédire les résultats

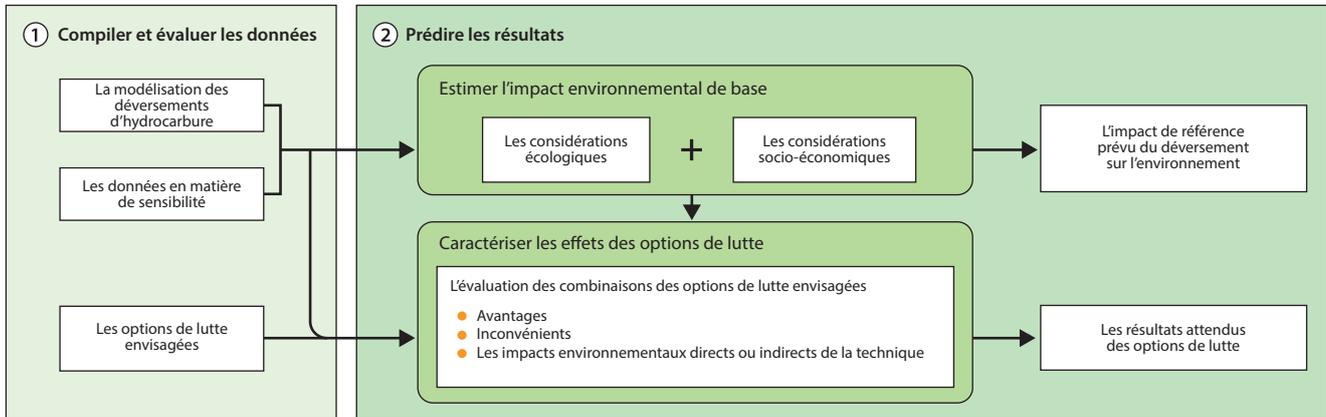


À ce stade, les planificateurs et intervenants évaluent les résultats potentiels en s'appuyant sur les informations compilées durant l'Étape 1 afin de revoir les trajectoires potentielles du déversement ainsi que les ressources environnementales qui pourraient être contaminées dans un scénario où aucune activité de lutte ne serait menée. Il convient ensuite de prendre en compte comment ces différentes combinaisons d'options de lutte peuvent modifier ces impacts, afin d'identifier et d'obtenir des compromis équilibrés durant l'étape suivante de la procédure.

Les impacts sur l'environnement peuvent être classés en impacts écologiques, qui sont évalués dans toutes les formes de NEBA, et les impacts et coûts socio-économiques, qui peuvent également être évalués dans certains pays au moyen d'une NEBA étendue. Le second classement s'intéresse aux interactions entre les environnements naturel et humain – par exemple, en analysant si l'impact potentiel d'un déversement d'hydrocarbure sur les stocks halieutiques est susceptible d'avoir un impact sur les personnes s'adonnant à la pêche, y compris les pêcheurs de subsistance, les pêcheurs récréatifs et commerciaux. Ces deux méthodes de classement permettent de caractériser les impacts afin de prendre en considération tous les aspects lors de l'établissement de compromis, et de sélectionner des options de lutte sur le fondement d'une approche globale du bénéfice écologique et économique le plus important.

La figure 3 de la page 10 illustre comment les données générées dans le cadre de l'étape 1 de la NEBA alimentent l'étape 2 lorsque les bénéfices et les inconvénients socio-économiques sont intégrés à l'analyse. Ce processus peut être adapté pour les pays qui n'intègrent pas les facteurs socio-économiques dans leur NEBA.

Figure 3 Comment les données générées dans le cadre de l'Étape 1 d'une NEBA alimentent l'Étape 2



Estimer les effets d'un scénario « sans action »

Chaque NEBA comporte une évaluation de l'effet potentiel d'un scénario de déversement de « référence » dans le cadre duquel aucune action de lutte n'est entreprise. Cette référence fournit une base de comparaison des avantages et des inconvénients des différentes combinaisons d'options de lutte.²

Le scénario de référence couvre la durée nécessaire au vieillissement de l'hydrocarbure et à sa réduction naturelle. Il identifie les effets environnementaux potentiels à un niveau général, mais ne s'emploie pas à quantifier le dommage potentiel causé aux ressources environnementales. Eu égard au nombre de variables entrant en jeu, il est illusoire de calculer la quantité d'un dommage potentiel causé à toute ressource environnementale dans le cadre du processus NEBA. D'autres méthodes peuvent être utilisées pour évaluer le dommage réel causé aux ressources naturelles en cas de déversement d'hydrocarbure.³

De manière générale, le processus NEBA fournit une estimation des effets environnementaux potentiels qui permet aux parties de comparer et de sélectionner les combinaisons privilégiées d'options de lutte. La participation d'experts à ce processus permettra d'atteindre un niveau de précision suffisant pour prendre des décisions éclairées lors de la sélection des options de lutte. Les moyens de lutte doivent être conçus avec un certain niveau de flexibilité, afin de prendre en compte les effets imprévus et les modifications des conditions qui pourraient survenir à l'occasion des opérations.

² Dans certaines juridictions, cette « référence » est également utilisée pour décrire l'état des ressources environnementales avant un déversement, ou l'état dans lequel elles se trouveraient si le déversement n'était pas survenu. Par exemple, voir l'US Oil Pollution Act, 33 USC 2701 et seq. Dans le cadre d'une NEBA, le terme « référence » peut également avoir le sens opposé et décrire l'état des ressources environnementales après un déversement, dans le cas où aucune opération de lutte n'aurait été mise en œuvre.

³ Par exemple, voir : l'US Oil Pollution Act, 33 USC 2701 et seq., qui établit des obligations supplémentaires au regard des dommages causés aux ressources naturelles causés par un déversement d'hydrocarbure survenant aux États-Unis (www.epa.gov/laws-regulations/summary-oil-pollution-act) ; et la Directive européenne sur la responsabilité environnementale 2004/35/CE, établissant un cadre régissant l'indemnisation des dommages aux ressources naturelles en Union européenne (<http://ec.europa.eu/environment/legal/liability>). Veuillez noter que la directive européenne sur la sécurité des opérations pétrolières et gazières en mer 2013/30/UE a modifié le champ d'application afin de régir les dommages aux eaux marines (<https://ec.europa.eu/energy/en/topics/oil-gas-and-coal/offshore-oil-and-gas-safety>). En vertu de ces dispositions réglementaires, les procédures d'évaluation distinctes sont mises en œuvre pour identifier et déterminer le niveau de dommages aux ressources naturelles résultant d'un déversement d'hydrocarbure.

Les impacts écologiques de l'hydrocarbure

L'impact écologique initial d'un hydrocarbure sur l'environnement peut varier d'un impact minimal, comme celui d'un hydrocarbure léger en haute mer, à un impact significatif comme celui d'un hydrocarbure brut sur un écosystème riche en mangroves. Les facteurs suivants sont pris en compte lors de l'évaluation des impacts écologiques :

- **Le type d'hydrocarbure** : les hydrocarbures légers sont plus susceptibles de causer des effets toxiques localisés à court terme. Les hydrocarbures lourds sont généralement moins toxiques mais peuvent contaminer les surfaces sur des zones importantes en raison du niveau élevé de persistance et du potentiel d'étouffement.
- **L'échouement de l'hydrocarbure** : les dépôts épais d'hydrocarbure sur les littoraux sont susceptibles d'asphyxier les plantes et les animaux, certains types d'hydrocarbure pouvant former des revêtements persistants en asphalte.
- **Les facteurs géographiques** : le dommage est susceptible d'être plus important dans des eaux faiblement agitées, peu profondes et abritées, car ces zones se caractérisent généralement par une productivité biologique élevée et un nettoyage naturel très lent.
- **Les conditions météorologiques** : la vitesse du vent et les températures de l'eau ont une incidence sur l'évaporation et la viscosité de l'hydrocarbure et dès lors sur son potentiel de dispersion et sa toxicité.
- **Les facteurs biologiques** : les différentes espèces présentent des sensibilités différentes ; ainsi, les algues proches du littoral sont relativement tolérantes à l'égard des hydrocarbures alors que les mangroves sont particulièrement sensibles.
- **Les facteurs saisonniers** : la sensibilité des plantes et des animaux peut varier en fonction de la saison. Par exemple, les plantes de marais sont particulièrement sensibles au stade de plantule au printemps lorsque les petites plantes traversent leur période de croissance la plus sensible. De nombreuses espèces animales se reproduisent dans le cadre de cycles saisonniers précis et sont plus sensibles à l'hydrocarbure durant leurs premiers stades de vie (par ex. lorsqu'il s'agit d'œufs de poissons, de larves, ou d'œufs d'oiseaux ou d'oisillons).

Les durées de régénération de l'écosystème peuvent varier de quelques jours à plusieurs années et peuvent ne pas être en corrélation avec les durées de nettoyage – dans certains cas, la régénération peut progresser même en présence de résidus d'hydrocarbure. Inversement, une zone côtière peut sembler propre, mais présenter des ressources biologiques réduites, le déversement d'un produit léger ayant généré des effets toxiques rapides et graves avant son évaporation. Dans de tels cas, la durée de régénération sera déterminée par la vitesse des migrations depuis les zones non contaminées, du recrutement naturel, de la colonisation et la croissance.

Les façons avec lesquelles un hydrocarbure peut affecter les diverses ressources environnementales et écologiques, et les facteurs qui peuvent avoir une incidence sur ces impacts sont décrits dans le Guide de bonnes pratiques de l'IPIECA-IOGP sur l'écologie marine (IPIECA-IOGP, 2015) et les côtes (IPIECA-IOGP, 2015a), et le rapport de l'IOGP-IPIECA JIP intitulé *Planification de l'analyse des risques et de la lutte contre un déversement d'hydrocarbure des installations offshore*, publié durant la lutte contre le déversement du Macondo survenu en 2010 dans le Golfe du Mexique (IPIECA-IOGP, 2013).

Les impacts socio-économiques de l'hydrocarbure

Dans les juridictions qui prennent en compte les impacts socio-économiques, les facteurs suivant sont pris en compte :

- **Les pertes pour la pêche commerciale en raison du risque d'encrassement des navires et des engins ou de contamination des captures** : les poissons et les crustacés peuvent être souillés et être considérés comme impropres à la vente dans le cas où les substances dérivées des hydrocarbures absorbées par les tissus généreraient des odeurs ou des arômes désagréables. Des interdictions de pêche peuvent être proclamées dans certaines zones, jusqu'à ce que les espèces soient exemptes de toute contamination et ne soient plus souillées. Les poissons et coquillages peuvent être détruits dans le cas où ils ne pourraient être commercialisés au moment opportun à la suite d'une contamination.



Les marais de mangrove, comme celui-ci au Nigéria, sont importants sur les plans écologiques et socio-économiques (par ex. pour la production de crustacés). Ils sont également vulnérables aux dommages causés par l'hydrocarbure.

Source : IPIECA

- **Équipements collectifs et installations touristiques y compris les plages et les parcs situés sur le littoral :** les marinas et les jetées sont dotées d'installations permettant l'utilisation de bateaux de plaisance, et les activités de pêche récréative servent le marché touristique. L'hydrocarbure peut parfois rendre de telles ressources inutilisables. Les sites marins et terrestres peuvent avoir une signification culturelle et historique et peuvent être affectés de nombreuses façons. Ces sites incluent des structures historiques, des monuments et des artefacts. Alors que le déversement d'hydrocarbure lui-même est susceptible de contaminer physiquement ces sites et causer des dommages, les impacts les plus significatifs résultent souvent des perturbations causées par la lutte.
- **Les installations ayant recours au captage :** de nombreux secteurs utilisent le captage d'eau pour le refroidissement ou à toute autre fin ; certains pays utilisent le captage d'eau de mer pour leurs usines de désalinisation. L'hydrocarbure pénétrant ces systèmes peut générer de graves impacts négatifs. La probabilité de tels impacts peut être réduite en plaçant des barrages flottants autour des zones de captage afin de garder l'hydrocarbure à distance ou en concevant des bouches de captages sous-marines.

Pour en savoir plus sur les effets socio-économiques d'un déversement d'hydrocarbure, consultez le Guide de bonnes pratiques de l'IPIECA-IOGP sur l'analyse économique et l'indemnisation des dommages causés par les déversements d'hydrocarbure en mer (IPIECA-IOGP, 2015b).

