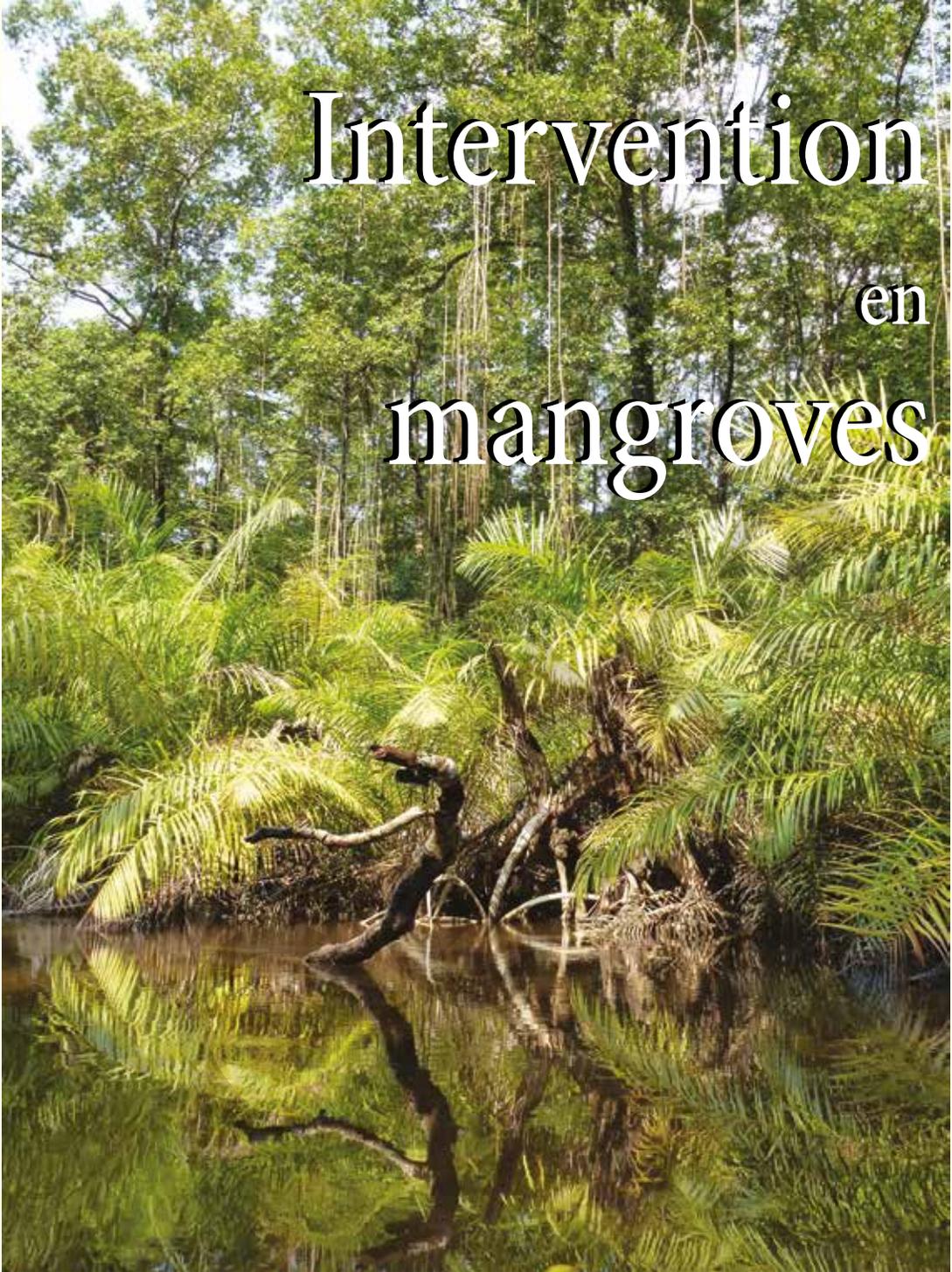


# Intervention en mangroves



GUIDE OPÉRATIONNEL

Cedre

Cedre

# Intervention en mangroves

## GUIDE OPÉRATIONNEL

Information

Décision

Intervention

Guide rédigé par le Cedre avec le soutien financier de Total SA, de Perenco et du ministère de l'environnement, de l'énergie et de la mer

Rédacteur : Loïc Kerambrun

Tous droits réservés. La maquette, les photos, les schémas et tableaux (sauf indication contraire) sont protégés par le droit d'auteur et restent la propriété du Cedre et ne peuvent être reproduits sous quelque forme ou par quelque moyen que ce soit sans l'autorisation écrite préalable du Cedre. Les textes de ce guide sont la propriété du Cedre et ne peuvent être reproduits ou utilisés sans citer la source et sans autorisation préalable.

Les informations contenues dans ce guide sont issues d'un travail de synthèse et de l'expérience du Cedre. Celui-ci ne pourra être tenu responsable des conséquences résultant de l'utilisation des données de cette publication.

Citer le document comme ci-dessous :

KERAMBRUN L. *Intervention en mangroves, Guide opérationnel*. Brest : Cedre, 2016, 93 pages.

Édition : septembre 2016

Dépôt légal à parution.  
Achevé d'imprimer sur les presses de Cloître Imprimeurs, 29800 Saint Thonan



## Objet du guide

Un déversement accidentel d'hydrocarbures dans une mangrove peut entraîner des effets délétères dont l'intensité et la durée varient en fonction de multiples facteurs : nature et quantité de polluant déversé, diversité et sensibilité des espèces et communautés végétales et animales affectées, fragilité des ressources et des activités, mais aussi qualité de la réponse apportée pour lutter contre la pollution et en minimiser les dommages.

L'intervention dans ces milieux spécifiques très sensibles et très souvent inhospitaliers mérite une attention particulière dans la mesure où :

- elle peut induire des effets néfastes sur l'environnement, parfois plus dommageables encore que la pollution elle-même ;
- les intervenants opèrent dans un milieu hostile dont les contraintes environnementales imposent des conditions de travail difficiles, voire pénibles, et parfois des situations à risques.

L'objet du guide est double :

- limiter les impacts néfastes de la pollution et de l'intervention sur l'environnement de la mangrove ;
- faciliter l'intervention et procurer aux intervenants une plus grande sécurité ainsi que des conditions de travail et de vie moins pénibles.

Ce guide présente les principaux aspects à connaître et à prendre en compte pour intervenir ou pour décider de ne pas le faire. Il repose sur une analyse bibliographique et sur l'expérience du Cedre en matière d'intervention en mangroves. Il présente les spécificités des mangroves et celles des hydrocarbures une fois déversés dans le milieu. Il traite également des grandes lignes de l'intervention en mangrove et comporte des fiches pratiques détaillant la mise en œuvre de techniques spécifiques.

## Sommaire

Objet du guide	4
<b>A PRÉPARATION - PLAN D'INTERVENTION</b>	<b>7</b>
A.1 - Que sont les mangroves ?	8
A.2 - Des formations très diverses et des milieux évolutifs	9
A.3 - Une végétation variée et adaptée aux contraintes du milieu	11
A.4 - Une faune riche et diversifiée	13
A.5 - Des milieux à haute valeur écologique, mais très fragiles	14
A.6 - Le comportement des hydrocarbures déversés en mangrove	16
A.7 - Le devenir des hydrocarbures déversés	18
A.8 - Les impacts des hydrocarbures déversés	19
A.9 - Définir au préalable les priorités	22
<b>B ÉVALUATION DE LA SITUATION</b>	<b>23</b>
B.1 - Méthodologie	24
B.2 - Stratégies d'intervention en mangroves	25
<b>C INTERVENTION - QUE FAIRE SI LA MANGROVE EST MENACÉE ?</b>	<b>27</b>
C.1 - Évaluer la menace	28
C.2 - Évaluer les risques liés à l'intervention en mer	29
C.3 - Prioriser les zones d'intervention	30
C.4 - Ne rien faire ?	31
C.5 - Protéger les sites sensibles	32
C.6 - Récupérer la pollution sur l'eau, en avant de la mangrove	33
C.7 - Disperser chimiquement la pollution	34
<b>D INTERVENTION - QUE FAIRE SI LA MANGROVE EST ATTEINTE ?</b>	<b>37</b>
D.1 - Évaluer la situation	38
D.2 - Prioriser les zones d'intervention et définir les techniques adaptées	39
D.3 - Ne rien faire ?	40
D.4 - Protéger en bordure de mangrove	41
D.5 - Récupérer la pollution flottant en bordure de mangrove	43
D.6 - Organiser la réponse globale	45
D.7 - Sécuriser la réponse	47
D.8 - Faciliter la circulation de la pollution au sein de la mangrove	49
D.9 - Faucher et couper la végétation de manière raisonnée	50
D.10 - Faciliter la progression des intervenants au sein de la mangrove	51
D.11 - Filtrer en surface au sein de la mangrove	52
D.12 - Installer des dispositifs de confinement au sein de la mangrove	53
D.13 - Récupérer le polluant de manière sélective au sein de la mangrove	54
D.14 - Nettoyer les substrats émergés	55
D.15 - Nettoyer la végétation	57
D.16 - Gérer les déchets récupérés	58
D.17 - Fiches pratiques	61
<b>E COMPLÉMENTS D'INFORMATION</b>	<b>91</b>
E.1 - Glossaire et sigles	92
E.2 - Bibliographie	93

Cedre

# Préparation Plan d'intervention

A

- Que sont les mangroves ? \_\_\_\_\_ **A1**
- Des formations très diverses et des milieux évolutifs \_\_\_\_\_ **A2**
- Une végétation variée et adaptée aux contraintes du milieu \_\_\_\_\_ **A3**
- Une faune riche et diversifiée \_\_\_\_\_ **A4**
- Des milieux à haute valeur écologique, mais très fragiles \_\_\_\_\_ **A5**
- Le comportement des hydrocarbures déversés en mangrove \_\_\_\_\_ **A6**
- Le devenir des hydrocarbures déversés \_\_\_\_\_ **A7**
- Les impacts des hydrocarbures déversés \_\_\_\_\_ **A8**
- Définir au préalable les priorités \_\_\_\_\_ **A9**

# Que sont les mangroves ?

A1

## Des habitats très caractéristiques

Cousines des marais intertidaux tempérés, les mangroves sont des formations végétales et géomorphologiques caractéristiques des milieux tropicaux. Ce sont des habitats intertidaux - le plus souvent estuariens - correspondant à des formations végétales constituées de groupes variés d'arbres et d'arbustes. Milieux parmi les plus productifs au monde, ces espaces abritent une flore et une faune présentant une diversité et une richesse écologique de première importance.

## Des espaces menacés et vulnérables

Très sensibles et vulnérables, les mangroves sont souvent menacées par la surexploitation de leurs richesses forestières et halieutiques ou par les autres activités que l'homme y développe, soit au sein de la mangrove soit dans un rayon proche. En 2005, l'Organisation des Nations-Unies pour l'alimentation et l'agriculture (FAO) estimait que

3,6 millions d'hectares de mangrove avaient disparu durant les 25 années précédentes, ce qui représentait 20 % de leur superficie totale initialement recensée.