Caractériser les effets des options de lutte

Après que la référence a été définie pour un scénario donné de déversement ou d'accident, les effets des options de lutte peuvent être caractérisés et évalués. Il n'existe pas de méthode ou de mécanisme unique pour y parvenir, la participation d'experts et des parties prenantes étant essentielle afin de garantir une approche commune de l'efficacité, la faisabilité et les limites des options de lutte.

La liste des options retenue doit être évaluée pour chaque scénario de déversement d'hydrocarbure. Les critères d'évaluation doivent être élaborés afin d'identifier dans quelle mesure chaque option de lutte pourrait réduire les impacts de référence. Il est important pour les planificateurs de ne pas considérer chaque option de lutte de manière isolée, mais de garder à l'esprit la façon dont les techniques combinées peuvent s'impacter et interagir entre-elles et comment elles s'adaptent aux conditions en évolution.

Du fait de la complexité de prédiction des résultats, qui sont sujets à un grand nombre de variables et à des grandes incertitudes, l'approche adoptée à ce stade peut sembler quelque peu subjective et relative. Il est important que des planificateurs et intervenants expérimentés demeurent impliqués afin de ne pas céder à la tentation de tout quantifier et, par là même, de susciter des attentes irréalistes de ce qui peut être réalisé pendant la lutte.

Étape 3 : Obtenir des compromis équilibrés



L'étape 3 de la NEBA s'appuie sur un ensemble d'intervenants afin de parvenir à un consensus sur les priorités relatives des sensibilités environnementales, et pour comprendre, peser et accepter les compromis inhérents aux techniques de lutte disponibles. Cette approche commune permet d'alimenter l'étape suivante du processus, dans le cadre duquel la stratégie de lutte optimale est sélectionnée pour parvenir au bénéfice écologique net global le plus important.

Idéalement, toute stratégie de lutte devrait empêcher tous les impacts négatifs ; malheureusement, il n'est généralement pas possible d'y parvenir en pratique. Aucun scénario de déversement de l'hydrocarbure ne ressemble à l'autre en raison des différences en termes d'hydrocarbure, d'emplacement, de ressources

environnementales et socio-économique sensibles et d'autres conditions opérationnelles telles que la météo, la logistique et le respect des lois.

Les discussions pour obtenir un compromis requièrent inévitablement que les parties arrivent à transiger. Pour cette raison, l'identification et la mobilisation des parties prenantes clés et la présentation transparente des faits (y compris les suppositions et les incertitudes) sont importantes afin de permettre le bon déroulement de ces discussions complexes. Un exemple simple de discussions autour de ces compromis, pour un scénario de déversement en mer, serait un débat sur l'utilisation de dispersants dans les eaux proches de la surface, où l'impact à court terme d'exposition des organismes aquatiques doit être mis en balance face à l'impact à long terme sur les habitats et communautés côtières si l'hydrocarbure n'est pas dispersé. Le scénario de planification dictera ce qui doit être pris en compte et jusqu'à quel point les discussions doivent être menées.

Obtenir des compromis équilibrés afin de comprendre les priorités en termes de protection et de lutte

À tous les stades des activités de préparation et de lutte contre le déversement, il existera des divergences sur les priorités, la valeur et la perception de l'importance des ressources sensibles. Il n'existe pas de façon unanimement admise d'attribuer une valeur ou une importance ressentie aux différentes sensibilités environnementales et socio-économiques.

Il n'existe pas de processus quantitatif, bien que les approches comme celles adoptées lors du processus décisionnel basé sur le risque peuvent permettre aux parties prenantes, ayant des perceptions différentes, de comparer les diverses ressources afin de faciliter un consensus sur les valeurs relatives de ces ressources, à défaut de valeurs absolues. Il est ici essentiel de garder à l'esprit que le processus NEBA doit permettre de parvenir à un consensus entre les différentes parties prenantes.

Les cartes de sensibilité et la modélisation des déversements d'hydrocarbure permettent d'établir quelles zones sensibles bénéficieront de la plus haute priorité de protection pour un scénario de planification donné d'un déversement d'hydrocarbure.

La priorité de la lutte dépend de nombreux facteurs y compris la facilité des opérations de protection, la facilité des opérations de nettoyage, les durées de régénération et l'importance en termes de subsistance, de valeur économique et de modifications saisonnières durant l'utilisation. Les zones qui présentent la plus grande probabilité d'être touché par un impact potentiel et qui présentent le niveau de sensibilité le plus élevé et la plus grande importance ressentie, doivent être traitées en première dans la mesure du possible. La cible des opérations est ensuite élargie pour traiter les autres effets environnementaux et socio-économiques potentiels, conformément au type de processus NEBA mise en œuvre dans le site en question.

Avant un déversement, notamment lorsque la zone d'impact potentielle d'un scénario donné de planification est vaste, les priorités en termes de protection peuvent être regroupées ou généralisées.

Au cours d'un déversement, la priorité de la lutte dépend des circonstances réelles du déversement. Ces circonstances réelles réduisent le niveau d'incertitude des prédictions.

En définissant des priorités environnementales en termes de protection et de lutte, les planificateurs et les intervenants disposeront des informations dont ils ont besoin pour développer une stratégie de lutte appropriée, afin d'optimiser la protection de l'environnement et faciliter la régénération le plus efficace des ressources sensibles contaminées.

Obtenir des compromis équilibrés lors de la sélection des options de lutte

Les avantages et inconvénients inhérents aux options de lutte disponibles sont évalués et les compromis sont pris en compte pour permettre un choix avisé de la ou des stratégie(s) de lutte optimale(s).

Par exemple, les avantages de l'enlèvement physique de l'hydrocarbure depuis le littoral incluent :

- l'élimination de l'hydrocarbure de l'environnement contaminé ;
- la prévention de la remobilisation de l'hydrocarbure en vrac dans d'autres zones, réduisant ainsi le risque de contamination ultérieure ;
- la réduction des impacts secondaires sur les animaux qui évoluent sur les côtes ; et
- si des méthodes non agressives étaient utilisées, l'impact sur la structure côtière et les organismes côtiers est minimal.

Cependant, il existe aussi des inconvénients :

- elle peut s'avérer fastidieuse ;
- des capacités significatives de stockage des déchets sont nécessaires ;
- elle peut provoquer des dommages ultérieurs à l'environnement en raison de la mise en œuvre de méthodes agressives d'enlèvement (par ex. enlèvement et nettoyage du sable), générant un impact sur les côtes et les organismes côtiers ; et
- elle peut provoquer des dommages supplémentaires à l'environnement du fait de l'utilisation d'équipements lourds et d'une circulation piétonnière intensive.

Les avantages potentiels de l'enlèvement de l'hydrocarbure doivent être pesés par rapport aux risques d'impacts nuisibles potentiels résultant des techniques de nettoyage. Si l'échouement de l'hydrocarbure sur une côte très sensible, comme une mangrove ou une zone marécageuse, était prévu, il conviendrait de prendre en considération le dommage qu'une activité de réponse pourrait causer par rapport à la dégradation naturelle de l'hydrocarbure. Les photographies ci-dessous illustrent un cas de régénération naturelle.

*Ci-contre, à droite :
une mangrove
contaminée en
août 2010*

*À l'extrême gauche :
régénération
naturel de la
mangrove en
novembre 2010.*



ITOPF



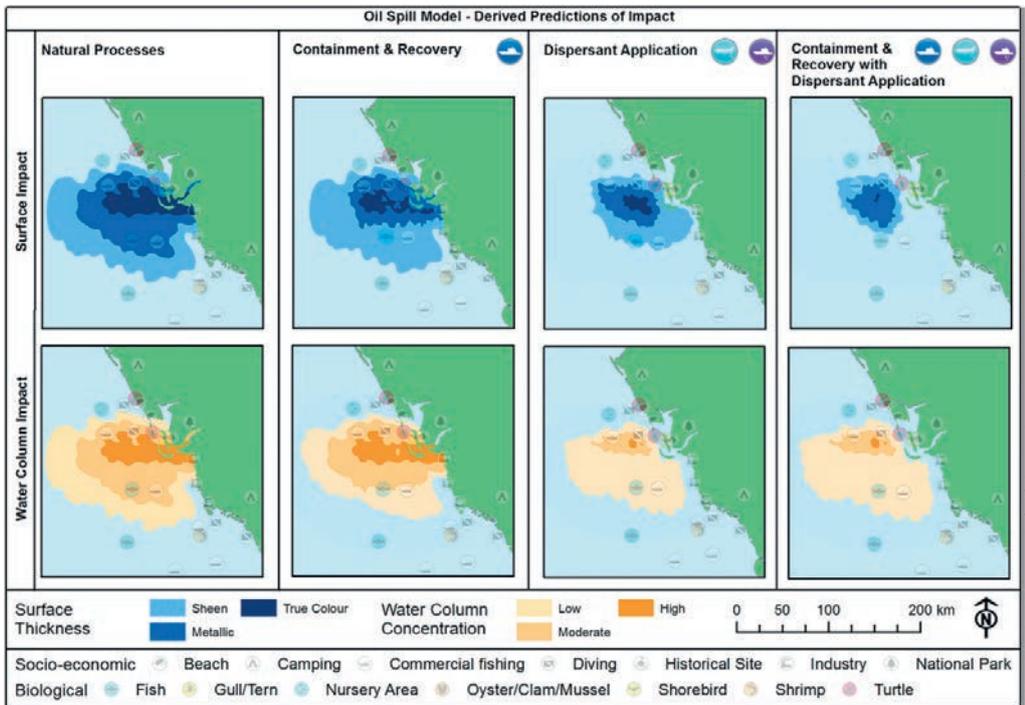
ITOPF

Il est important, durant les discussions visant à obtenir des compromis, de s'assurer que ces conversations se basent sur les spécificités du scénario de planification ou du déversement, et sur une évaluation professionnelle des résultats et compromis potentiels.

La figure 4 de la page 15 présente un outil basé sur la modélisation des déversements d'hydrocarbures afin de prédire les impacts des techniques de lutte, d'illustrer les compromis et de les comparer avec les « processus naturels » afin d'étayer les décisions sur la sélection et l'optimisation de la stratégie de lutte.

Le tableau 1 à la page 15 fournit une synthèse des avantages et des inconvénients des options habituelles de lutte contre un déversement en surface. Pour en savoir plus, consultez l'annexe 1 à la page 33.

Figure 4 Exemple de données générées par un outil de modélisation des déversements d'hydrocarbures



La modélisation du déversement d'hydrocarbures peut être utilisée afin de comparer les impacts et les compromis des différentes techniques de lutte à une référence.

Table 1 Les avantages et les inconvénients potentiels des options de lutte

Option	Avantages	Inconvénients
Dispersant appliqué dans les eaux de surface offshore	Élimine l'hydrocarbure de surface qui pourrait nuire à la faune et empêche l'hydrocarbure de se propager sur le littoral ; il renforce la biodégradation naturelle de l'hydrocarbure et réduit les vapeurs à la surface de l'eau.	L'hydrocarbure dispersé a le potentiel d'affecter dans un premier temps la faune marine.
Confinement et régénération en mer	Permet l'enlèvement des hydrocarbures avec un impact environnemental minimal.	La régénération mécanique peut s'avérer inefficace et nécessiter des ressources considérables, demeurer limitée en raison des conditions prévalant dans les eaux, avec généralement pas plus de 10 - 20 pourcents d'hydrocarbure récupéré.
Le brûlage in-situ contrôlé	Élimine rapidement de grandes quantités d'hydrocarbures par brûlage contrôlé (in-situ).	Le brûlage présente un risque potentiel pour la sécurité, et réduit localement la qualité de l'air ; les résidus de combustion peuvent être difficiles à récupérer. L'efficacité dépend des caractéristiques de l'hydrocarbure et des conditions prévalant en mer.
Nettoyage du littoral	Restaure sélectivement la valeur environnementale et sociale de des endroits spécifiques en utilisant une variété d'outils.	Les méthodes d'enlèvement agressives ou inappropriées peuvent avoir des conséquences sur les écosystèmes et les organismes individuels.
Les processus naturels	Exploite les processus naturels en termes d'enlèvement de l'hydrocarbure, y compris la biodégradation et évite la mise en œuvre de techniques de nettoyage invasives qui peuvent causer des dommages à l'environnement.	L'enlèvement naturel peut mettre plus de temps à restaurer l'environnement à son état pré-déversement que d'autres techniques d'intervention.

Encadré 2 Obtention de compromis équilibrés —certains exemples

Ces exemples illustrent les types de comparaisons et de compromis qui pourraient s'imposer dans le cadre des scénarios de déversement d'hydrocarbure. Ils ne visent pas à définir la solution privilégiée par le secteur – tous les scénarios doivent être examinés au cas par cas.

Les organismes et les habitats doivent être pris en compte dans le cadre du processus NEBA. La priorité en termes de protection de la faune doit être prise en compte pour les espèces qui ne sont pas en mesure de s'éloigner des zones contaminées, mais aussi pour les organismes et les communautés les plus sensibles, moins abondants, dont le cycle de reproduction est plus long et qui se rétablissent plus lentement. Les habitats sont susceptibles de constituer une priorité en termes de protection, notamment lorsque l'habitat est essentiel pour un ensemble d'organismes et de communautés qui pourraient être touchés par un déversement d'hydrocarbure, et qui seraient susceptibles de se rétablir plus rapidement si l'habitat était préservé dans une large mesure. La NEBA permet de prendre en compte les écosystèmes dans leur ensemble et d'orienter la sélection de l'approche optimale dans les circonstances en question.

Dans certaines juridictions, la protection des stocks halieutiques et des crustacés revêt un niveau de priorité plus important que les plages de sables, les jetées et les cales. La protection des poissons et des crustacés contre les risques de souillage prévaut souvent sur la protection de surfaces en béton ou en sable dur, qui peuvent être nettoyées et se rétablir relativement rapidement.

Les espèces sauvages peuvent parfois revêtir un niveau de priorité plus élevé que la pêche, notamment dans les cas où l'épandage de dispersants réduit la menace à laquelle sont exposés les oiseaux marins, au prix d'une augmentation de l'exposition temporaire des poissons à l'hydrocarbure. La viabilité de la plupart des ressources halieutiques est moins menacée par l'exposition temporaire à l'hydrocarbure que les populations d'oiseaux sont menacées par les nappes de surface.

L'utilisation de dispersants (notamment au large ou en application sous-marine) peut profiter au secteur de la pêche et le protéger dans la mesure où elle pourrait empêcher l'hydrocarbure flottant d'atteindre les zones présentant une densité élevée en poissons, de porter atteinte au cycle de reproduction en cours ou aux stades les plus sensibles du cycle de vie. L'hydrocarbure se diluera et sera biodégradé dans une zone éloignée et moins peuplée au lieu de laisser des nappes persistantes d'hydrocarbure à la surface et dans les zones près des côtes lorsque des espèces sensibles sont présentes en grand nombre.

Illustration

Dans une zone distante où les moyens de lutte sont limités, un scénario de déversement prédit que l'hydrocarbure contaminera une zone de mangroves biologiquement diversifiée dans les prochaines 24 heures. La profondeur de l'eau est de moins de 20 mètres. Il n'y a pas de conchylicultures dans la région, cependant un grand nombre (> 500) de palmipèdes y résident.

Une analyse NEBA analyserait les données, prédirait les résultats et dégagerait des compromis parmi les options de lutte disponibles, et permettrait probablement d'identifier l'épandage rapide de dispersants comme la stratégie optimale de lutte, malgré les inconvénients de l'épandage en eaux peu profondes et la contamination potentielle des herbiers marins et des coraux, afin de réduire l'impact potentiel à long terme sur la mangrove sensible et de réduire le risque de contamination des oiseaux par l'hydrocarbure en surface.

Cet exemple se base sur l'expérience du Tropical Oil Pollution Investigations in Coastal Systems (TROPICS) ou Enquêtes sur la pollution par les hydrocarbures tropicaux dans les systèmes côtiers, menée à Panama (Ballou et al., 1989), qui a permis d'établir que, pour un scénario similaire, même si l'épandage des dispersants dans les eaux profondes semblait être l'option proposant le bénéfice écologique le plus important, lorsque ce n'est pas possible, l'adoption du compromis d'épandage dans les eaux peu profondes, faisant cependant courir un risque aux herbiers marins et aux coraux, constituerait une meilleure solution que de ne rien faire et laisser les mangroves être contaminées.

Étape 4 : Sélectionner les meilleures options



À ce stade, les points de vue et les compromis sont pris en compte afin de sélectionner la stratégie de lutte optimale pour le scénario de planification et les conditions prévalant dans le cadre de l'accident.

Avant un déversement, des stratégies de lutte sont élaborées pour chacun des scénarios de planification, et les moyens de lutte sont conçus et élaborés en conséquence. Ces moyens peuvent inclure des plans détaillés, des intervenants compétents, des réserves d'équipement, des contrats avec les organisations de lutte contre les déversements d'hydrocarbure, ainsi que l'obtention des autorisations pour la mise en œuvre de techniques de lutte spécifiques.

Au cours d'un déversement, cette étape du processus NEBA est mise en œuvre en appui au déploiement et à l'ajustement des ressources de lutte, au fil des changements des conditions, et encadre les décisions sur le fait de savoir si les critères de validation de la lutte sont remplis.

Optimiser la stratégie de lutte

La planification et l'exécution des opérations de lutte visent à mettre en œuvre les techniques qui, à tout moment, présentent le bénéfice net le plus important.

Exemple

Dans le cas des accidents marins offshore, le traitement ou le ramassage de la quantité maximale d'hydrocarbure aussi près de la source que possible, avant qu'il ait la possibilité de vieillir et de se propager, produit le plus grand bénéfice. Au fil du vieillissement et de la propagation de l'hydrocarbure, les autres options de lutte seront moins efficaces, augmentant les risques qu'une quantité plus importante d'hydrocarbure atteigne les zones sensibles ainsi que le littoral, ou qu'elle franchisse des limites administratives ou des frontières.

Afin de compléter l'approche par priorités, d'autres mesures de lutte peuvent être mises en œuvre plus loin de la source et auront une grande chance, dans de telles circonstances, d'améliorer les résultats de la lutte.

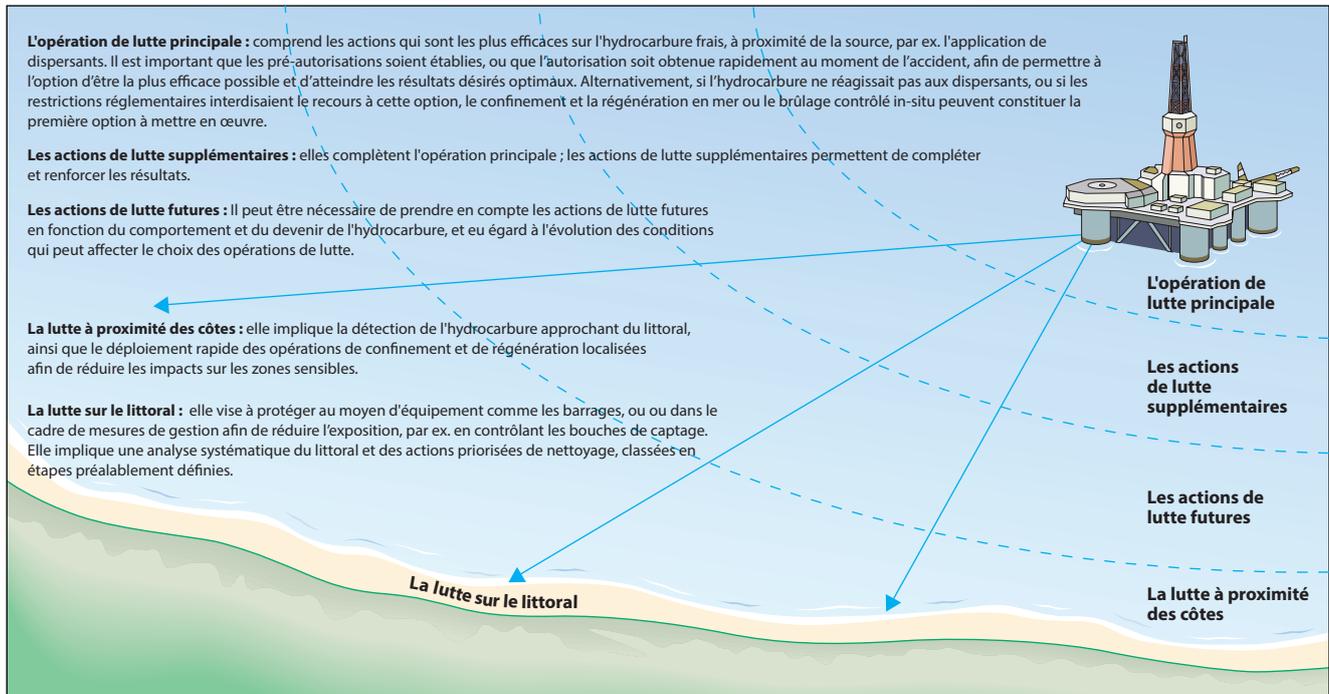
Les opérations près des côtes seront menées dans les zones de priorité élevée afin de réduire les impacts potentiels, et les mesures de protection du littoral seront plus généralement mises en place sur les sites classés prioritaires où leur chance de succès est réelle.

Sur les côtes contaminées, les conditions du souillage doivent être systématiquement confirmées afin que les intervenants puissent déterminer les priorités et les techniques de nettoyage qui permettent d'atteindre les résultats optimaux tout en réduisant les dommages futurs.

Cette approche est souvent désignée comme « cône de réponse » dans le cadre de laquelle les options de lutte les plus efficaces et avantageuses sont mises en œuvre au plus près de la source, alors que les actions complémentaires sont réalisées en rayonnant à partir de cet endroit (voir la figure 5 à la page 18).

Au fil des évolutions du scénario de déversement et des effets positifs des mesures de lutte, les concentrations restantes d'hydrocarbure continueront de diminuer. Pour chaque volet de la lutte, à un moment donné, les mesures ne produiront plus que des bénéfices marginaux, voire plus aucun bénéfice, il convient alors d'y mettre fin, d'autres options de lutte pouvant, dans certains, prendre le relais.

Figure 5 Options de lutte optimisées—parfois intitulées « cône de réponse »



L'application du processus NEBA au fil de la lutte permet aux parties prenantes de déterminer et convenir des critères de validation de la lutte de manière anticipée et systématique. Cela permet d'éviter les activités de nettoyage superflues qui pourraient générer des effets négatifs supplémentaires sur l'environnement.

Par exemple, il arrive souvent un moment où, principalement lors des opérations de nettoyage des côtes, les activités continues de nettoyage sont susceptibles de causer plus de dommages environnementaux que la dégradation naturelle des hydrocarbures restants.

Les caractéristiques d'une stratégie de lutte efficace basée sur une NEBA sont :

- avoir des objectifs clairs des opérations de nettoyage ;
- permettre d'identifier quand les actions mises en œuvre ont atteint les résultats optimaux eu égard aux circonstances ; et
- permettre d'identifier quand la poursuite des actions de nettoyage est susceptible de causer plus de mal que de bien.

Comment la NEBA est-elle appliquée ?

Comment la NEBA est-elle appliquée avant un déversement

Un large éventail de données est compilé et évalué durant les étapes initiales du processus de planification d'urgence, et alimente directement le processus NEBA (voir l'annexe 2). Ceci implique de définir un groupe équilibré de scénarios de planification qui collectivement correspondent aux risques du déversement d'hydrocarbure et aux enjeux de la lutte dans le cadre de la planification.

Les scénarios de planification constituent une base de planification d'urgence reconnue à l'évaluation des risques du déversement d'hydrocarbure. En substance, un scénario contient la description d'un déversement d'hydrocarbure spécifique et son évolution probable, y compris :

- le type de déversement et les propriétés réelles ou prédites de l'hydrocarbure ;
- les prédictions en termes de mouvement, de comportement et de devenir de l'hydrocarbure déversé ; et
- l'identification des effets environnementaux potentiels, et des effets socio-économiques potentiels dans les juridictions qui les intègrent à leur processus NEBA, afin d'évaluer leur importance en vue d'une protection et d'une lutte prioritaires.

Parmi ce large éventail de scénarios de planification d'urgence utilisés dans le cadre de différentes activités du secteur des hydrocarbures, il n'existe pas de mesure unique offrant la précision requise. Les planificateurs d'urgence doivent collecter des données suffisantes afin de collaborer de manière constructive avec les parties prenantes appropriées en vue de l'élaboration de la stratégie de lutte et du processus NEBA, mais aussi pour être en mesure de prendre des décisions éclairées qui pourront être justifiées si ultérieurement soumises à un examen.