Depuis une date plus récente, le réchauffement climatique a initié sa contribution à la fragilisation de l'écosystème mangrove : événements météo-océaniques extrêmes plus fréquents et plus violents, remontée du niveau de la mer, hausse des températures, etc.

## Des formations essentiellement tropicales

Les mangroves, présentes dans 124 pays, sont essentiellement situées dans la zone intertropicale avec quelques rares incursions en zone tempérée. Elles enregistrent leur développement maximum entre 25°N et 25°S. Situées à l'interface de la terre, de la mer et de l'eau douce, les mangroves peuvent remonter les fleuves deltaïques à plus de 100 km à l'intérieur des terres.



Répartition mondiale des mangroves

## Des formations très diverses et des milieux évolutifs

Température, eau, sol, humidité, sel, sédiments, nutriments, hydrodynamisme et interactions biologiques conditionnent l'équilibre et le développement de la mangrove. L'éventail de conjuguaisons possibles de ces paramètres explique la grande diversité observée, au sein d'une même mangrove comme à l'échelle de la planète.

### Influence des caractéristiques topographiques et hydrologiques

Selon les caractéristiques topographiques et hydrologiques, quatre types de forêts ou écotypes peuvent être définis :

- la forêt frangeante ou de front, qui fait face à la mer, quotidiennement inondée par la marée ;
- la forêt ripulaire ou de rive, qui se situe sur les berges bordant les chenaux à l'intérieur des estuaires, régulièrement inondée par des eaux saumâtres ou douces ;
- la forêt de bassin située dans les parties internes de la mangrove, qui est épisodiquement inondée et où les eaux stagnent ou s'évacuent lentement ;
- la forêt naine, qui tente de se développer dans les secteurs au régime hydrologique restreint.

Ces caractéristiques commandent généralement la dominance d'une des trois espèces les plus courantes : la mangrove rouge (*Rhizophora*), la mangrove noire (*Avicennia*) ou la mangrove blanche (*Laguncularia*).



*Mangrove rouge à Rhizophora*



*Mangrove noire à Avicennia*

## Influence de la longitude et de la latitude

L'étendue de la mangrove, la taille et la densité de la végétation tendent à décroître vers les tropiques. Les larges plaines deltaïques, propices au développement de la mangrove, sont beaucoup plus courantes en zone équatoriale que dans les latitudes plus élevées. En zone aride, salinité et carence en nutriments entravent le développement des plantes. La diversité et la richesse spécifiques sont plus grandes dans les mangroves de l'Océan indien et du Pacifique, plus particulièrement du sud-est asiatique.



*Mangrove dense au Bangladesh*



*Mangrove dense au Gabon*



*Mangrove sur blocs au Cameroun*

## Des milieux dynamiques

Les mangroves se développent dans des secteurs intertidaux, pour l'essentiel à très forte sédimentation, offrant une faible hauteur d'eau et caractérisés par un faible hydrodynamisme. Le front de la mangrove peut toutefois subir des attaques marines violentes comme lors des tempêtes tropicales.

En s'établissant sur la vase molle, les plantes pionnières gagnent sur la mer et favorisent le processus de sédimentation. Ce dernier stabilise et élève le sol. Les conditions changent alors suffisamment dans les parties les plus élevées pour que les plantes pionnières, tout en progressant sur le front, cèdent peu à peu la place à d'autres espèces d'arbres. Il est difficile de définir qui du sol, de la végétation ou de l'hydrodynamisme fait la mangrove, tellement toutes les composantes physiques, abiotiques et biologiques y sont étroitement liées. Une perturbation affectant notablement l'un des composants de ce triptyque remet en cause l'équilibre de ce dernier, ce qui peut aboutir à la destruction de la mangrove.

## Une végétation variée et adaptée aux contraintes du milieu

### Des stress environnementaux nombreux

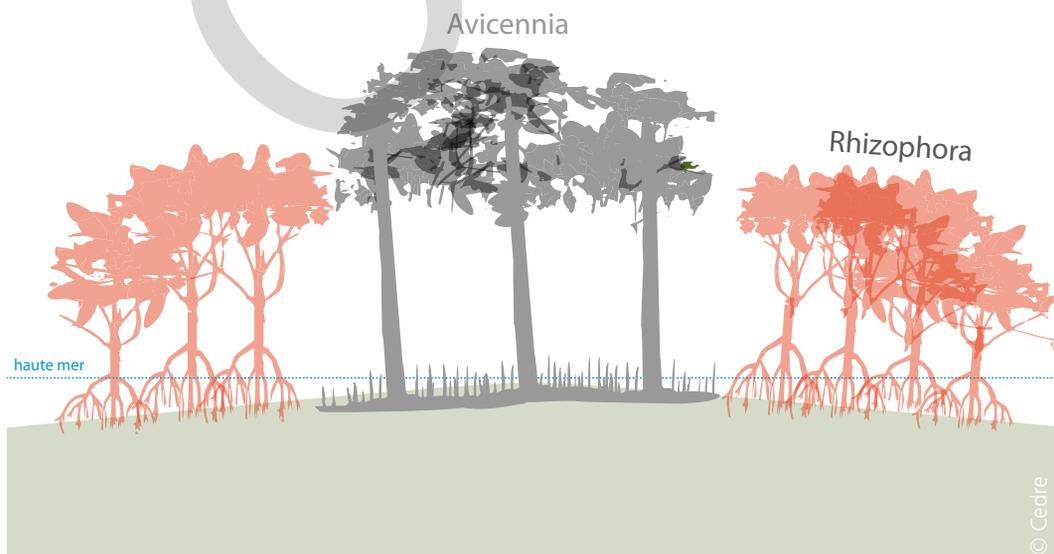
Les différentes parties de la mangrove sont exposées à des stress environnementaux différents, potentiellement forts et très fluctuants à l'échelle de la journée comme à celle de l'année, en termes d'inondation, température, salinité, turbidité, exposition aux vagues. La mangrove est un milieu très vivant, qui bouge en permanence au rythme des variations de l'eau qui l'inonde, le tout créant des conditions perturbantes que ses composantes floristiques et faunistiques parviennent à surmonter grâce à leur adaptation physiologique et morphologique.

### L'étagement de la végétation

La végétation diffère selon sa localisation au sein de la mangrove (en front, en milieu de mangrove, ou en bordure de rivière), selon qu'elle

est pionnière ou alors bien établie sur des sols plus fermes qui se sont formés peu à peu par accrétion sédimentaire. Un étagement de la végétation s'opère en fonction des niveaux marégraphiques. Il résulte de l'installation préférentielle de certaines formations aux conditions environnementales locales au gré de l'élévation topographique du sol.

Cet étagement n'est cependant pas le résultat d'une simple différence de niveau. Dans les parties élevées, l'enneigement plus rare, associé à une très forte évaporation de l'eau salée en période sèche, entraîne de très fortes variations de salinité, et induit en conséquence un stress bien plus fort en ces secteurs que dans les parties basses qui sont quotidiennement arrosées et où le gradient salin est de fait nettement moindre.



L'étagement de la végétation de la mangrove

## Des stratégies de survie

Pour surmonter ces pesantes contraintes environnementales, les plantes des mangroves sont amenées à adopter des stratégies remarquables d'implantation et de survie, spécifiques à ces milieux. Il s'agit par exemple pour elles de pouvoir :

- s'enraciner dans les sols mous grâce à des racines à échasses ou à des racines souterraines munies d'appendices verticaux ;
- respirer dans des sols anoxiques à l'aide d'organes spécialisés comme des lenticelles ou des pneumatophores ;
- composer avec les fortes teneurs en sel en l'excrétant via des glandes spécialisées situées au niveau des feuilles ou en le bloquant au niveau des racines ;
- limiter les pertes en eau douce ;
- assurer leur descendance en ayant recourt à la viviparité avec la production de petits plants autonomes appelés propagules.



*Racines à échasses de Rhizophora*



*Pneumatophores d'Avicennia*



*Lenticelles sur racines à échasses de Rhizophora*



*Propagules de Rhizophora*

## Une faune riche et diversifiée

De la surface de la canopée jusqu'à l'intérieur de la vase, les mangroves abritent une faune très importante, diverse et riche en espèces dont certaines, rares, menacées ou d'intérêt majeur, bénéficient d'un statut spécifique de protection. Beaucoup d'espèces sont encore très mal connues, et d'autres encore inconnues. Parmi les espèces les plus caractéristiques, citons, à titre d'exemple, par classe :

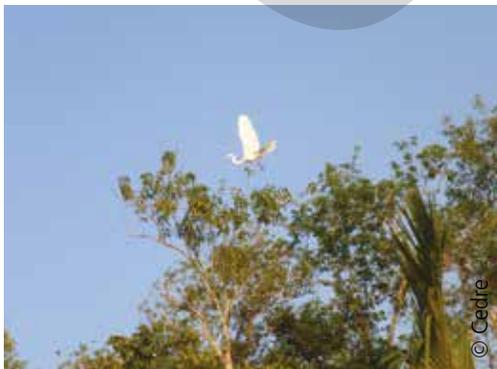
- mammifères terrestres : rats laveurs, opossums, loutres, cerfs, tigres, singes, etc. ;
- mammifères marins : dauphins, dugongs, etc. ;
- oiseaux : hérons, aigrettes, martins-pêcheurs, pélicans, aigles, etc. ;
- reptiles : crocodiles, varans, iguanes, tortues, serpents, etc. ;
- poissons : périophtalmes, poissons-chats, tarpons, requins, etc. ;
- amphibiens : grenouilles, etc. ;
- arthropodes : araignées, limules, etc. ;
- insectes : abeilles, moustiques, etc. ;
- crustacés : crabes ;
- bivalves : huîtres, clams.



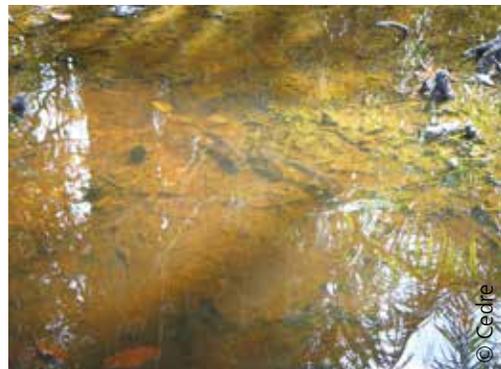
*Crocodile*



*Grenouille*



*Héron*



*Poissons-chats*

## Des milieux à haute valeur écologique, mais très fragiles

### Un écosystème unique

La mangrove est un écosystème à part, unique. Parmi les centaines d'espèces végétales recensées dans les différentes mangroves à travers le monde, un peu plus de 70 espèces ne se retrouvent que dans ce milieu. Figurant parmi les écosystèmes les plus productifs au monde, les mangroves jouent un rôle écologique et socio-économique fondamental, sur un espace très vaste dépassant largement le territoire de la mangrove à proprement parler.