Les scénarios élaborés durant le processus de planification d'urgence visent à représenter un large éventail de déversements d'hydrocarbure possible. Cependant, même les scénarios les mieux élaborés contiennent nécessairement des suppositions. Par exemple, une société pétrolière se livrant à des activités d'exploration pourrait ne pas disposer d'échantillons d'hydrocarbures à partir desquels déterminer les propriétés nécessaires à la modélisation d'un déversement d'hydrocarbure. Dans de tels cas, un hydrocarbure semblable peut être sélectionné depuis une base de données, sur la base d'une prévision du produit susceptible d'être rencontré. La prévision peut s'appuyer sur ce qui peut être modélisé ou déduit des analyses de données sismiques ou de données issues des gisements avoisinants. Cette approche requiert de nombreuses suppositions qui doivent être dûment documentées.

Lorsque le processus NEBA est mis en œuvre et que plusieurs suppositions ont été formulées sur les données de base, une attention particulière doit être portée afin que la stratégie sélectionnée garde une grande flexibilité et adaptabilité.

Pour reprendre l'exemple ci-dessus, caractérisé par une incertitude sur le type d'hydrocarbure que l'on peut rencontrer, une société pétrolière peut choisir d'organiser la composante offshore de confinement et de régénération d'une stratégie de lutte autour d'équipements de récupération qui peuvent être facilement adaptés à une vaste gamme d'hydrocarbures susceptibles d'être rencontrés.



Les forums organisés pour faciliter l'engagement des parties-prenantes durant la planification et les exercices contribuent à la mise en place de communications et relations plus efficaces.

En comprenant l'impact potentiel des suppositions formulées sur des données de base, il est important que les experts collaborent avec les parties prenantes durant le processus NEBA, afin d'établir une approche commune, d'harmoniser et de parvenir à un consensus sur le fait de savoir comment le bénéfice écologique net optimal peut être garanti pour un scénario de déversement donné.

Lors du processus de planification d'urgence, il y a suffisamment de temps pour permettre l'engagement d'un grand nombre de parties prenantes, et pour examiner les compromis sur des bases scientifiques, sans le poids des émotions qui peuvent parfois influencer la prise de décisions lors d'un déversement.

La mise en œuvre effective du processus NEBA avant un déversement s'appuie sur des accords préalables sur les options de lutte, et notamment sur l'obtention des autorisations officielles, conditionnelles ou moins formelles des autorités réglementaires si cela était requis. Cela signifie que, en cas de déversement d'hydrocarbure, les suppositions sous-jacentes utilisées dans la NEBA originale peuvent être validées et les techniques préautorisées mises en œuvre dans un délai minimal.

Tableau 2 Exemples de scénarios de planification, de stratégies de lutte et de considérations en matière de NEBA qui sont susceptibles de s'appliquer dans diverses circonstances

Le contexte opérationnel : une cuve de stockage d'hydrocarbures bruts sur terre	
Scénario de planification 1 :	L'hydrocarbure est déversé dans une zone close de mur et contenu.
Stratégie de lutte :	La stratégie est définie de façon simple et précise et englobe l'échelle de temps du scénario de planification dans son intégralité. Elle requière des techniques limitées, par exemple : pompage et stockage temporaire, avec les ressources disponibles sur place pour la régénération mécanique / enlèvement physique, ainsi qu'une structure de commandement de l'accident.
Considérations en matière de NEBA :	Les parties-prenantes sont restreintes au personnel de l'installation ; les sensibilités sont minimales et identifiées. La portée des considérations supplémentaires en matière de NEBA durant la lutte est limitée, en comparaison de celles d'ores et déjà prises en compte dans le cadre de la phase de préparation.
Scénario de planification 2 :	Le déversement inonde les zones protégées, atteint la zone voisine au-delà des frontières du site et pénètre dans un cours d'eau.
La stratégie de lutte :	La stratégie implique une combinaison de techniques de lutte terrestres, par exemple la mise en place de barrages pour éviter toute propagation ultérieure, le pompage de l'hydrocarbure libre flottant, et l'élimination physique de la surface du sol et des berges des rivières.
Considérations en matière de NEBA :	Un large éventail de parties-prenantes doit être mobilisé, et notamment les agences réglementaires et les communautés locales. Il peut être nécessaire de prendre en considération toute une série de ressources environnementales et de sensibilités socio-économiques en vue d'une protection prioritaire et d'un nettoyage approprié.
Le contexte opérationnel : les pipelines terrestres d'hydrocarbures bruts franchissant les frontières internationales	
Scénarios de planification :	Plusieurs scénarios représentatifs sont concernés et incluent notamment les stations de pompage du pipeline, la zone de stockage intermédiaire, les terminaux etc., et les déversements d'hydrocarbure qui sont susceptibles de contaminer les rivières et les plans d'eau, les zones urbaines/industrielles, des espaces agricoles et des équipements collectifs ainsi que des zones importantes sur le plan écologique.
Stratégie de lutte :	Une stratégie de lutte globale de haut niveau pour le pipeline avec une planification générique pour différentes situations de déversement d'hydrocarbure ainsi que la planification et les stratégies de lutte supplémentaires spécifiques au site pour les zones prioritaires identifiées. Elle inclut un éventail de techniques de lutte appropriées pour les configurations terrestres ou de cours d'eau.
Considérations en matière de NEBA :	Il existe d'importantes sensibilités socio-économiques et environnementales. Différentes formes d'engagement par les parties prenantes sont potentiellement requises, les considérations en matière de NEBA étant traitées afin d'encadrer les décisions appropriées en matière de lutte à l'égard du pipeline dans son ensemble mais aussi à des emplacements spécifiques au site.

Comment la NEBA peut-elle être appliquée après le déversement

Lorsqu'un déversement survient, la rapidité dans la sélection et l'optimisation de la stratégie et dans le déploiement des ressources de lutte constitue un facteur de succès essentiel.

Le processus NEBA utilisé durant un déversement est le même que celui mené durant la phase de planification ; cependant, un seul scénario doit être traité, et les circonstances de l'accident étant connues, le niveau d'incertitude s'en trouve réduit – par exemple, le type et la quantité de produit déversé peuvent généralement être rapidement constatés et les intervenants ont connaissance des conditions et prévisions météorologiques et océanographiques, ce qui signifie que les effets potentiels de l'hydrocarbure peuvent être prédits avec un haut degré de certitude.

Cependant, eu égard aux contraintes de temps durant un déversement, les décisions doivent être adoptées rapidement, parfois sur le fondement de données incomplètes. Dans tous les cas, sauf les situations de déversement prolongé, la collecte de données essentielles supplémentaires – par exemple sur les sensibilités écologiques et socio-économiques – ne saurait être possible dans le cadre des délais impartis.

Même à l'occasion des déversements dans le cadre desquels la planification d'urgence a été mise en œuvre et les parties prenantes ont été impliquées tout au long du processus, les spécificités de l'accident risquent d'avoir une incidence et de modifier les priorités préalablement définies en termes de protection ou de compromis acceptable.

À l'occasion d'un déversement, le processus NEBA est cyclique, et répété au fur et à mesure que les données deviennent disponibles ou sont mises à jour, ou que les conditions évoluent. Par exemple, la surveillance, la modélisation et la visualisation d'un déversement et des activités de lutte génèrent des données qui sont intégrées au processus NEBA. Elles sont utilisées pour étayer la validation ou l'adaptation de la stratégie de lutte, et au final pour définir les critères de validation de la lutte.

Les déversements lorsqu'une planification d'urgence a été définie

S'agissant des déversements là où une planification d'urgence a été mise en place et dans le cadre de laquelle les parties prenantes ont préautorisé les différentes options de lutte, le point de départ de la mise en œuvre de la lutte consiste à sélectionner le scénario de planification qui correspond le mieux aux spécificités du déversement.

Lorsque le déversement correspond étroitement à un scénario de la planification, les hypothèses et les paramètres du scénario de planification ainsi que la NEBA subséquente peuvent être validés, permettant ainsi la mise en œuvre rapide des stratégies de lutte préautorisées.

Durant les premières phases d'un déversement, la surveillance et la modélisation des trajectoires, s'appuyant sur les conditions et les prévisions météorologiques et océanographiques, permettent de prédire avec une fiabilité relativement élevée la zone géographique qui sera probablement touchée. À partir de ces informations, la priorisation des ressources sensibles peut être confirmée en collaboration avec les parties-prenantes, pendant que les ressources de lutte peuvent être déployées tel que prescrit par la stratégie de lutte.

Par exemple, lorsque l'hydrocarbure déversé est sensible au dispersant et/ou au brûlage in-situ contrôlé, pouvoir mobiliser rapidement les ressources, dans les conditions prédéfinies par les parties prenantes et les autorités réglementaires, permet d'optimiser l'efficacité de ces techniques et d'obtenir un bénéfice écologique net optimal. Des délais dans l'épandage des dispersants ou la mise en œuvre d'un brûlage in-situ alors que des

demandes d'autorisations sont en cours, peut faire manquer la période propice, et d'autres techniques moins efficaces devront alors être mises en œuvre à la place, générant au final un bénéfice écologique net moindre.

Si un déversement, sensiblement différent des scénarios de planification, survenait, les résultats de la NEBA pour le scénario le plus représentatif seraient révisés, sur la base des données empiriques collectées à l'occasion du déversement. Les parties prenantes connaîtront déjà la plupart des informations de base, ce qui facilitera le processus de mise à jour de la NEBA et de définition d'une nouvelle stratégie de lutte optimale à mettre en œuvre.

Les déversements dans le cadre desquels une planification d'urgence n'a pas été mise en œuvre

Lors de déversements où aucune planification d'urgence – ou alors seulement une planification restreinte – n'a été définie, le rôle de la NEBA dans la sélection des stratégies de lutte reste le même ; cependant, le processus doit être mené sous la pression des contraintes de temps, et la qualité des résultats peut être affectée par le peu de données disponibles sur lesquelles prendre les décisions. Cependant, il existe toujours des connaissances ainsi qu'une expertise fiables et approfondies sur le fait de savoir comment les déversements d'hydrocarbure sont susceptibles d'affecter l'environnement et comment les différentes options de lutte peuvent générer des bénéfices dans des circonstances différentes.

En présence de données trop limitées pour alimenter le processus NEBA, la stratégie de lutte peut être sélectionnée sur la base de la rapidité de déploiement des options qui sont susceptibles d'être efficaces, viables et légales, afin d'éviter tout retard dans la mise en œuvre de la lutte. La sélection de la stratégie de lutte peut s'appuyer avant tout sur l'opinion professionnelle des experts en matière de lutte et des parties prenantes sur quelles options produiront le bénéfice écologique net optimal. Ensuite, une fois que les données complémentaires ont été assimilées, une NEBA plus détaillée peut être mise en place et la stratégie de lutte initiale adaptée.

Dans le cadre d'un déversement où une planification préalable limitée a été définie, la modélisation des trajectoires peut généralement toujours être réalisée avec un certain degré de fiabilité ; cependant, la disponibilité des données ainsi que la qualité des informations en matière de sensibilité pourraient être limitées, renforçant ainsi potentiellement le caractère subjectif de la prédiction de l'impact du déversement et la priorisation des sites sensibles devant être protégés.

Dans de telles circonstances, la participation des parties prenantes clés – et en particulier de l'autorité réglementaire ou des autres représentants des autorités – est essentielle afin que les décisions puissent être adoptées rapidement. Parvenir, durant un déversement, à un consensus sur les priorités en termes de protection et l'obtention de compromis équilibrés, constituent un exercice difficile si les plans d'urgence ne sont pas en place ou si les parties prenantes n'ont pas participé au processus de planification d'urgence.

Dans ces circonstances, il est important que le manque de données disponibles ne retarde pas la procédure de sélection et de mise en œuvre de la stratégie de lutte. Les retards dans la prise de décision peuvent donner lieu au déploiement de techniques de lutte moins optimales ; par exemple, durant les premiers jours du déversement, la période idéale peut passer rapidement, limitant les options de lutte à celles susceptibles de générer un bénéfice écologique net moindre.

Dans certaines circonstances, il est peu réaliste de mettre en œuvre une procédure de planification d'urgence détaillée pour l'intégralité de la zone géographique dans laquelle un déversement est susceptible de survenir. Par exemple, lors de la planification d'urgence des déversements d'hydrocarbure depuis des navires, qui peut impliquer des itinéraires de navigation qui s'étendent sur des centaines voire des milliers de kilomètres, il sera impossible de collecter des informations détaillées en termes de sensibilité pour chaque endroit situé le long de l'itinéraire. Sauf si la réglementation locale en dispose autrement, les planificateurs formulent

Encadré 3 *Lutte contre le déversement du Torrey Canyon, 1967*

Le déversement du pétrolier *Torrey Canyon* est survenu en 1967 au Sud-Ouest de l'Angleterre, souillant gravement les côtes, principalement britanniques et françaises.