### Une richesse écologique

La mangrove est une imbrication d'habitats terrestres et aquatiques interdépendants. Au sein de cet écosystème, les espèces végétales et animales (hommes compris) dépendent étroitement les unes des autres. Cette interdépendance ne se limite pas à la seule chaîne alimentaire ; elle assure aussi d'autres fonctions, sous diverses formes. Par exemple, les racines-échasses des palétuviers offrent un support où se fixent et se développent des invertébrés (huîtres, moules, balanes) et des plantes épiphytes (mousses, algues, etc.).

Durant des milliers d'années, et jusqu'à une date récente, des communautés indigènes ont étroitement dépendu des mangroves, en ayant su entretenir des relations symbiotiques solides avec ces dernières. Si les récentes pressions humaines ont quelque peu modifié cet équilibre traditionnel, certaines ressources - pêchées, chassées, ramassées ou cueillies - représentent toujours une valeur socio-économique fondamentale pour les populations littorales locales.

Les mangroves procurent ainsi un ensemble imbriqué de biens et de services écologiques ou écosystémiques parmi lesquels on peut citer :

- les services de régulation de processus naturels ;
- les services de supports ou fonctions écologiques ;
- les services d'approvisionnement ;
- les services culturels.



*Pêche traditionnelle vivrière*



*Pêche traditionnelle vivrière*

## Un équilibre fragile

Les mangroves sont des milieux à l'équilibre fragile. Elles sont particulièrement vulnérables aux pollutions pétrolières. Non seulement les hydrocarbures peuvent entraîner de sévères impacts, mais l'intervention elle-même, si elle n'est pas nécessaire ou si elle est mal organisée, peut aussi induire des effets délétères qui peuvent être supérieurs à ceux de la pollution, voire même irréversibles.

Une pollution pétrolière peut affecter la faune et la flore de diverses manières (toxicité directe, engluement, étouffement, perturbation ou destruction de l'habitat ou de certains sites fonctionnels) avec une intensité qui varie selon les espèces, la pollution, la période de l'accident, etc. L'intervention peut induire des effets néfastes supplémentaires sur la flore et la faune qui, contaminées ou dérangées, sont déjà fragilisées. Il importe donc de prendre toutes les mesures nécessaires en vue d'éviter ou de limiter les impacts de l'intervention. En parallèle, il convient aussi d'évaluer et de limiter les risques que la mangrove peut présenter pour les intervenants.



*Village implanté en bordure de mangrove*



*Etang à crevettes destiné à l'aquaculture*

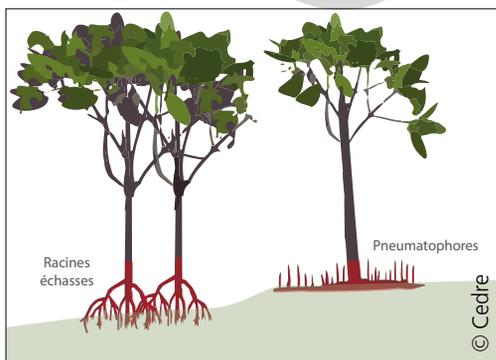
# Le comportement des hydrocarbures déversés en mangrove

## Extension de la pollution

L'extension horizontale de la pollution au sein de la mangrove dépend du volume et de la nature du polluant ainsi que des conditions d'enneigement au moment de la pollution. Ces derniers dépendent principalement :

- de la configuration géographique de la mangrove et de sa topographie de détail qui déterminent les zones de piégeage ou de simple transit de la pollution ;
- des conditions hydrologiques, d'origine océanique (cycle de la marée) et météorologique (saison sèche/saison humide), qui déterminent la hauteur d'eau, le jour de la pollution et les jours suivants.

Une pollution survenant dans une mangrove n'affecte pas systématiquement l'ensemble du milieu, mais seulement les parties inondables conformément au cycle de la marée ou de la crue du moment. Statistiquement, le risque d'être pollué est plus grand pour *Rhizophora* qui vit en bas niveau que pour *Avicennia* positionnée légèrement plus haut.



*Les modalités de contamination en rouge diffèrent selon les espèces pour une hauteur théorique similaire : Rhizophora (à gauche) et Avicennia (à droite)*

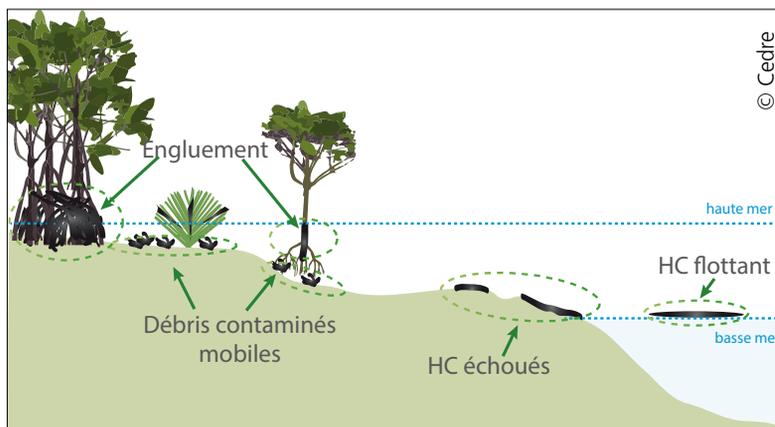
La nature du sol, notamment sa porosité et sa saturation en eau, détermine la possibilité du polluant soit à pénétrer dans le substrat, soit à y être enfoui par sédimentation ou piétinement.

## Comportement du polluant

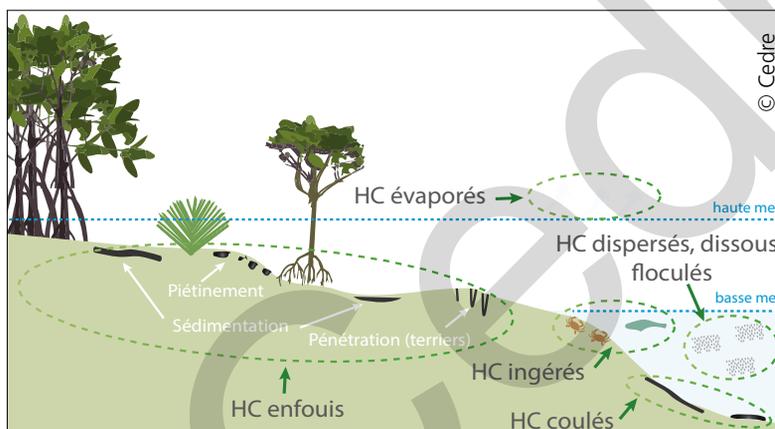
Une fois déversé, le polluant est transporté par l'eau au gré des courants et vents. Certaines caractéristiques de l'eau vont agir sur le comportement du polluant : salinité, turbidité et agitation. Tous les polluants ne se comportent cependant pas de manière similaire car ils n'ont pas les mêmes caractéristiques physico-chimiques initiales, notamment la densité et la viscosité. Les hydrocarbures peuvent se répartir dans tous les compartiments (air, eau, berges, fond ainsi que tissus) et engendrer deux grands types de contamination : des pollutions visibles et des pollutions invisibles.

Une pollution visible peut se présenter sous trois formes principales :

- du polluant libre : des irisations et des accumulations (nappes) qui, flottantes ou échouées, sont généralement susceptibles d'être remobilisées ;
- des souillures qui, selon l'épaisseur, teintent ou engluent le support sur lequel elles adhèrent (structures anthropiques, végétation, animaux, etc.) ;
- des débris souillés (végétation, notamment la litière) qui eux aussi peuvent être facilement remobilisés par l'eau.



*Types de pollutions visibles*



*Types de pollutions non visibles*

Une pollution non visible à la simple observation nécessite le recours à des procédures spécifiques pour être mise en évidence. Elle revêt diverses formes :

- fractions évaporées dans l'air : surtout présentes dans les premières heures du déversement, il s'agit des composés volatils qui correspondent aux fractions légères et les plus toxiques ;
- amas enfouis dans le sol : soit naturellement suite à un processus de sédimentation ou d'accrétion sédimentaire, ou par pénétration (via le système racinaire des plantes ou les

trous et terriers des animaux fouisseurs), soit artificiellement par piétinement lors de l'intervention par exemple ;

- amas ou nappes coulés : suite à une perte de flottabilité consécutive à l'incorporation de sédiment, processus survenant soit directement dans le cours d'eau soit après échouage sur la vase des berges et du front de mangrove ;
- hydrocarbures dispersés, floculés, dissous ou ingérés : fractions légères et particules disséminées dans la colonne d'eau, au sein du sédiment, de la flore et de la faune.

# Le devenir des hydrocarbures déversés

## Un auto-nettoyage quasi inopérant

La mangrove est implantée sur le type de côte où le pétrole a la plus forte rémanence. En dehors des phénomènes météorologiques intenses, qui sévissent régulièrement en ces latitudes et excepté le front qui gagne sur la mer, elle est peu exposée aux vagues. Ce faible hydrodynamisme rend ses capacités physiques d'auto-nettoyage quasi inopérantes. Ceci signifie que le polluant qui pénètre dans la mangrove a énormément de mal à repartir naturellement.

Des différences apparaissent cependant entre les différents secteurs de la mangrove. L'auto-nettoyage est en effet plus actif dans les parties basses de la mangrove que sont le front, les berges et les chenaux. Le sol y est généralement saturé en eau et, quotidiennement ou presque, soumis à l'action de la marée et des courants. Dans les parties internes, qui sont plus élevées et donc peu ennoyées, l'auto-nettoyage est inexistant.

## Une forte sédimentation

En certains secteurs de la mangrove, une forte sédimentation s'ajoute aux faibles capacités d'auto-nettoyage. Le polluant une fois déposé peut être rapidement recouvert de sédiments fins et progressivement enfoui à des profondeurs qui empêcheront toute évolution chimique des hydrocarbures, faute d'oxygène. Les polluants ainsi piégés dans les sédiments vaseux conservent leur potentiel toxique sur le très long terme. S'ils sont présents en quantité significative, ils compromettent alors, la survie à terme des plantes proches qui semblaient avoir surmonté la pollution, mais aussi la recolonisation des secteurs pollués par les plantes et la faune du sol.



*Pétrole infiltré le long des stipes et des racines de palmiers*

## Des possibilités de biodégradation

Les irisations et dépôts fins d'hydrocarbures en surface ainsi que les fractions disséminées dans la colonne d'eau, pourront être très rapidement dégradés, surtout biochimiquement, grâce, entre autres, à l'activité intense des bactéries, champignons et autres micro-organismes qui caractérisent ces milieux.