Des agents chimiques qui ne seraient plus utilisés aujourd'hui ont été appliqués aux côtes rocheuses où leur impact sur l'hydrocarbure a été très faible, mais ont eu un effet négatif considérable sur les patelles et les autres ressources côtières. La régénération biologique des côtes rocheuses affectées par l'accident a nécessité plus de temps que la régénération d'autres sites, au sein desquels des méthodes de nettoyage moins intensives ont été mises en œuvre (Southward et Southward, 1978).

De nombreux enseignements ont été tirés de la lutte contre le déversement du *Torrey Canyon*, y compris comment les déversements affectent les habitats côtiers, les méthodes de nettoyage efficaces pour différents types de côtes et de circonstances de souillage, ainsi que des méthodes permettant d'équilibrer les priorités et de sélectionner la technique la plus appropriée.

La lutte contre le déversement du *Torrey Canyon* est antérieure au processus NEBA moderne. Elle illustre comment la mauvaise compréhension des impacts potentiels d'un hydrocarbure et des techniques de nettoyage appropriées a empêché l'adoption de décisions judicieuses en matière de lutte, et a sérieusement compromis le choix d'une stratégie de lutte optimisant le bénéfice écologique net global.

généralement des suppositions d'ordre général dans le cadre de la NEBA et maintiennent l'accès à un éventail de moyens de lutte qui correspondent à une large variété de circonstances potentielles. Au début d'un déversement d'hydrocarbure, une évaluation rapide des circonstances spécifiques est réalisée, et les stratégies de lutte présélectionnées sont déployées rapidement et de manière flexible.

Déterminer les critères de validation de la lutte

La procédure de la NEBA encadre la détermination des critères de validation de la lutte via une évaluation continue des données recueillies dans le cadre d'un suivi de l'efficacité de la lutte et des conditions évoluant.

Les critères de validation de la lutte sont les critères spécifiques attribués à une zone géographique spécifique (par ex. un segment de côte contaminé) qui signale quand un traitement suffisant a été administré.

Les quatre étapes du processus NEBA encadrent la détermination des critères de validation de la lutte en :

- **Compilation et évaluation les données** générés dans le cadre des programmes de suivi (par ex. SMART⁴, SCAT⁵), et l'évaluation de l'implication de chaque exigence ou seuil réglementaire.
- **Prédiction des résultats**, à savoir, en comparer les effets d'une « activité sans lutte » avec les différentes combinaisons d'options de lutte mises en œuvre / adaptées.
- **Obtention de compromis équilibrés** des options de lutte, notamment en se demandant si la poursuite des activités de nettoyage est susceptible de présenter une efficacité réduite et de causer des impacts indésirables sur l'environnement.
- **Sélection la meilleure option** en définissant le point auquel les opérations actives de lutte devront cesser.

Lorsque les critères de validation de la lutte sont remplis, les processus naturels se poursuivront, un programme de suivi pourrait s'avérer utile pour surveiller les évolutions de la situation.

⁴ SMART = Special Monitoring of Applied Response Technologies (Suivi spécial des technologies de lutte appliquées)

⁵ SCAT = Shoreline Clean-up Assessment Technique (Technique d'évaluation de la pollution du littoral en vue du nettoyage)

Études de cas

Étude de cas 1 : Comment la NEBA a été appliquée à l'occasion des déversements causés par des navires

Cette étude de cas compare les opérations de lutte contre deux accidents majeurs impliquant des tankers d'hydrocarbure brut, chacun d'entre eux s'échouant à l'entrée de ports maritimes majeurs sous l'action de vents forts et d'une forte houle, déversant respectivement environ 30 000 et 70 000 tonnes d'hydrocarbure brut. Lors du premier accident, aucun plan d'urgence, et donc aucun processus NEBA n'était en place ; en comparaison, lors du second accident, un processus NEBA avait été intégré à un plan de lutte contre le déversement d'hydrocarbure.

L'accident du *Tasman Spirit*

Un accident survenu en juillet 2003 sur les côtes de Karachi, au Pakistan, illustre l'importance de prendre en compte les pour et les contre des différentes stratégies de lutte et de se préparer à leur mise en œuvre avant un accident. Le *Tasman Spirit*, un tanker chargé, s'est échoué à proximité de l'entrée du port de Karachi. Les tentatives visant à remettre le tanker en eau ont échouées et, avant que la totalité de l'hydrocarbure n'ait pu être pompée, la structure du bateau s'est rompue entraînant le déversement de 27 000 t d'hydrocarbure brut.



Le Tasman Spirit, un tanker chargé, s'est échoué à proximité de l'entrée dans le port de Karachi en juillet 2003.

OSRI

Le Pakistan a ratifié la Convention OPRC mais n'avait pas mis en place de Plan National d'Intervention d'Urgence (PNIU) au moment de l'accident. Par conséquent, les approches NEBA n'ont pas été intégrées au processus décisionnel avant le déversement. Les autorités nationales ont été critiquées pour leur manque de préparation, cependant, des opérations de lutte ont été mises en place en collaboration avec l'armateur et leurs assureurs de protection et indemnisation, assistés du propriétaire du fret, qui était un local.

La gravité de l'accident, la présence de vents de mousson, et le risque que l'hydrocarbure atteigne le delta de l'Indus – une zone vaste composée de mangroves et une zone de reproduction importante pour la pêche – ont justifié la mise en place d'une NEBA concernant l'utilisation de dispersants. Les plans régissant le recours aux dispersants en situation d'urgence n'avaient pas été adoptés par le Pakistan, si bien qu'il a été nécessaire de solliciter l'autorisation de manière improvisée afin d'acheminer l'aéronef pour l'épandage des dispersants de Singapour et des stocks de dispersants du Royaume-Uni. Le bateau s'est brisé le soir précédant l'arrivée de l'avion, et les dispersants ont été répandus sur l'hydrocarbure flottant durant le jour suivant. Dans ce contexte d'eaux peu profondes et de proximité du navire au littoral, il s'est avéré nécessaire d'appliquer les principes de la NEBA de manière constante afin d'évaluer si l'application de dispersants générerait un bénéfice écologique net. Après plusieurs survols, L'épandage des dispersants a été interrompu, dans la

mesure où la plus grande quantité d'hydrocarbure s'écoulait en-dessous de la ligne de flottaison du navire et se dispersait naturellement. Il était également clair que l'hydrocarbure échoué sur les plages ne migrerait pas vers le delta de l'Indus, dans la mesure où la granulométrie du sédiment retenait de manière efficace l'hydrocarbure sur la plage.

L'armateur a également organisé la livraison par avion de barrages flottants et de récupérateurs au Pakistan afin d'aider les autorités. À l'instar de l'autorisation de recours aux dispersants, le dédouanement a été réalisé de manière improvisée mais a causé certains retards, notamment lors de la livraison de l'équipement mais aussi et surtout à l'occasion de son retour après la fin des opérations de lutte. Les tentatives visant à déployer l'équipement ont été entravées par un soutien logistique inadéquat au niveau local, et la plupart des équipements livrés au Pakistan n'ont pu être utilisés de manière efficace.

À défaut de plan d'urgence efficace intégrant les principes NEBA, il n'était pas possible de mobiliser les parties prenantes dans la procédure de planification pour un déversement de ce type. Comme les responsabilités des différentes autorités locales et nationales pakistanaises en matière de prise de décision dans une situation d'urgence n'étaient pas claires, les décisions sur les stratégies de lutte qui devaient être mises en œuvre ont été adoptées en collaboration avec les autorités de manière improvisée. La NEBA a été mise en place sur la base de l'expertise existante sur la zone et des expériences précédentes dans la mise en œuvre des différentes stratégies de lutte.

L'accident du *Sea Empress*

Contrairement à l'accident du *Tasman Spirit*, l'échouement du pétrolier *Sea Empress* est survenu dans les eaux d'un État côtier membre de l'UE, qui avait adopté une approche NEBA intégrée à la procédure décisionnelle. L'accident du *Sea Empress* est survenu le 15 février 1996 (SEEEC, 1998) dans les eaux britanniques et a permis une étude de cas utile sur comment une approche NEBA intégrée permet de réduire les impacts d'un déversement important depuis un tanker d'hydrocarbure brut.



OSRL

Le Sea Empress s'est échoué le 15 février 1996 à l'entrée de la voie navigable de Milford Haven dans le Pembrokeshire, Pays de Galles.

L'hydrocarbure s'est déversé pendant sept jours ; au début, sous les effets conjugués des vents et des marées, l'hydrocarbure était emporté en mer. Comme le recours aux dispersants fait partie du plan d'urgence national (PNIU), les propriétés de l'hydrocarbure déversé avaient été déterminées avant le déversement. Les autorités savaient donc que pour des vents de force 4 à 6, l'hydrocarbure brut se prêterait à la dispersion dans la colonne d'eau par application sur l'hydrocarbure brut fraîchement déversé, dans les premières 48 heures, ou plus s'il restait en surface.

Eu égard à l'état de la mer, l'autorité nationale a estimé que la régénération mécanique ne permettait pas de récupérer de plus de 5 à 10 % de l'hydrocarbure déversé ; en pratique, seuls 1 à 3 % de l'hydrocarbure déversé ont été récupérés en mer (SEEEC, 1998 ; Lunel *et al.*, 1996). Le brûlage de l'hydrocarbure en mer ne constituait pas une option envisagée par le PNIU britannique. Au fil de la modélisation, il a été établi que les vents et les marées allaient acheminer l'hydrocarbure dispersé dans la colonne d'eau plus au large, dans les zones où la profondeur dépasse 20 mètres.

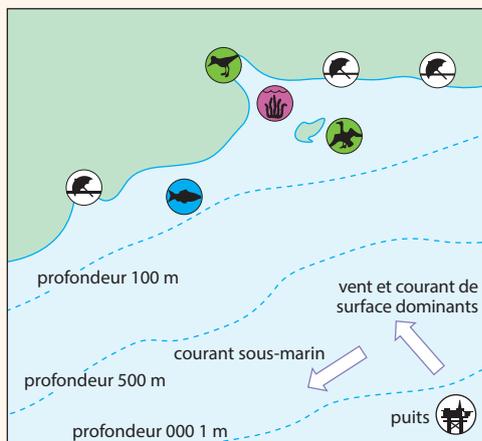
L'autorité nationale a estimé que la mise en œuvre d'une opération rapide d'épandage des dispersants allait générer un bénéfice écologique net, dans la mesure où les concentrations d'hydrocarbures dispersés allaient se diluer rapidement ; si au contraire, si l'hydrocarbure était laissé à la surface en attente de son émulsion, le volume de la nappe d'hydrocarbure en surface risquerait d'être multiplié par quatre ou cinq. L'analyse NEBA réalisée par l'autorité suggérait qu'en résultante de l'émulsification de l'hydrocarbure qui n'aurait pu être récupéré avant que le vent ne change de direction, il existait une forte probabilité que, s'il fallait s'appuyer exclusivement sur la régénération mécanique, l'hydrocarbure resterait à la surface sous forme d'une nappe d'environ 100 000 tonnes et viendrait s'échouer sur le littoral lorsque les vents tourneraient sous une semaine. L'analyse NEBA a permis de déterminer que les impacts environnementaux et économiques de plus de 100 000 tonnes d'émulsion du type eau dans l'hydrocarbure s'échouant sur les côtes, dépassent largement l'impact localisé potentiel de l'épandage de 28 000 tonnes d'hydrocarbure brut dans des eaux d'une profondeur supérieure à 20 mètres. (Lunel *et al.*, 1996). Eu égard au type d'hydrocarbure, les conditions météorologiques qui prévalaient alors et la mise en œuvre anticipée d'une opération d'épandage de 445 tonnes de dispersant, seulement 2 à 6 % de l'hydrocarbure déversé se sont échoués sur les côtes (SEEEC, 1998 ; Lunel *et al.*, 1996).

Résumé

La comparaison des études de cas du *Sea Empress* et du *Tasman Spirit*, permettent d'illustrer comment l'approche NEBA intégrée au Plan national d'urgence permet à une autorité nationale bien préparée de réduire de manière efficace les impacts environnementaux et économiques notamment dans le cas d'un pétrolier sinistré.

Étude de cas 2 : Comment la NEBA peut-elle être utilisée pour justifier l'injection sous-marine de dispersants

Un puits d'exploration a été victime d'une perte de contrôle impliquant une panne du bloc obturateur. Du pétrole et des gaz bruts ont été déversés, le débit du pétrole étant estimé à 3 000 m³ (19 000 barils) par jour.



- Le puits se situe à une profondeur de 1 100 mètres.
- Les nappes de surface d'hydrocarbure dérivent vers le littoral sous l'action d'un vent dominant de 15 nœuds et des courants de surface.
- Les courants sous-marins s'écoulent parallèlement à la côte.
- Les vagues font environ 1,5 mètre.
- Des zones de pêche se trouvent près de la côte et des herbiers marins se situent dans les eaux peu profondes.
- Les ressources côtières qui sont susceptibles d'être touchées par l'hydrocarbure incluent une vasière estuarienne qui accueille une population importante d'échassiers. Une île offshore accueille une colonie d'oiseaux marins. Trois complexes touristiques renommés se trouvent à proximité.

Synthèse de la NEBA

Évaluer les données

Sans intervention, et dans le cadre des conditions dominantes, la modélisation prédit une probabilité de 80 % que le pétrole déversé en surface atteigne les côtes, et qu'il atteigne la côte après 4 jours. Durant cette période, le pétrole déversé « vieillirait » progressivement et s'émulsifierait. Le volume de pétrole déversé diminuerait dans un premier temps en raison des pertes par évaporation, pour augmenter par la suite sous l'action de l'émulsification. En conséquence, jusqu'à 10 000 m³ par jour de pétrole émulsionné pourraient menacer la côte après 4 jours. Le gaz déversé dans les liquides du puits serait dissous avant de remonter à la surface.

Prédire les résultats

Les ressources sensibles à proximité des côtes et sur les côtes sont très nombreuses et leur protection contre l'hydrocarbure générerait un bénéfice écologique élevé. La vasière estuarienne est productive sur le plan biologique et difficile à protéger à l'aide de barrages flottants ou à nettoyer en cas de contamination. Les colonies d'oiseaux marins ne contiennent pas d'espèces menacées mais renforcent le caractère attractif à l'égard des touristes, donnant notamment lieu à des passages quotidiens en bateau. Les complexes touristiques contribuent de manière significative à l'économie régionale, en misant sur les plages de sable et les sports aquatiques à la popularité croissante. Le tourisme est saisonnier, cependant ce scénario tombe en pleine saison. La menace des plages pourrait provoquer des perturbations immédiates significatives, porter atteinte à la renommée de la zone et de réduire le nombre de réservations dans le futur. Les activités de pêche côtières revêtent une grande importance au niveau local mais négligeables sur le plan économique par rapport au tourisme.

Obtenir des compromis équilibrés

Des activités de confinement ou de régénération en mer ou de brûlage in-situ isolées ne sauraient permettre le traitement des quantités d'hydrocarbure déversées dans les délais impartis. L'épandage de dispersants en surface est possible ; selon les tests réalisés, l'hydrocarbure brut se prête à l'utilisation de dispersants avant l'émulsion, la période propice s'étendant sur environ 24 heures. Les conditions dominantes se prêtent à l'utilisation des dispersants, avec notamment des vagues de 1,5 mètre de hauteur et des vents de 15 nœuds. Cependant, l'hydrocarbure en surface risque de s'étendre et de se morceler rapidement, devenant difficile à trouver et traiter au moyen d'un ensemble de navires et de systèmes aériens. Environ 150 m³ de dispersants devraient être appliqués chaque jour, sur le fondement d'un rapport dispersant / hydrocarbure (ou « dispersant to oil ratio », DOR, en anglais) de 1 : 20. Un système aérien d'application, disponible dans les 24 heures, permet de pulvériser jusqu'à 100 m³ de dispersants par jour. Les premières opérations de lutte peuvent être lancées depuis un navire d'astreinte doté d'un système d'épandage et d'un stock de 5 m³ de dispersants.

La mobilisation d'un système d'injection sous-marine de dispersants dans le cadre d'une lutte de fermeture de puits pourrait permettre la mise en œuvre du traitement dans un délai de sept jours, les dispersants provenant des stocks mondiaux. L'injection au niveau du puits pourrait renforcer de manière significative le ciblage des opérations d'épandage de dispersants et le volume d'hydrocarbure dispersé. Le DOR pourrait être porté à 1 : 50 ou moins, réduisant ainsi le volume de dispersants utilisés par jour de plus de 50 %. De manière générale, l'application de dispersants en surface pourrait être réduite et potentiellement limitée à la zone autour de la tête du puits, si nécessaire, afin de ramener les concentrations de composés organiques volatils à des niveaux non toxiques pour les travailleurs à bord des navires à proximité engagés dans les activités de contrôle de la source.

Dans la présente étude de cas, nous supposons que le l'augmentation d'hydrocarbure dispersé en profondeur via une injection de dispersant exposerait la faune marine à un risque accru à quelques kilomètres autour du puits. Cependant, la dilution de l'hydrocarbure dispersé pourrait (i) réduire la concentration en deçà des niveaux de toxicités envisagés dans la zone la plus étendue, (ii) renforcer le processus de biodégradation et (iii) réduire de manière significative le souillage des zones côtières sensibles.

Le puits devrait être fermé dans un délai de 15 jours.

Sélectionner les meilleures options

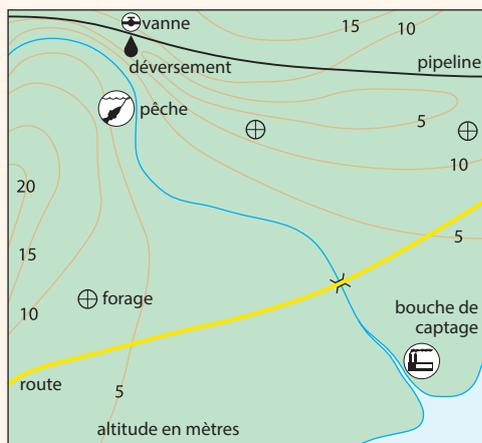
L'utilisation initiale de dispersants de surface sur l'hydrocarbure flottant dispersé, suivi par l'injection sous-marine dès que possible, pourrait s'avérer efficace et constituer le premier outil de lutte.

Les opérations de confinement et de régénération sur les côtes et à proximité des côtes pourraient être mises en œuvre et cibler les zones écologiquement sensibles environnantes.

Les opérations d'évaluation et de nettoyage des côtes devront être mises en œuvre à l'égard des côtes contaminées.

Étude de cas 3 : Comment la NEBA peut-elle être appliquée à un déversement de pipeline à l'intérieur des terres.

Un pipeline terrestre transportant des hydrocarbures bruts a subi un dommage au niveau d'une vanne de sectionnement, générant une fuite d'hydrocarbure estimée à 100 m³ contaminant le terrain. Le système d'alarme de pression du pipeline n'a pas rempli ses fonctions : un fermier local a alerté la société gérant le pipeline.



- La pipeline se situe au-dessus du sol.
- Il se situe dans une zone rurale éloignée à l'accès difficile.
- Les cultures constituent l'affectation première des terres à proximité.
- Des forages sont utilisés pour le captage et l'irrigation des cultures.
- La géologie sous-jacente est dominée par l'argile dans la nature.
- Il existe une rivière à faible débit 200 mètres en contrebas, présentant un précieux stock de saumons.
- Le port, situé à 6 km en aval de la rivière est équipé de bouches de captage d'eau industrielles.

Synthèse de la NEBA

Évaluer les données

Sans intervention, la modélisation indique que la rivière sera très probablement touchée (probabilité > 80 %) dans un délai de trois jours, et la nappe phréatique sera contaminée par pénétration verticale en environ deux jours.

Les stocks halieutiques revêtent une valeur économique significative pour la région notamment dans le cadre du tourisme de pêche national et international. Les cultures arables présentent un rendement et une valeur relativement faible dans la région.

Prédire les résultats possibles et évaluer les options de lutte potentielles

Les cultures agricoles pourraient être contaminées, cependant, avec un plan de réhabilitation rigoureux, les cultures ne seraient, à long terme (> 3 ans), pas sévèrement affectées. La flore et la faune de la rivière peuvent être contaminées à court terme et à long terme notamment si l'hydrocarbure contaminait les cours d'eau. La pêche du saumon subirait des impacts sur plus de 5 ans en raison de la destruction d'habitats et du lent écoulement continu d'hydrocarbure dans la rivière depuis les terres sous-jacentes et limitrophes.

Protéger la rivière contre la contamination devrait constituer la principale stratégie de lutte afin de garantir la survie de la pêche au saumon à long terme et promouvoir les bénéfices financiers et environnementaux. Une contamination des sols limitée pourrait en outre réduire tout impact potentiel sur les cultures et les stocks vivants à court et long terme.

L'option de *regroupement* pourrait couvrir une surface d'environ 8 m² pour une épaisseur moyenne d'1,5 mètre alors que l'option d'*épandage* pourrait couvrir une surface d'environ ~140 m² pour une épaisseur moyenne de 0,5 cm.

Obtenir des compromis équilibrés

L'option 1 de stratégie de lutte (regroupement) : Acheminer l'hydrocarbure vers une dépression naturelle entre le pipeline et la rivière, où il peut former une couche de deux mètres. Cela permettrait un confinement rapide de l'hydrocarbure, qui contaminerait ainsi une surface réduite et serait ainsi plus facile à récupérer de façon mécanique, avec un impact potentiel moindre sur les cultures / les stocks vivants. Cela entraînerait aussi une diminution du volume des sols contaminés qui exigeraient un traitement à long terme.

L'option 2 de stratégie de lutte (épandage) : Permettre à l'hydrocarbure de se propager sous la forme d'une couche plus fine sur une zone plus vaste à proximité du pipeline endommagé. Le risque de contamination des eaux de surface et des activités de pêche associées est ici moindre, et l'impact potentiel sur les puits d'irrigation des zones agricoles et les nappes phréatiques s'en trouverait réduit. Cela permet en outre de protéger les habitats fluviaux et de réduire le besoin en termes de traitement et de suivi prolongés des nappes phréatiques.

Sélectionner les meilleures options

Les positions et les priorités des parties prenantes locales prévalent, à savoir : limiter les impacts d'un déversement à la plus petite zone possible ; limiter les dommages aux cultures et aux stocks vivants ; et réduire le volume de sol à traiter. Par conséquent, le regroupement a été considéré comme l'option la meilleure. Le principal inconvénient de cette approche était d'augmenter le risque de pénétration du produit dans le sol et de contamination potentielle de la nappe phréatique. Pour y remédier, des moyens de lutte ont été mis en place afin de récupérer rapidement le produit regroupé, dans un délai de 48 heures ; le sol contaminé devait être traité sur site, un plan de suivi de la nappe phréatique a été mis en place.

Engagement des parties prenantes

Les déversements d'hydrocarbure peuvent potentiellement affecter un large éventail de ressources environnementales et socio-économiques sensibles. Il est important de se demander quelles autorités réglementaires, consultants et autres parties prenantes doivent être impliqués durant le processus de planification d'urgence et/ou durant la lutte contre un déversement d'hydrocarbure. De manière générale, les intervenants incluent :

- la partie responsable ;
- les organes gouvernementaux ;
- les parties et communautés potentiellement affectées ;
- les experts en la matière ; et
- les équipes d'intervention d'urgence et les organisations de lutte.

Les planificateurs et intervenants d'urgence devaient établir une stratégie de mobilisation des parties prenantes afin de définir les engagements des différents acteurs et leur niveau de contribution à différentes périodes. Cela est souvent encadré par des exigences réglementaires en termes de planification et / ou de lutte. Une interaction efficace, mise en place en temps utile doit respecter les principes suivants :

- lignes de communication ouvertes ;
- un processus décisionnel transparent ;
- la clarification des politiques (ou des politiques précises régissant les options de lutte) ; et
- des attentes réalistes quant aux résultats de la lutte.

L'industrie doit obtenir les documents suivants des autorités réglementaires compétentes :

- Les stratégies de lutte préautorisées afin de lutter contre un déversement aussi rapidement et efficacement que possible. Elle doit prendre en compte :
 - les exigences en matière d'autorisation des dispersants ;
 - les exigences en matière d'autorisation du brûlage in-situ ; et
 - les ressources de lutte stockées ou les mesures permettant d'accélérer leur mise à disposition.
- Aider à surmonter les obstacles durant la lutte via :
 - un processus décisionnel rapide et neutre ;
 - le partage d'informations objectives ; et
 - la mobilisation de moyens de lutte afin d'inclure l'accélération des transferts transfrontaliers de personnes et d'équipements.
- Une expertise mobilisée avant et pendant un déversement via :
 - des rôles et responsabilités clairement définis ; et
 - la désignation d'autorités opérationnelles parmi les intervenants appropriés seulement, afin d'éviter les distractions.