# Les impacts des hydrocarbures déversés

## Facteurs influant sur la sensibilité de la mangrove

La sensibilité de la mangrove aux hydrocarbures dépend de plusieurs facteurs :

- la nature du polluant, plus particulièrement sa viscosité, sa toxicité et sa persistance. Les hydrocarbures de viscosité moyenne à très forte agissent par étouffement suite à l'engluage des racines aériennes. Ceux à faible viscosité agissent par toxicité ;
- l'ampleur de la pollution (en extension et en volume) ainsi que la quantité de polluant restant après un éventuel nettoyage ;
- la sensibilité intrinsèque des espèces qui la composent ;
- la saison qui rythme le cycle de développement de la végétation et de la faune associées et influe sur les conditions hydrologiques et chimiques (énergie, débit, salinité) de la mangrove.

## Des effets directs visibles

La faune peut être plus ou moins fortement affectée par la pollution : toxicité, engluement, destruction de l'habitat... C'est notamment le cas de la faune benthique de l'estran peu mobile ou très inféodée (crabes, huîtres, vers et autres invertébrés) et de bien d'autres animaux pourtant plus mobiles (insectes, batraciens, reptiles, oiseaux, poissons, mammifères marins et terrestres, etc.), mais qui peuvent être surpris et piégés par la pollution ou bien souillés en fréquentant un site pollué.

Dans les secteurs les plus souillés, les épaisseurs de polluant recouvrant le sol et les racines aériennes laissent présager un impact fort à très fort, généralement vite confirmé par la découverte de nombreux cadavres d'animaux englués.



*Grand varan*



*Petit varan*



*Crabe de vase*

Plus tardivement, d'autres signes permettent de déceler l'évidence d'une atteinte sévère de la végétation. Il s'agit en premier lieu du jaunissement des feuilles, signe que la plante a perdu ses capacités à absorber et transporter les nutriments et l'eau douce vers les feuilles. Ce jaunissement peut être suivi de la défoliation de l'arbre, partielle ou complète selon l'intensité des effets délétères. La chute complète des

feuilles annonce généralement la mort à terme de l'arbre. Cette défoliation est généralement observée relativement rapidement (de l'ordre de quelques semaines après l'atteinte). Cependant, des défoliations beaucoup plus tardives (un an et plus) ont été parfois observées. Elles sont d'autant plus spectaculaires qu'elles surviennent sur une forêt généralement à feuillage persistant.



*Destruction de la végétation*



*Forêt détruite en début de recolonisation plusieurs années après un déversement*



*Défoliation*



*Propagule se développant au sein de racines polluées (survie non garantie)*



*Engluement des racines et obstruction des lenticelles*

## Des impacts persistants sur le long terme

La défoliation signifie généralement la mort de l'arbre. Celle-ci survient quelques mois, voire quelques années, plus tard. Des perturbations qui, de prime abord, peuvent sembler anodines, sont parfois susceptibles d'avoir des répercussions différées significatives. Ainsi, la mortalité d'arbres a pu être corrélée à la mortalité importante et au non-retour de la population de crabes fouisseurs, initialement importantes autour de leurs racines.

En cas de perturbations significatives, les impacts ne se limitent pas toujours à la seule mangrove. Des effets en cascade peuvent se produire. Ils peuvent être transitoires ou bien plus dévastateurs. La destruction de la forêt peut entraîner une remobilisation ponctuelle des sédiments qui ne sont plus retenus comme ils l'étaient auparavant par le système racinaire. Cette érosion a pour conséquence d'augmenter localement la teneur en sédiments de l'eau qui, si elle est importante, peut à son tour impacter lourdement les éventuels écosystèmes marins en étroite connectivité avec la mangrove comme les récifs coralliens et les herbiers à phanérogames. Ces derniers sont très nettement moins tolérants aux eaux chargées. La mangrove perd alors sa fonction de défense contre l'érosion et la turbidité au détriment du littoral et des habitats associés.



La défoliation toutefois ne signifie pas systématiquement que la pollution est seule en cause. Elle peut aussi se produire, hors contexte de pollution, en réponse à un fort stress environnemental chronique lié à la température ou à la salinité. Une telle mangrove fragilisée tolérera moins bien les effets d'une pollution par hydrocarbures.

## Définir au préalable les priorités

Définir ce qui est à protéger et/ou sauver en priorité et devoir décider de ce qui sera sacrifié n'est pas toujours chose facile. Une telle décision ne se prend pas au moment de la crise, mais bien en amont, lors de la phase préparatoire des plans d'urgence.

Il est important de disposer d'assez de temps pour mener à bien les actions suivantes :

- évaluer la sensibilité en collectant des informations relatives aux habitats, ressources et activités en considérant leur variabilité saisonnière ;
- évaluer le comportement et l'impact du polluant, notamment si ce dernier est identifié comme cela est le cas lorsqu'il y a une installation pétrolière à proximité (puits, raffinerie, dépôt) ;
- définir des scénarios de pollution plausibles en termes de polluant et accident (type et volume de produit, type et localisation du déversement) ;
- disposer d'outils d'aide à la décision (atlas de sensibilité, simulation de dérive) ;
- déterminer le comportement, le devenir et la dérive des polluants soumis à des conditions météo-océaniques réalistes ;
- acquérir et organiser les moyens de lutte en conséquence, y compris les ressources humaines et les supports nautiques voire aériens, pour les mettre en œuvre le moment venu ;
- réaliser un inventaire de l'état des connaissances sur la dispersion et ses impacts en de tels milieux ;
- identifier les principales voies d'accès.

Seule la planification permettra, le jour de l'accident, d'apporter une réponse efficace, anticipée et basée sur des choix stratégiques étayés et d'optimiser la répartition des moyens disponibles, aux endroits les plus stratégiques et aux moments les plus opportuns.

# Évaluation de la situation

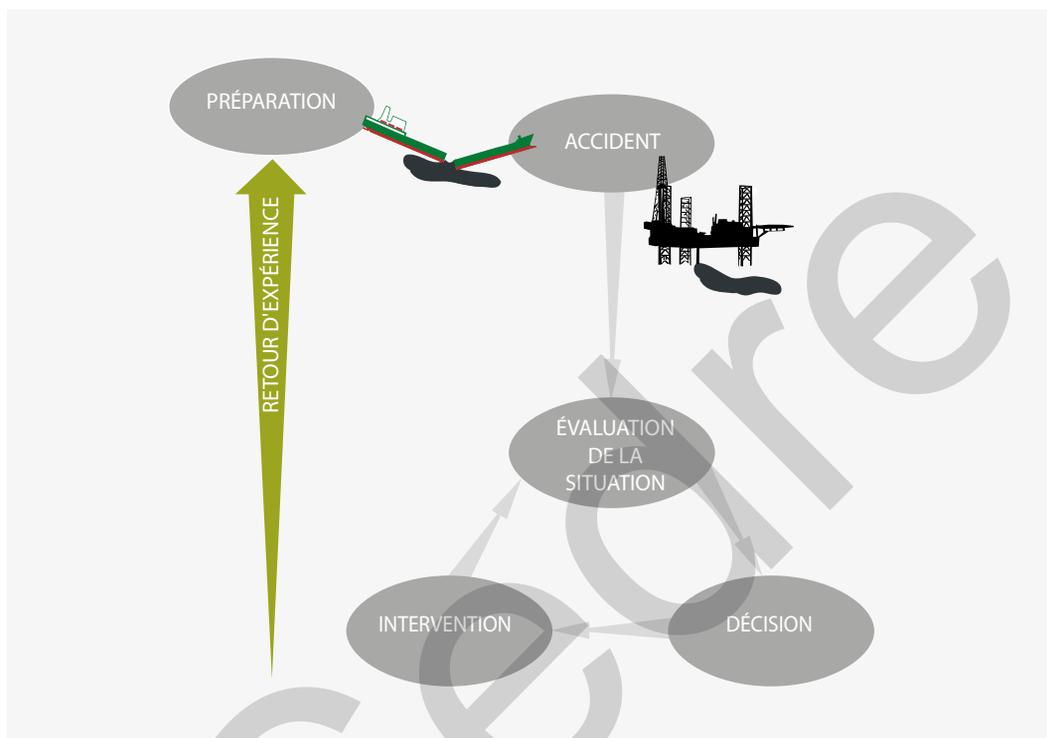
■ Méthodologie ————— **B1**

■ Stratégies d'intervention en mangroves ————— **B2**

**B**

Cedre

## Méthodologie

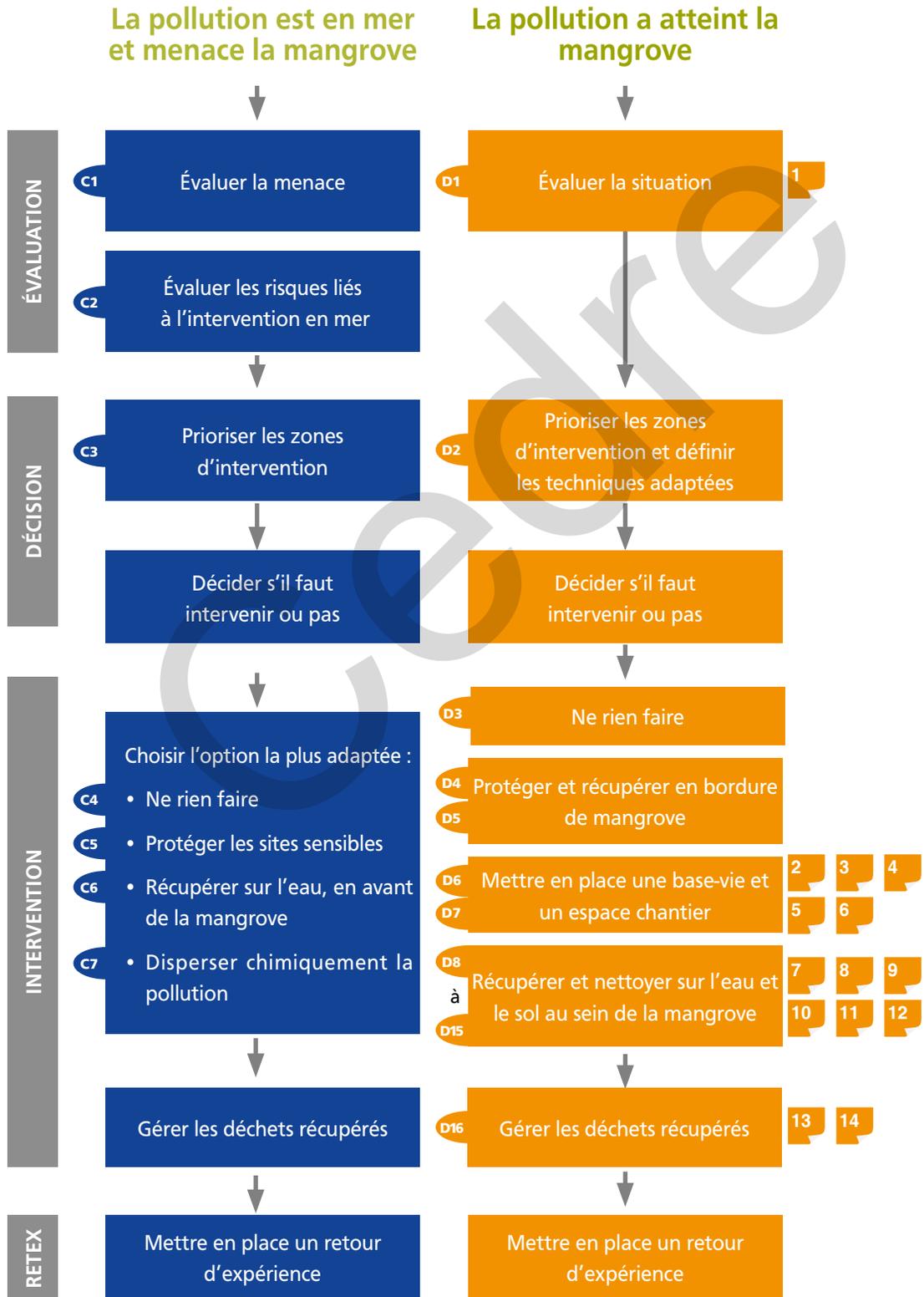


*Approche méthodologique de la gestion d'un événement de pollution*

Deux types de scénarios peuvent être envisagés :