Conclusion

Le processus d'élaboration d'une stratégie optimale de lutte basée sur l'analyse des bénéfices écologiques nets a continué d'évoluer depuis la mise en œuvre initiale sous forme de concept à l'occasion des opérations de lutte contre les déversements survenus dans les années 80.

Ce guide de bonnes pratiques illustre comment une analyse systématique des bénéfices écologiques nets peut :

- permettre de comprendre les effets potentiels d'un déversement sur diverses ressources environnementales et d'autres ressources ;
- permettre de sélectionner et élaborer diverses options de lutte ; et
- traiter les différents compromis qui peuvent s'avérer nécessaires afin de mettre en œuvre la stratégie de lutte optimale.

Le présent guide souligne en outre l'importance du processus NEBA dès que la lutte est lancée, en termes de suivi de l'efficacité des activités de lutte et de détermination des critères de validation.

Toute activité de lutte bien gérée est caractérisée par les éléments suivants :

- la sécurité avant tout ;
- la NEBA est régulièrement revue au fil des évolutions du scénario ;
- une stratégie de lutte optimisée via un équilibrage des techniques de lutte ;
- la collaboration des organes gouvernementaux et de l'industrie ; et
- une communication effective, en temps utile et transparente.

Mis en œuvre de manière appropriée, une NEBA pose les fondations d'une stratégie de lutte efficace poursuivant l'objectif global de protection de la vie humaine et de préservation du bien-être environnemental et des communautés durant le déversement.

Annexe 1 : Les options de lutte

Option de lutte	Avantages		Inconvénients	
L'élimination naturelle	<ul style="list-style-type: none"> ● Pas de techniques invasives d'enlèvement ou de nettoyage qui pourraient porter atteinte à l'environnement. ● Elle vient compléter les autres techniques de lutte. ● Les observations et données collectées dans le cadre du suivi alimentent les décisions en matière de lutte et la sélection des outils. ● Il s'agit peut-être de la meilleure option notamment en cas de menace moindre ou inexistante à l'égard du bien-être humain ou environnemental. ● Lorsqu'elle est utilisée dans certaines zones ou circonstances, l'environnement peut se rétablir du déversement plus efficacement qu'à l'occasion de la mise en œuvre d'autres outils de lutte. 		<ul style="list-style-type: none"> ● L'hydrocarbure peut ne pas être éliminé. ● Les vents et les courants peuvent changer, dirigeant le déversement d'hydrocarbure vers les zones sensibles. ● L'hydrocarbure résiduel peut affecter l'écologie côtière, la faune et les ressources économiquement importantes. ● Les intervenants sont perçus par le public comme étant inactifs. 	
Dispersants : application en surface	<ul style="list-style-type: none"> ● Des exigences moindres en termes d'effectif et de logistique que celles inhérentes aux autres options de lutte. ● Ils peuvent être appliqués dans des conditions météorologiques très variées. ● Un taux de traitement plus élevé que les autres options de surface. 	<ul style="list-style-type: none"> ● Ils atteignent et traitent des quantités bien plus importantes d'hydrocarbures que les autres options de lutte. ● Ils accélèrent l'élimination de l'hydrocarbure de la colonne d'eau en renforçant le processus de biodégradation naturelle. ● Ils éliminent ou empêchent l'apparition d'hydrocarbure de surface, réduisant ainsi la nuisance causée aux oiseaux marins, aux mammifères et autres espèces sauvages. 	<ul style="list-style-type: none"> ● Ils peuvent être inefficaces sur les mazouts visqueux dans les eaux calmes et froides. ● La période propice à leur application peut être limitée. 	<ul style="list-style-type: none"> ● Ils ne permettent pas de collecter directement l'hydrocarbure de l'environnement mais au contraire le dispersent dans la colonne d'eau où il peut être biodégradé. ● E effets potentiels de l'hydrocarbure dispersé sur la vie marine vivant dans la colonne d'eau (anticiper les expositions brèves et localisées).
Dispersants : application sous-marine	<ul style="list-style-type: none"> ● Des opérations continues, de nuit comme de jours, sont possibles. ● Il peut être appliqué dans toutes les conditions météorologiques sauf les plus extrêmes. ● Des taux de traitement élevés sont possibles. 	<ul style="list-style-type: none"> ● Ils réduisent la quantité d'hydrocarbure qui se répand sur le littoral, réduisant le risque pour les côtes sensibles. ● Ils réduisent l'impact sur les ressources communautaires et les industries locales. ● Aucune exigence en termes de stockage de l'hydrocarbure récupéré. ● Des vapeurs réduites à la surface de l'eau renforce la sécurité des intervenants. 	<ul style="list-style-type: none"> ● Un délai de mobilisation plus long que pour à un épandage de surface. 	<ul style="list-style-type: none"> ● L'impact potentiel sur les activités de pêche si le public comprenait mal les effets potentiels du dispersant sur les produits de la mer. ● Des autorisations réglementaires sont généralement requises avant l'application du dispersant.

suite...

Option de lutte	Avantages	Inconvénients
Brûlage in-situ contrôlé	<ul style="list-style-type: none"> ● Une élimination rapide de quantités importantes d'hydrocarbure. ● Des quantités moindres d'hydrocarbure subsistent et doivent être éliminées. ● Des taux d'efficacité élevés (jusqu'à 98–99 %). ● Moins de main d'œuvre et d'équipement sont requis ; les équipements spécifiques (barrages) sont transportables par air. ● Il peut s'agir de la seule option viable (par exemple dans des marais, sur la glace). ● Aucune exigence en termes de stockage de l'hydrocarbure récupéré (hormis les résidus brûlés). ● Efficace sur un large éventail de types d'hydrocarbures et de circonstances. ● Un impact environnemental réduit. ● Le peu de vapeurs produites par l'hydrocarbure à la surface de l'eau renforcent la sécurité des intervenants. 	<ul style="list-style-type: none"> ● Les fumées noires, perçues comme un impact significatif sur les hommes et l'atmosphère. ● Une période propice à la mise en œuvre limitée dans le cadre des déversements en haute mer (les hydrocarbures émulsionnés ne brûlent pas). ● Besoin de capturer et contenir une quantité suffisante d'hydrocarbure en une nappe suffisamment épaisse afin de garantir l'efficacité du brûlage in situ. ● L'efficacité diminue pour les hydrocarbures lourds et au fur et à mesure du vieillissement. ● Le brûlage présente un risque potentiel en termes de sécurité. ● Le brûlage expose la faune offshore à un risque potentiel qui se doit d'être géré. ● Les résidus de brûlage peuvent être difficiles à récupérer (ils peuvent couler lorsqu'ils sont issus du brûlage d'un hydrocarbure très lourds). ● Des autorisations spéciales sont requises. ● Une réduction localisée de la qualité de l'air. ● Des départs d'incendies secondaire sont possibles à l'occasion d'un usage terrestre. ● Inefficaces par mauvais temps ou en haute mer.
Confinement et régénération en mer	<ul style="list-style-type: none"> ● Ils permettent l'enlèvement de l'hydrocarbure en générant un impact minimal sur l'environnement. ● Ils sont bien acceptés, aucune autorisation spécifique n'est requise. ● Ils sont efficaces dans la régénération d'un large éventail de produits déversés. ● Une longue période propice à leur mise en œuvre. ● Des effets collatéraux limités. ● Un niveau plus élevé de disponibilité des équipements et d'expertise. ● Les produits récupérés peuvent être de nouveau traités. 	<ul style="list-style-type: none"> ● Intrinsèquement inefficaces, et souvent très lents. ● Souvent, ils ne permettent pas de récupérer suffisamment d'hydrocarbure pour prévenir les impacts sur le littoral. ● Il est difficile de récupérer des quantités importantes d'hydrocarbure lors des déversements majeurs. ● Inefficaces et peu pratiques sur les nappes peu épaisses. ● Inefficaces par mauvais temps ou en haute mer. ● Ils nécessitent des capacités de stockage. ● Elle permet généralement la récupération de seulement 10 – 20 % de l'hydrocarbure déversé. ● Ils nécessitent une main d'œuvre importante et beaucoup d'équipements.
L'enlèvement physique sur les littoraux	<ul style="list-style-type: none"> ● Elle permet l'enlèvement de l'hydrocarbure. ● Elle réduit le risque d'une propagation de l'hydrocarbure. ● Elle réduit les impacts secondaires sur les animaux qui viennent sur le littoral. ● Elle prévient la remobilisation de l'hydrocarbure. ● Des méthodes non agressives peuvent avoir un impact minimal sur la structure du littoral et les organismes côtiers. ● Utile pour un nettoyage minutieux des environnements à proximité des côtes dans des zones spécifiques ou sensibles. 	<ul style="list-style-type: none"> ● Risque d'impact négatif futur sur l'environnement : les méthodes agressives d'enlèvement peuvent avoir un impact sur la côte et les organismes côtiers (par ex. enlèvement et nettoyage du sable). ● Des exigences en termes de stockage et d'élimination des déchets. ● Elle permet généralement la récupération de seulement 10 – 20 % de l'hydrocarbure déversé. ● Elle nécessite une main d'œuvre importante. ● Les équipements lourds et la dense circulation des personnes (piétinement) peuvent causer des dommages supplémentaires à l'environnement. ● L'élimination survient après que l'hydrocarbure a déjà contaminé le littoral. ● Les opérations de lutte sur les côtes peuvent nécessiter des ressources et un soutien logistique importants.

Annexe 2 : Comment la NEBA est-elle intégrée au processus de planification d'urgence

La planification de la lutte contre les déversements d'hydrocarbure est le processus de développement de moyens appropriés de lutte contre le déversement, dans le respect du cadre réglementaire et proportionné en fonction des risques de déversement d'hydrocarbure présentés par une organisation ou une installation. Les moyens de lutte sont en partie définis par les stratégies de lutte sélectionnées dans le cadre de la NEBA.

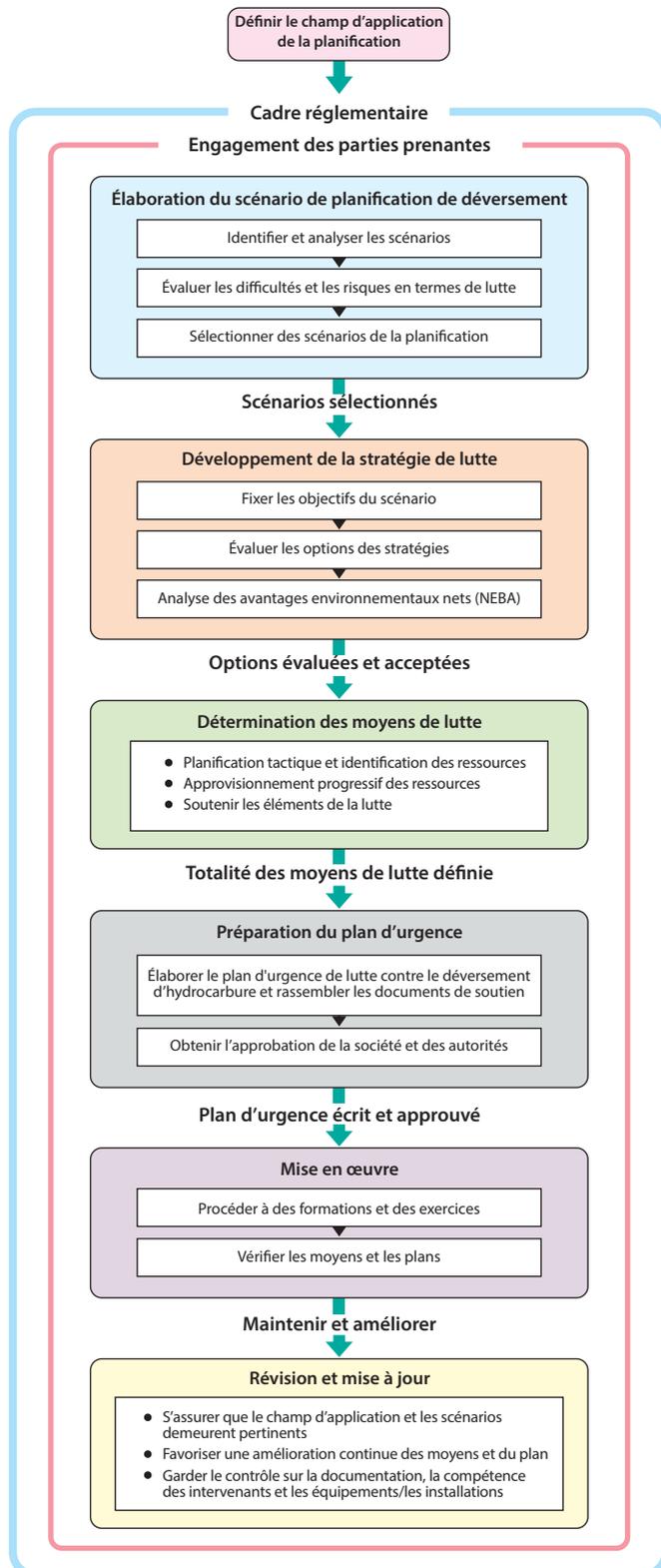
Le processus de planification d'urgence se compose des étapes suivantes :

- la définition du champ d'application de la planification ;
- l'élaboration du scénario de planification du déversement d'hydrocarbure ;
- l'élaboration de la stratégie de lutte ;
- la détermination des moyens de lutte ;
- la préparation du plan d'urgence ;
- la mise en œuvre ; et
- la révision.

La NEBA constitue un volet fondamental de l'étape d'élaboration de la stratégie de lutte. Le processus NEBA est alimenté par les données collectées et défini dans le cadre des scénarios de planification sélectionnés ; il propose un mécanisme d'évaluation systématique qui permet de parvenir à des consensus sur les options optimales de lutte pour chaque scénario de planification. Ce processus se poursuit dans le cadre des plans d'urgence et de la mise en œuvre graduée des moyens de lutte contre un déversement d'hydrocarbure.

La figure 7 illustre la procédure de lutte contre le déversement d'hydrocarbure et les niveaux auxquels la NEBA s'intègre à ce processus. Pour une description détaillée de la procédure, consultez le Guide de bonnes pratiques de l'IPIECA-IOPG sur la planification d'urgence à l'occasion du déversement d'hydrocarbure sur l'eau (IPIECA-IOPG, 2015c).

Figure 7 Le processus de planification d'urgence



Bibliographie

Addassi, Y. N. (2002). *Utilizing Net Environmental Benefit Analysis (NEBA) as a Tool for Evaluating Applied Response Technologies in Response to a Marine Oil Spill*. Office of Spill Prevention and Response, Department of Fish and Game

http://www.slc.ca.gov/division_pages/MFD/Prevention_First/Documents/2002/Paper%20by%20Yvonne%20%20Addassi.pdf

ASTM (2013). Numéro standard de l'ASTM F2532 - 13 : *Standard Guide for Determining Net Environmental Benefit of Dispersant Use*. ASTM International, West Conshohocken, PA. www.astm.org

BP (2015). *Restoring the environment*. Présentation des activités de BP en collaboration avec les agences de l'état et fédérales visant à évaluer et restaurer les ressources naturelles contaminées à la suite du sinistre du Deepwater Horizon BP website : www.bp.com/en/global/corporate/gulf-of-mexico-restoration/restoring-the-environment.html

Baker, J. M. (1997). *Differences in Risk Perception: How Clean is Clean?* Un document de travail rédigé dans le cadre de la Conférence internationale de 1997 sur les déversements d'hydrocarbure. American Petroleum Institute, Rapport technique IOSC-006, n° 52. <http://ioscproceedings.org/toc/iosc/1997/TR6>

Ballou, T. G., Hess, S. C., Dodge, R. E., Knap, A. H. et Sleeter, T. D. (1989). Effets des hydrocarbures non traités et dispersés chimiquement sur les communautés tropicales marines : Une expérience de long terme sur le terrain. Dans *International Oil Spill Conference Proceedings* : Février 1989, Vol. 1989, N°1, pp. 447-454. doi: <http://dx.doi.org/10.7901/2169-3358-1989-1-447>.

Cedre (2006.) Le déversement du *Braer*. Site internet du Cedre : « Base de données sur les déversements et les menaces auxquelles sont exposées les eaux à travers le monde ». Disponible à l'adresse : www.cedre.fr/en/spill/braer/braer.php

Efroymsen, R. A., Nicolette, J. P. and Suter, G. W. II (2003). *A Framework for Net Environmental Benefit Analysis for Remediation or Restoration of Petroleum-Contaminated Sites*. Division des sciences environnementales, Oak Ridge National Laboratory, Tennessee.

Fingas, M. (ed) (2011). *Oil Spill Science and Technology*. Gulf Professional Publishing, Burlington, MA, USA.

GoMRI (2015). Programme de recherche de l'Initiative de recherche du Golfe du Mexique. Disponible à l'adresse : <http://research.gulfresearchinitiative.org>

IPIECA-IMO-IOGP (2012). *Sensitivity mapping for oil spill response*. IPIECA-IOGP Good Practice Guide Series, Oil Spill Response Joint Industry Project (OSR-JIP). IOGP Report 477. <http://oilspillresponseproject.org>

IPIECA-IOGP (2013). *Oil spill risk assessment and response planning for offshore installations*. Rapport sur les opérations de lutte du Groupe mondial de lutte de l'industrie auprès de l'IOGP (GIRG) à l'occasion du déversement du Deepwater Horizon dans le Golfe du Mexique en avril 2010. IOGP-IPIECA Oil Spill Response Joint Industry Project (OSR-JIP). <http://oilspillresponseproject.org>

IPIECA-IOGP (2014). *A guide to oiled shoreline assessment (SCAT) surveys*. Série de guides de bonnes pratiques de l'IPIECA-IOGP, Projet de coopération industrielle de l'IOGP-IPIECA dans le cadre de la lutte contre la pollution par les hydrocarbures (OSR-JIP). IOGP Report 504. <http://oilspillresponseproject.org>

IPIECA-IOGP (2015). *Impacts of oil spills on marine ecology*. Série de guides de bonnes pratiques de l'IPIECA-IOGP, Projet de coopération industrielle de l'IOGP-IPIECA dans le cadre de la lutte contre la pollution par les hydrocarbures IOGP Report 525. <http://oilspillresponseproject.org>

IPIECA-IOGP (2015a). *Impacts of oil spills on shorelines*. Série de guides de bonnes pratiques de l'IPIECA-IOGP, Series, Oil Spill Response Joint Industry Project (OSR-JIP). IOGP Report 534. <http://oilspillresponseproject.org>

IPIECA-IOGP (2015b). *Economic assessment and compensation for marine oil spills*. IPIECA-IOGP Good Practice Guide Series, Oil Spill Response Joint Industry Project (OSR-JIP). IOGP Report 524. <http://oilspillresponseproject.org>

IPIECA-IOGP (2015c). *Contingency planning for oil spills on water*. IPIECA-IOGP Good Practice Guide Series, Oil Spill Response Joint Industry Project (OSR-JIP). IOGP Report 519. <http://oilspillresponseproject.org>

Lunel, T., Swannell, R., Rusin, J., Bailey, N., Halliwell, C., Davies, L., Sommerville, M., Dobie, A., Mitchel, D., McDonagh, M. and Lee, K. (1996). Le suivi de l'efficacité des options de lutte durant le déversement du *Sea Empress* : une composante clé d'une lutte efficace contre les pollutions. In *Spill Science & Technology Bulletin*, Vol. 2, Issues 2–3, pp. 99-112. www.sciencedirect.com/science/article/pii/S1353256196000114

Lunel, T., Rusin, J., Bailey, N., Halliwell, C. and Davies, L. (1997). Le bénéfice écologique net d'une opération réussie d'épandage de dispersants durant le déversement du *Sea Empress*. In *International Oil Spill Conference Proceedings* : Avril 1997, Vol. 1997, N°1, pp. 185-194. doi: <http://dx.doi.org/10.7901/2169-3358-1997-1-185>

Lunel, T. and Baker, J. M. (1999). Quantification du bénéfice écologique net pour les déversements futurs d'hydrocarbure. Dans *International Oil Spill Conference Proceedings* : Mars 1999, Vol. 1999, N°1, pp. 619-627. doi: <http://dx.doi.org/10.7901/2169-3358-1999-1-619>

Michel, J. and Benggio, B. (1999). Guide de sélection de critères de validation appropriés lors des déversements d'hydrocarbure. In *International Oil Spill Conference Proceedings* : Mars 1999, Vol. 1999, N°1, pp. 591-595. doi: <http://dx.doi.org/10.7901/2169-3358-1999-1-591>

Michel, J. and Rutherford, N. (2014). Impacts, vitesse de régénération et options de traitement pour les hydrocarbures déversés dans les marais. Dans *Marine Pollution Bulletin*, Vol. 82, Issues 1–2, pp. 19-25.

NOAA (2010). *Oil Spills in Mangroves: Planning & Response Considerations*. National Oceanic and Atmospheric Administration http://response.restoration.noaa.gov/sites/default/files/Oil_Spill_Mangrove.pdf

SEEEC (1998). L'impact environnemental du déversement d'hydrocarbure du *Sea Empress*. Rapport final du Comité d'évaluation environnemental du Sea Empress. Her Majesty's Stationery Office, London, UK.

Sell, D., Conway, L., Clark, T., Picken, G. B., Baker, J. M., Dunnet, G. M., McIntyre, A. D. and Clark, R. B. (1995). Critères scientifiques d'optimisation des opérations de nettoyage des déversements d'hydrocarbure. In *International Oil Spill Conference Proceeding s*: Février - mars 1995, Vol. 1995, N°1, pp. 595-610.
doi: <http://dx.doi.org/10.7901/2169-3358-1995-1-595>

Sergy, G. A and Owens, E. H. (2007) *Guidelines for Selecting Shoreline Treatment Endpoints for Oil Spill Response*. Section des urgences – Sciences et technologies, Environment Canada, Ottawa, ON, 30 pp.

Shigenaka, G. (2011) Analyse des bénéfices écologiques et économiques en fonction de options de luttes envisagées. In *Operational Science Advisory Team-2 (OSAT-2)*. National Oceanic and Atmospheric Administration (NOAA). www.restorethegulf.gov/sites/default/files/documents/pdf/Annex%20M%20NEBA.pdf.

Shigenaka, G. (2014). *Twenty-Five Years after the Exxon Valdez Oil Spill: NOAA's Scientific Support, Monitoring, and Research*. National Oceanic and Atmospheric Administration (NOAA), Bureau de lutte et de restauration. 78 pp.
http://response.restoration.noaa.gov/sites/default/files/Exxon_Valdez_25YearsAfter_508_0.pdf.

Southward, E. C. and Southward, A. J. (1978). Recolonisation des côtes rocheuses en Cornouailles après l'utilisation de dispersants toxiques lors du nettoyage du déversement du *Torrey Canyon* spill. In *Journal of the Fisheries Research Board of Canada*, Vol. 35, No. 5, pp. 682-706.

US EPA (2013). Manuel de planification des zones d'urgence. Verison 1, mars 2013. US Environmental Protection Agency, Washington D.C. www.epa.gov/oem/docs/oil/frp/EPA_ACP_Handbook.pdf

Remerciements

Le présent guide a été rédigé par Rob Holland, Dave Rouse et Rosie Buse de Oil Spill Response Limited.

Les auteurs souhaitent remercier les personnes suivantes pour avoir contribué, par leur expertise et leurs conseils, à la rédaction du contenu du présent document : Richard Santner (BP), Victoria Broje (Shell), Marty Cramer (ConocoPhillips), Tim Lunel (ITOPF), Peter Taylor (Petronia), Peter Collinson (BP), Andrew Tucker (BP), David White (BP) and Garnet Hooper (Jacobs).

Le rapport original de l'IPIECA sur la NEBA, intitulé *Sélectionner des options de lutte contre les déversements afin de réduire les dommages : Net Analyse des bénéfices écologiques et économiques en fonction de options de luttes envisagées* (volume 10 de la « Série de rapports sur les déversements d'hydrocarbure » de l'IPIECA, rédigée par Jenny Baker et Tim Lunel en 2000) a été utilisé dans ce document lorsque cela était approprié.

La page a été intentionnellement laissée vierge.

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 au sein de l'industrie permet à ses membres de traiter efficacement les enjeux clés en matière environnementale et sociale.

www.ipieca.org



L'IOGP représente l'industrie des hydrocarbures en amont des organisations internationales, y compris l'Organisation maritime internationale, le Programme environnemental des Nations Unies (UNEP), 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. L'IOGP intervient de manière tout aussi importante dans la promotion des meilleures pratiques, notamment en matière de santé, de sécurité, d'environnement et de responsabilité sociale.

www.iogp.org