- Une pollution d'origine marine émanant d'un navire ou d'une installation pétrolière (off-shore ou côtière) avec dérive dans les eaux côtières. Elle menace la mangrove. Dans ce cas, la réponse se fait d'abord en mer ;
- Une pollution d'origine marine a atteint la côte ou bien la pollution émane d'une installation pétrolière sise au sein ou en bordure de la mangrove. La mangrove est atteinte. Dans ce cas, la réponse est menée à terre.

# Stratégies d'intervention en mangrove



Cedre

# Intervention - Que faire si la mangrove est menacée ?

- Évaluer la menace \_\_\_\_\_ **C1**
- Évaluer les risques liés à l'intervention en mer \_\_\_\_\_ **C2**
- Prioriser les zones d'intervention \_\_\_\_\_ **C3**
- Ne rien faire ? \_\_\_\_\_ **C4**
- Protéger les sites sensibles \_\_\_\_\_ **C5**
- Récupérer la pollution sur l'eau, en avant de la mangrove \_\_\_\_\_ **C6**
- Disperser chimiquement la pollution \_\_\_\_\_ **C7**

C

## Évaluer la menace

Des reconnaissances en mer, effectuées à l'aide de moyens aériens ou nautiques, permettent de confirmer l'alerte et, le cas échéant, de mieux évaluer l'ampleur de l'incident.

Une estimation de la dérive des nappes à quelques heures est possible grâce à des modèles qui intègrent les conditions météo-océaniques du moment et à venir, et les caractéristiques du polluant.

La connaissance de l'environnement physique, écologique et socio-économique permet d'évaluer les risques encourus. L'existence d'une cartographie de la sensibilité des côtes (sous forme d'atlas papier ou de SIG) s'avère ici très utile : elle permet de renseigner à la fois sur la valeur écologique des espaces naturels menacés et sur l'importance relative des ressources et activités qui risquent directement ou indirectement d'en pâtir.



Voir le guide opérationnel du Cedre « L'observation aérienne des pollutions pétrolières en mer »



*Mission de reconnaissance aérienne*



*Vue aérienne en bordure de mangrove*

## Évaluer les risques liés à l'intervention en mer

En mer, plusieurs options de lutte sont envisageables : ne rien faire, disperser, confiner pour récupérer mécaniquement et protéger les sites sensibles. Chacune possède ses propres avantages et inconvénients en termes d'efficacité et d'impact sur le milieu. Leur fenêtre d'utilisation dépend des caractéristiques de la pollution, du polluant, de l'environnement et des performances et limites des moyens de lutte utilisés. Le jour de l'accident, il s'agit en premier lieu de vérifier si cette fenêtre est vraiment compatible avec les conditions générales du moment.

Les mangroves étant écologiquement extrêmement sensibles, il importe d'anticiper les éventuelles incidences environnementales, à court et long termes, en fonction des options de lutte envisageables. Pour cela, il faut évaluer la réelle sensibilité de la mangrove et des éventuels autres habitats marins sensibles présents à proximité (herbiers et coraux), tout en considérant aussi la vulnérabilité des activités économiques et des ressources naturelles présentes dans le secteur au moment de l'incident.

Ce type d'approche méthodique, connue sous le nom d'analyse du bénéfice net environnemental ou NEBA (*Net Benefit Environmental Analysis*) permet de retenir une option efficace qui impactera le moins possible l'environnement écologique et socio-économique local.

Définir ce qui est à protéger et/ou sauver en priorité n'est pas toujours chose facile. Mais cette réflexion doit être abordée, tout particulièrement quand une pollution menace une mangrove. Ce choix est du ressort des autorités, avec l'appui d'experts techniques, des acteurs locaux de l'environnement et de l'économie.

Une telle décision ne se prend pas au moment de la crise - ou alors par la force des choses, et donc sans vraies garanties de la pertinence de la décision -, mais lors de la phase préparatoire des plans d'urgence.



Voir le rapport de l'IPECA  
« Choix des modalités de  
lutte dans le but de réduire au  
maximum les dégâts - Bilan des  
avantages nets pour l'environnement  
(NEBA) »

## Prioriser les zones d'intervention

La connaissance détaillée de l'environnement marin de la mangrove et de ses alentours permet d'identifier, à l'avance, des secteurs privilégiés d'intervention, en fonction des scénarios possibles de pollution. Pour cela, il faut prendre en compte les caractéristiques de la pollution, l'influence des conditions météo-océaniques, la faisabilité d'intervenir (accès, moyens disponibles) et la sensibilité des habitats et ressources menacés en considérant leur variabilité saisonnière. Le moment venu, l'intervention sera plus facile à prioriser en ces secteurs.

## Ne rien faire ?

Ne rien faire est probablement la première option à envisager dans le cas d'une pollution faible à modérée qui se dirige vers le large. Elle sous-entend toutefois une bonne analyse de la situation et un suivi de la pollution (modélisation, reconnaissances) tant que celle-ci demeure une menace potentielle.

Une fois le choix fait quant à l'opportunité d'intervenir ou pas, il reste, le cas échéant, à faire de même avec chacune des options qu'il est possible d'envisager. Il s'agira ensuite d'adapter et dimensionner la réponse au contexte de la pollution rencontrée.

## Protéger les sites sensibles

### Actions prioritaires

La protection est l'action qu'il faut impérativement envisager en cas de menace d'une nappe menaçant la mangrove de façon à limiter l'extension de la pollution et protéger les sites connus pour leur sensibilité (écologique, socio-économique, voire culturel). Priorité doit être donnée à deux actions :

- le piégeage des accumulations les plus importantes de polluant encore flottantes et déjà à la côte, mais restant remobilisables ;
- la protection des éventuels sites sensibles non encore pollués en barrant un cours d'eau ou en déviant la pollution pour la maintenir sur le plan d'eau où elle sera plus aisée à collecter.

### Moyens utilisables

Les moyens de protection généralement utilisés sont des barrages flottants manufacturés. Ceux-ci sont mis en place à l'aide d'embarcations adaptées aux besoins et aux possibilités de navigation. Le remorquage du barrage peut se faire sur de courtes à moyennes distances. Pour des sites éloignés, il est préférable de recourir à des embarcations de type barge de servitude (avec panneaux frontaux, par exemple) qui permettent de transporter les barrages à proximité du lieu de pose. Hormis l'ancrage sur des herbiers ou des coraux, la pose d'un barrage ne crée pas d'impact environnemental. On évitera toutefois de poser un barrage flottant sur un estran d'où émergent des pneumatophores car la rupture de ces derniers en grand nombre compromettrait la survie des arbres.

La maintenance des barrages est primordiale, à la fois pour assurer en continu l'efficacité du dispositif de confinement, et pour éviter qu'ils ne

se détachent et aillent s'échouer sur des secteurs fragiles.

Quelle que soit la stratégie de protection retenue, elle devra obligatoirement être associée à la récupération du polluant contenu.



Voir le guide opérationnel du Cedre « Les barrages antipollution manufacturés »



Lutter contre une nappe menaçant une mangrove n'est pas une chose simple, étant donné les délais impartis qui sont généralement très courts voire trop courts. Les techniques utilisées en cas de pollution en mangrove, comme le confinement par déploiement de barrages et la récupération sur l'eau, supposent au préalable la préparation des navires (y compris la flottille traditionnelle artisanale) ainsi que la formation des personnels. Il est donc important de tester régulièrement les plans d'urgence au travers d'exercices antipollution.

## Récupérer la pollution sur l'eau, en avant de la mangrove

La récupération des hydrocarbures sur l'eau se fait de deux manières : en dynamique en chassant les nappes dérivantes sur le plan d'eau et en statique en interceptant le polluant en un point fixe.



Voir le guide  
opérationnel du Cedre « Les  
récupérateurs »

### Au large ou à proximité des mangroves

La récupération dynamique peut se faire à l'aide de navires spécialisés (de type navire antipollution ou, de tailles plus réduites, de type barge récupératrice) s'ils sont disponibles localement, ou à l'aide de navires d'opportunité (navires de servitude, bateaux de pêche, etc.). Ces navires doivent alors être équipés de moyens spécifiques aptes à confiner, récupérer ou chaluter des nappes dérivantes. Ils doivent aussi pouvoir stocker les produits récupérés à bord, ou au moins disposer de capacités spécifiques flottantes le long du bord. Si ça n'est pas le cas, il faut envisager un navire dédié en support, vers lequel les embarcations iront décharger leurs déchets collectés.

### À l'approche de la côte ou à l'embouchure des rivières

Les embarcations locales, plus petites et bien adaptées aux conditions de navigation spécifiques du milieu, peuvent apporter une aide appréciable, une fois pourvues de moyens dédiés pour collecter des petites nappes, des amas de végétaux souillés (à l'aide de petits barrages flottants, de filets ou épuisettes) ou encore « balayer » les fortes irisations (à l'aide de barrages, rouleaux, tapis absorbants).

### À proximité immédiate ou le long des berges de la mangrove

La récupération dynamique sur le plan d'eau peut être couplée à une récupération statique. Le blocage ou la déviation de la pollution peut se faire à l'aide de dispositifs divers (barrages flottants, absorbants à jupe, à façon) positionnés en différentes configurations. La récupération se fait en continu, mécaniquement (écrémage/pompage, capture en filet) ou manuellement (écopage, absorption, prélèvement direct de débris).



*Jacinthe d'eau dérivant naturellement et facilitant la récupération de la pollution en absorbant le pétrole*



L'implication dans le dispositif de lutte des résidents, pêcheurs et autres exploitants du milieu aquacole permet de disposer de moyens nautiques parfaitement adaptées aux conditions locales. C'est aussi l'opportunité de bénéficier de pratiques et appareils de pêche potentiellement profitables et de la connaissance ancestrale fine du plan et de la mangrove que possèdent les locaux. En retour, cette implication représente pour ces professionnels de la mer sinistrés une source financière qui permet de compenser, en partie, leur perte de revenu consécutive à la contamination qui les empêche de pratiquer leur activité.

# Disperser chimiquement la pollution

## Mode d'action et impacts des dispersants

La dispersion chimique a pour effet d'entraîner les hydrocarbures dans la colonne d'eau sous la forme d'un nuage de microgouttelettes. Ce nuage dispersé contamine alors, et durant un certain temps, les premiers mètres de la colonne d'eau, et donc les petits fonds, qui en auraient été exemptés s'il n'y avait eu de dispersion. Les organismes vivant dans cette couche d'eau se trouvent ainsi momentanément exposés à des concentrations potentiellement toxiques, voire létales. La dispersion chimique peut de la sorte impacter très sévèrement les herbiers de phanérogames et les coraux.

Certaines expérimentations tendent à montrer que des hydrocarbures dispersés sont moins nocifs pour la mangrove qu'une nappe non traitée car le pétrole dispersé adhère moins aux surfaces. Si ces résultats expérimentaux n'ont pas valeur de recommandation universelle, ils peuvent être pris en compte lors de la définition de la stratégie de lutte.

## Décision et réalisation

Plus que pour les autres options, l'opportunité et la faisabilité de disperser chimiquement une nappe en avant d'une mangrove doivent être évaluées dans les plans d'urgence. Cela nécessite que les bénéfices supposés soient évalués au regard des possibles inconvénients, selon une démarche de type NEBA (*Net Environmental Benefit Analysis*). Si la dispersion chimique est décidée, elle peut être réalisée :

- à l'aide de moyens aériens, de petites unités d'épandage localement disponibles (hélicoptère ou avions) ou éventuellement d'unités

plus conséquentes (avion gros porteur appelé en renfort),

- à partir d'embarcations équipées de rampes de dispersion.

La dispersion est une option qui ne s'improvise pas. Elle suppose que soient disponibles au moment voulu (souvent dans les toutes premières heures suivant la pollution), en nombre et qualité, non seulement les produits dispersants et les moyens d'épandage, mais aussi les supports aériens et nautiques. En outre, un produit dispersant est soumis à l'approbation préalable par les autorités du pays, tout comme son utilisation à proximité de sites sensibles.

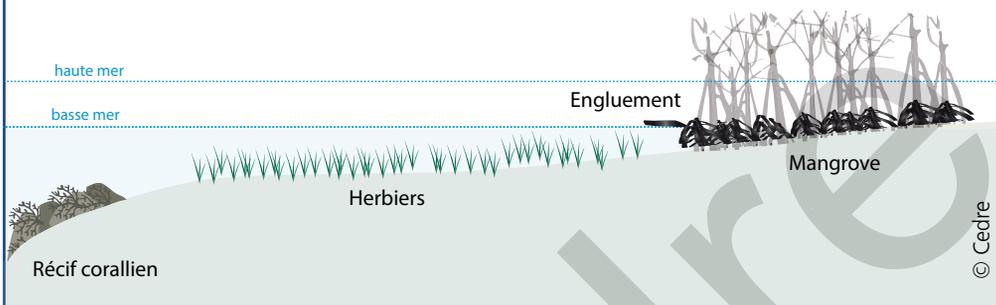


TROPICS est une expérimentation in situ réalisée au Panama, en bordure de mangrove. L'objectif ? Savoir si la dispersion chimique dans les eaux côtières est un moyen écologiquement acceptable de minimiser les effets d'une pollution menaçant une mangrove en la comparant à l'option « ne rien faire ». Lancée en 1984, TROPICS a été suivie, de manière très espacée, durant trente ans. Ceci a permis de constater des processus de dégradation et de recolonisation (sans pouvoir systématiquement tous les expliquer, certains s'inversant à 10 ans) et d'en estimer des tendances. Pour certains experts, en l'absence d'autres études menées à cette échelle, TROPICS est une référence majeure pour le raisonnement de la méthode NEBA lorsqu'il s'agit de décider ou pas d'utiliser la dispersion chimique en avant-côte d'un littoral tropical.

### Pas de dispersion chimique



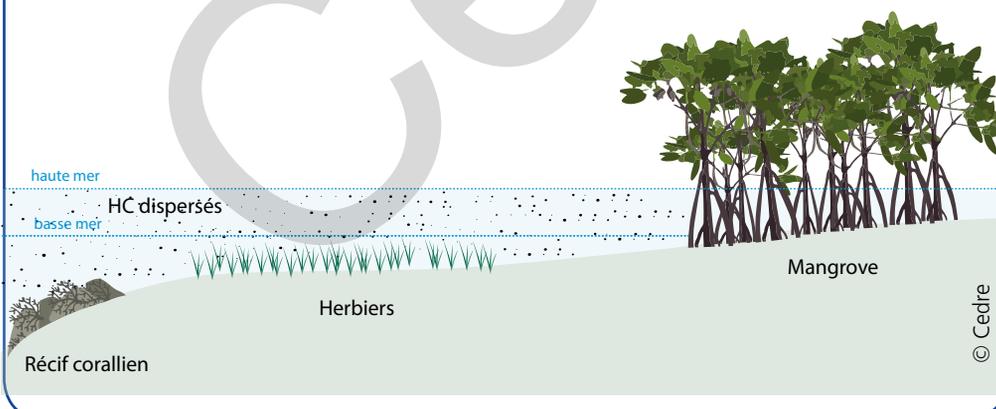
- a. Les nappes d'hydrocarbures pénètrent dans la mangrove, engluent la végétation, et éventuellement coulent dans l'immédiate zone subtidale.
- b. Les habitats subtidaux immergés eux sont épargnés car le polluant est resté à la surface de la mer.



### Dispersion chimique



- a. La mangrove et ses peuplements sont épargnés.
- b. Les habitats subtidaux qui la bordent sont momentanément contaminés par un nuage de pétrole dispersé.



Voir le guide opérationnel  
du Cedre « Traitement aux  
dispersants des nappes de  
pétrole en mer »

Cedre

# Intervention - Que faire si la mangrove est atteinte ?

- Évaluer la situation \_\_\_\_\_ **D1**
- Prioriser les zones d'intervention et définir les techniques adaptées \_\_\_\_\_ **D2**
- Ne rien faire ? \_\_\_\_\_ **D3**
- Protéger en bordure de mangrove \_\_\_\_\_ **D4**
- Récupérer la pollution flottant en bordure de mangrove \_\_\_\_\_ **D5**
- Organiser la réponse globale \_\_\_\_\_ **D6**
- Sécuriser la réponse \_\_\_\_\_ **D7**
- Faciliter la circulation de la pollution au sein de la mangrove \_\_\_\_\_ **D8**
- Faucher et couper la végétation de manière raisonnée \_\_\_\_\_ **D9**
- Faciliter la progression des intervenants au sein de la mangrove \_\_\_\_\_ **D10**
- Filtrer en surface au sein de la mangrove \_\_\_\_\_ **D11**
- Installer des dispositifs de confinement au sein de la mangrove \_\_\_\_\_ **D12**
- Récupérer le polluant de manière sélective au sein de la mangrove \_\_\_\_\_ **D13**
- Nettoyer les substrats émergés \_\_\_\_\_ **D14**
- Nettoyer la végétation \_\_\_\_\_ **D15**
- Gérer les déchets récupérés \_\_\_\_\_ **D16**
- Fiches pratiques \_\_\_\_\_ **D17**

D

## Évaluer la situation

### Dans quel but ?

La reconnaissance de la pollution et de la zone affectée est primordiale. Elle apporte les éléments de réponse aux inquiétudes des premiers instants. Elle vise plusieurs objectifs :

- caractériser la pollution (localisation, quantité, forme) ;
- évaluer s'il est opportun ou pas d'intervenir ou de continuer à le faire ;
- identifier les milieux impactés (substrats, végétations, habitats, communautés, espèces, etc.) et les enjeux socio-économiques ;
- évaluer les possibilités et contraintes pour y accéder en vue d'une intervention (moyens, voies d'accès, précautions).

### Comment ?

La reconnaissance d'une pollution dans la mangrove est plus compliquée à mener que sur les autres types de côtes. La canopée rend souvent impossible l'observation du sol à partir du ciel sauf en certains espaces dégagés comme les clairières, les secteurs d'ensoleillement des installations pétrolières et les cours d'eau. A hauteur du sol, la végétation luxuriante limite très rapidement le champ visuel. Il faut donc y pénétrer, de façon à approcher la pollution au plus près et pouvoir en évaluer l'étendue. Si nécessaire, la reconnaissance sera menée simultanément à terre et sur l'eau, en remontant les rivières et chenaux potentiellement contaminés.

Comme sur l'eau, l'accompagnement d'un résident local (pêcheur, chasseur, cueilleur, garde forestier, etc.) comme guide est impérative. Il fera profiter de sa parfaite connaissance de la

configuration de la zone, ainsi que de la forêt et de ses dangers. Les embarcations locales, qui sont bien adaptées au milieu, sont à privilégier dès lors que la reconnaissance s'aventure dans des cours d'eau encombrés ou resserrés et de faible profondeur.



Voir le guide opérationnel du Cedre « Reconnaissance de sites pollués par des hydrocarbures »



*Reconnaissance à terre*



*Reconnaissance sur l'eau*

Organisation d'une reconnaissance terrestre par couverture végétale dense.....

1

## Prioriser les zones d'intervention et définir les techniques adaptées

La première reconnaissance a pour but de circonscrire l'extension de la pollution, de repérer les zones de plus fortes accumulations, de constater les impacts bien visibles et d'identifier les principales contraintes environnementales. Elle permet d'avoir une vision globale de la situation, notamment de savoir où la pollution est suffisamment importante pour justifier une intervention. Dans ce cas, un premier plan d'action peut être défini : moyens de première urgence, zones d'intervention prioritaire, accès, logistique requise pour la mise en place de la réponse.



*Cartographie détaillée issue de reconnaissances fines*



*Exemple de cartographie dressée à l'issue d'une première reconnaissance*

Cette première reconnaissance sera ensuite complétée, dès que possible, par d'autres plus fines, menées de manière plus systématique. Elles impliqueront des moyens et compétences plus techniques. Ces reconnaissances permettront de dresser une cartographie détaillée de la zone qui servira de base à la documentation opérationnelle qui sera utilisée sur toute la durée du chantier (sectorisation opérationnelle, suivi de l'évolution de la situation et des chantiers, communication, etc.).

## Ne rien faire ?

À terre aussi, « ne rien faire » est une vraie option de lutte qu'il convient d'évaluer, plus particulièrement en cas de faible pollution car la mangrove peut tolérer la présence d'une faible quantité d'hydrocarbures. Il a même été observé, lors d'accidents et d'expérimentations, que certaines plantes (comme *Rhizophora*) pouvaient profiter de tels apports, semblant les assimiler au même titre qu'un adjuvant de croissance. Ne rien faire sous-entend toutefois au moins une reconnaissance (en vue de confirmer le bien-fondé de cette option) qui sera éventuellement, en cas de doute quant à la menace, réitérée les jours suivants.

Cedre

## Protéger en bordure de mangrove

### Confiner, obstruer et sécuriser

En cas de pollution modérée à forte, même si le polluant a déjà atteint la mangrove, il importe de mettre en place, le plus rapidement possible, des dispositifs de confinement et/ou d'obstruction en vue de restreindre la pollution aux seuls secteurs déjà pollués. Ces dispositifs ont pour effet de matérialiser la zone polluée : ils jouent ainsi un rôle de sécurisation de la zone en empêchant la venue inopinée, volontaire ou pas, d'embarcations non impliquées dans les travaux de dépollution.

### Aux abords immédiats de la mangrove

Ce sont des barrages flottants qui seront déployés, sous réserve que leur mise en œuvre soit possible. Par rapport à ceux utilisés en avant de la mangrove, ils auront des tailles plus réduites et seront appelés à rester plus longtemps sur place. C'est le barrage permanent non gonflable qui est recommandé car sa maintenance est plus facile sur de longues périodes. Il est aussi bien plus robuste et peut être « enjambé » par des pirogues dont le moteur est relevé. La fixation du barrage peut s'avérer problématique en présence de fonds trop mous ou en cas de marnage trop important. En bordure de berge, l'amarrage se fait généralement par accrochage sur un tronc d'arbre, éventuellement renforcé par des pieux. Il faut éviter l'amarrage dans les secteurs asséchants qui sont envahis de pneumatophores afin de ne pas les casser et ainsi préserver les arbres.



Voir le guide opérationnel du Cedre « Les barrages antipollution manufacturés »



*Barrage flottant en avant de la mangrove*



*Franchissement d'un barrage de type permanent par une pirogue, moteur relevé*

### Dans les endroits à faible courant

Dans les endroits plus restreints et à très faible hauteur d'eau, des dispositifs à façon peuvent parfaitement convenir pour contenir/dévier (planches, troncs d'arbre, bambous, etc.) ou filtrer le polluant (barrière filtrante, filets droits).



Voir le guide opérationnel du Cedre « Les barrages antipollution à façon »



*Filet droit à l'entrée d'un chenal*

### Maintenance des dispositifs

Quel que soit le type de dispositif utilisé, il doit rester opérationnel en permanence. Durant toute la dépollution, un effort particulier doit donc être apporté à la maintenance du dispositif et à la récupération du polluant confiné pour limiter le risque de voir ce dernier franchir le barrage. Cette double tâche peut occuper une équipe spécifique à plein temps.



*Barrage en limite de capacité de rétention*



*Filet mal tendu*

## Récupérer la pollution flottant en bordure de mangrove

Il s'agit ici de récupérer le polluant et les débris végétaux pollués qui flottent sur les cours d'eau ou qui sont piégés le long de la berge, dans les systèmes racinaires. La récupération peut se faire mécaniquement, mais aussi manuellement.



*Polluant et végétation polluée piégés dans les systèmes racinaires le long des berges*

### Récupération mécanique

La récupération mécanique sur l'eau fait appel à des moyens mécanisés spécifiques de type récupérateurs et pompes. Pour faciliter cette récupération, il faut confiner le polluant et le rabattre vers la tête d'aspiration à l'aide d'un barrage léger.

Dans les parties les plus calmes, les mouvements naturels de l'eau peuvent ne pas suffire pour entraîner le polluant aussi efficacement qu'espéré. On peut chercher à amplifier les mouvements naturels de l'eau en agissant artificiellement soit sur le courant, soit sur le vent. Dans le premier cas, on utilise un outil rustique (pagaie, planchette) ou des jets d'eau avec des petites pompes portatives. Dans le second cas, une soufflante portative s'avère très efficace.

Sur un plan d'eau relativement ouvert, la récupération peut être menée à l'aide de moyens nautiques motorisés offrant de l'espace à bord

et une bonne stabilité pour y travailler. Des moyens de pêche traditionnels (filets à crevettes) peuvent aussi être un renfort très appréciable.

Dans les endroits les plus resserrés et de faible hauteur d'eau, les embarcations locales de type pirogues, voire des supports plus sommaires de type radeaux, sont bien souvent très efficaces, en particulier si les outils traditionnels de pêche ou d'aquaculture s'avèrent eux aussi aptes à capturer le polluant.

Mise en place dans les tous premiers instants de la pollution, la récupération sur l'eau, le long des berges et dans les chenaux, est appelée à se prolonger dans le temps en mode allégé. Cela permet de capter les petits relargages récurrents ainsi que ceux, plus conséquents mais plus épisodiques, qui peuvent survenir lors de marnages exceptionnels, de pluies diluviennes, de coups de vent, ou encore suite à des actions annexes de dépollution (éclaircissement de la végétation, déblaiement de cours d'eau, repositionnement ou repli de barrage).



Voir le guide opérationnel du Cedre « Les récupérateurs »



*Crevettier traditionnel utilisé en mode stationnaire le long de la berge, pour récupérer des amas de polluant et plantes aquatiques polluées*

## Récupération manuelle

La récupération manuelle sur l'eau, à partir d'une petite embarcation comme à partir de la rive, peut se faire en utilisant des moyens plus maniables, spécialisés (absorbants conditionnés de type tapis, feuilles, boudins) ou pas. Des outils confectionnés sur place tels que seaux à fonds percés, écopos grillagées, etc., peuvent s'avérer très efficaces pour collecter à la surface de l'eau, de manière sélective, les débris végétaux amalgamés de polluant.

En vue de faciliter leur nettoyage en fin de chantier, l'intérieur des embarcations doit être protégé au préalable à l'aide de géotextile et de bâches, tout en veillant à ce que cela ne nuise pas à la sécurité de l'équipage (enchevêtrement ou glissade). Durant les opérations, cette protection doit être régulièrement repositionnée et changée au besoin.

Récupération à partir de pirogues par  
petits et très petits fonds.....

12



L'implication de pêcheurs locaux et d'autres exploitants du milieu aquacole dans le dispositif de lutte offre l'avantage de disposer à la fois de moyens nautiques adaptés aux conditions locales et de personnes connaissant parfaitement le plan d'eau et la mangrove. Ils apportent leur connaissance des espaces et espèces sensibles inféodés au milieu, des mouvements de la masse d'eau et de la navigation. En outre, les pratiques et appareils de pêche locaux peuvent aussi apporter des solutions efficaces. L'expérience et le savoir-faire des marins locaux peuvent permettre d'anticiper certains mouvements de la pollution, d'affiner les priorités, et d'optimiser l'intervention en répartissant les moyens disponibles aux moments les plus opportuns et aux endroits les plus stratégiques.

## Organiser la réponse globale

### Mettre en place une base-vie

Les mangroves se situent généralement en des secteurs éloignés des centres urbains. Elles ne possèdent pas de capacités d'accueil susceptibles de faire face, dans des conditions d'hygiène et sanitaires acceptables, à un surplus soudain de population même limité, sur une longue durée. Il faut donc créer cette structure que l'on appelle la base-vie.

La base-vie est géographiquement hors du chantier à proprement parler. Dans le meilleur des cas, elle peut s'appuyer sur une infrastructure existante de type industriel (comme une base pétrolière) ou touristique (comme un hôtel de brousse) si la capacité d'accueil et la proximité du chantier le permettent. Sinon, il faut créer une entité *ex nihilo*, soit à terre en amenant des bungalows ou autres installations mobiles, soit sur l'eau à bord d'un « navire-hôtel » ancré à proximité du chantier.

La mise en place, l'animation et la gestion de la base-vie font appel à des compétences spécifiques autres que l'antipollution : travaux publics (installations, branchement de fluides, alimentation en énergie), communications (téléphone et internet), restauration (approvisionnement, cuisine, service), hébergement (service de ménage et nettoyage du linge), gardiennage, etc.



Bateau de croisière touristique



Infrastructure touristique de brousse renforcée de bungalows de chantier

### Mettre en place un espace chantier

L'espace chantier englobe les différents lieux de vie (site d'entrée et sites secondaires), les sites à nettoyer ou en cours de nettoyage aussi appelés « chantiers », les voies de circulation ainsi que les sites de stockage provisoires et d'élimination de déchets. Sa configuration générale est guidée par la localisation et l'étendue de la pollution qui commandent le nombre et la durée des chantiers de nettoyage, mais aussi par les possibilités et contraintes logistiques qu'imposent le terrain.

La mise en place de l'espace chantier conditionne la réussite de la réponse dans la durée. Il est préférable d'y consacrer l'effort nécessaire avant de lancer les opérations de dépollution à proprement parler. Lors de cette étape primordiale, il faut définir l'espace utile à l'intervention et en assurer l'organisation optimale pour que les opérations de dépollution s'y déroulent le plus efficacement possible. La protection des intervenants, la sécurisation des sites et la limitation de l'empreinte environnementale sont trois aspects à ne jamais perdre de vue.

Le bon déroulement de la réponse suppose :

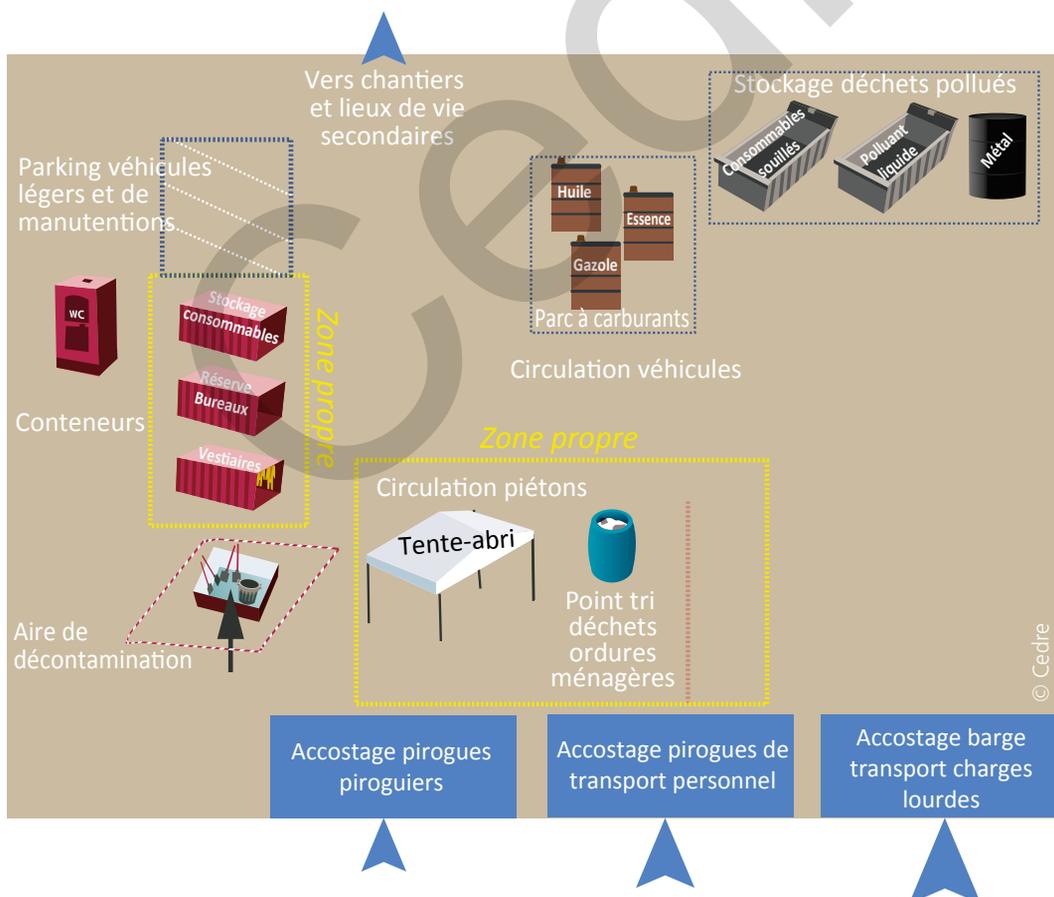
- la préparation préalable de ces différentes parties de l'espace chantier qui doivent être pourvues des moyens nécessaires à leur fonctionnement, en quantité suffisante et en continu ;
- la tenue de l'espace en bon état de fonctionnement : approvisionnement en temps voulu et autant que de besoin des moyens nécessaires au chantier (de l'EPI à l'engin lourd, en passant par le carburant et les équipements de lutte spécifiques) ainsi que le non-encombrement des accès et axes de circulation et leur remise en état si besoin ;

- la réhabilitation de l'espace lors de la fermeture du chantier, notamment le retrait de tous les déchets, des installations et des aménagements liés à l'intervention.

Organisation de l'espace chantier..... 2

Mise en place d'une aire de décontamination..... 3

Gestion générale des opérations..... 5



Plan type d'organisation d'un site d'entrée

## Sécuriser la réponse

Outre l'optimisation de la réponse et le souci de limiter les dégradations connexes de la pollution liées à l'intervention, la gestion du chantier doit répondre à deux autres objectifs : réduire les risques d'incidents ainsi qu'améliorer le confort et les conditions de travail des opérateurs. Cela suppose le respect des précautions et mesures prises en vue d'assurer la sécurité et la santé des personnes.

### Rendre plus tolérables et plus sûres les conditions de vie et de travail

La mangrove est par définition dangereuse. Tout ou partie d'un site doit être jugé périlleux dès lors qu'un élément qui le constitue peut présenter un danger évident pour un opérateur : noyade, enlèvement, chute d'arbre, attaque par des animaux sauvages, atteinte due à certaines plantes.

Les contraintes climatiques et environnementales rendent les conditions de travail particulièrement pénibles. La progression à travers la mangrove est très difficile dans la mesure où elle se fait sur un sol de très faible portance, voire inondé, ou bien en se déplaçant acrobatiquement sur les systèmes racinaires aériens. Le risque de s'égarer dans la mangrove est permanent dès lors que l'on s'aventure hors du domaine reconnu et balisé. Les fortes températures permanentes associées à une hygrométrie élevée, ainsi que les pluies parfois diluviennes, rendent pénibles les efforts même modérés.

Les opérations de dépollution induisent des stress supplémentaires qui sont susceptibles d'avoir des incidences nuisibles sur la santé des

opérateurs. Des mesures spécifiques en matière de confort, d'hygiène et de santé doivent être prises et observées en permanence pour permettre aux intervenants de travailler dans des conditions satisfaisantes. Il faut notamment :

- instaurer des règles de repos et d'hydratation selon la pénibilité des postes de travail (activité physique, exposition au soleil, port d'EPI spécifiques, etc) ;
- mettre à disposition les installations et équipements adéquats ;
- définir un plan de secours adapté aux conditions du terrain comportant des délais d'intervention compatibles avec l'urgence de la situation pour chaque risque identifié ainsi qu'une procédure d'évacuation réaliste.



*Zone de décontamination équipée d'un nettoyeur à pression avec réserve d'eau (en hauteur sur le conteneur)*



*Zone repas et point de tri des déchets constitué de big bags*

D7

## Sécuriser les sites

Aux dangers inhérents à l'environnement même des mangroves, s'ajoutent d'autres risques :

- ceux liés aux chantiers eux-mêmes, c'est-à-dire aux engins et produits utilisés ou aux activités. C'est pour cela que les opérateurs doivent être des professionnels expérimentés ou possédant la formation, la qualification et les aptitudes physiques requises ;
- ceux induits par l'attraction du chantier exercée sur une population non autorisée, par simple curiosité voire aussi éventuellement en vue d'actions malintentionnées. Un effort particulier de sécurisation doit être en permanence observé.

Sécurisation des sites..... 

Cedre

# Faciliter la circulation de la pollution au sein de la mangrove

## Comprendre comment le polluant s'est déplacé

Il importe de comprendre, le plus tôt possible, comment le polluant s'est déplacé à travers la mangrove de façon à le canaliser vers les points accessibles les plus propices à sa récupération. Ce déplacement est généralement relativement facile à observer dans les petits cours d'eaux, mais il l'est nettement moins dans les parties internes de la mangrove où l'enneigement de type laminaire se fait par débordement. Il peut toutefois être décelé lors de la baisse et de la montée des eaux.

## Favoriser sa circulation

Au cours de son cheminement, une partie de la pollution est très souvent bloquée au sein de la végétation. Ces accumulations doivent être purgées. Une simple accélération du courant peut parfois suffire. Si celle-ci ne se fait pas naturellement, il faut essayer de la provoquer artificiellement.

Il s'agit alors de débarrasser localement la veine d'eau principale des obstacles qui l'encombrent : branches et arbres morts, débris divers, voire éventuellement la végétation sur pied. Cela induit une accélération du courant qui peut suffire pour attirer à distance des poches de polluant piégées dans la végétation, et les entraîner vers des points propices à leur collecte. En plus de cet effet de curage, cette meilleure circulation des eaux augmente ponctuellement le rinçage naturel de la mangrove.

Coupe raisonnée de la végétation..... 

D8

## Faucher et couper la végétation de manière raisonnée

### Une action non systématique

La coupe de la végétation ne doit pas être systématique, au risque d'induire inutilement des impacts préjudiciables voir irréversibles. Hors contexte de pollution, toutes les plantes ne supportent déjà pas d'être coupées. En cas de pollution, en coupant une plante on l'expose davantage à une pénétration du polluant. La coupe peut convenir à certains types de végétation basse, mais doit toujours être évitée ou alors restreinte au strict nécessaire et, dans ce cas, qu'après avis d'experts botanistes.

### Faire appel à des spécialistes

Certains locaux savent si une végétation est parfois soumise à des fauches ou des coupes. C'est le cas notamment des « ensoleilleurs » qui opèrent pour le compte des compagnies pétrolières. Ces derniers fauchent régulièrement la végétation aux abords immédiats des installations pétrolières sises au sein de la mangrove (le long des oléoducs ainsi qu'autour des installations de pompage, etc.). Cette fauche a pour but de permettre de déceler le plus rapidement possible une fuite lors d'une visite terrestre ou lors d'une surveillance aérienne pour les espaces les plus dégagés.

En ce qui concerne les arbres, une coupe partielle des racines aériennes risque de fragiliser l'enracinement, de réduire son potentiel respiratoire, de favoriser l'entrée de polluant dans les tissus, et d'induire ainsi des effets néfastes à long terme sur la forêt. Cependant, en cas de forte pollution, la coupe de certaines racines aériennes secondaires est parfois nécessaire pour faciliter non seulement l'accès à de fortes accumulations de pétrole mais aussi leur collecte. Il va de soi qu'il ne faut recourir à la coupe qu'en cas de réelle nécessité. L'avis préalable de spécialistes botanistes est indispensable.



Tronçonnage d'un arbre mort pour améliorer l'écoulement



Préparation d'un point de collecte grâce à une fauche ponctuelle au niveau d'une mare polluée



La faible profondeur d'enracinement dans le sol des palétuviers explique la nécessité de conserver suffisamment d'ancrages. Ceci est à évaluer en fonction du diamètre et du nombre de racines principales partant du tronc.

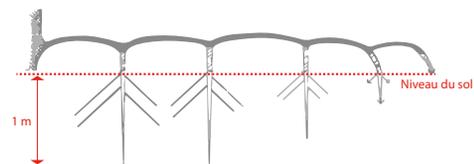


Schéma d'une racine aérienne de palétuvier du genre *Rizophora*

# Faciliter la progression des intervenants au sein de la mangrove

## S'adapter en fonction de la portance du sol

La progression dans les secteurs de faible tirant d'eau (< 1m) se fait en fonction de l'accessibilité et de la portance du sol :

- à partir d'une légère embarcation à fond plat voire d'un radeau improvisé ;
- en marchant à même le sol s'il est suffisamment portant (sol à matrice sableuse) ;
- en marchant sur un cheminement artificiel soit posé à même le sol (branches, feuilles de palmiers, ou même planches), soit monté sur pieux au-dessus du sol.



Déplacement sur des racines échasses



Planches au sol



Passerelle sur vase

## Mettre en place un cheminement par passerelles

Installé en cas de pollution significative et s'installant dans la durée, un cheminement sur pieux permet une circulation intensive, rapide et sécurisée des intervenants, tout en évitant ou limitant les effets néfastes du piétinement répété sur le milieu. Cela réduit les risques et dangers que présente une progression à tâtons dans la vase et l'eau au sein de la mangrove. Le cheminement sur pieux facilite aussi la manutention et le positionnement des équipements (pompes, tuyaux, récupérateurs, stockages) ainsi que l'évacuation des polluants et matériaux pollués récupérés, tout en fournissant un excellent support pour des dispositifs à façon de confinement ou de filtration.

La mise en place d'une passerelle nécessite parfois des coupes de végétation voire de racines secondaires d'arbres. Son tracé sera imposé par la nécessité de contourner les arbres et s'adaptera selon que les racines aériennes peuvent ou non être coupées, en prenant notamment grand soin de ne surtout pas sectionner les racines maîtresses des palétuviers.



Passerelle au-dessus des racines aériennes

Coupe raisonnée de la végétation..... 7

Cheminement par passerelles..... 8

D10

## Filtrer en surface au sein de la mangrove

### Filtrer grossièrement

Dans les secteurs à courants, même faibles, l'installation de dispositifs filtrants permet de retenir le polluant tout en laissant passer l'eau. En l'absence de matériaux manufacturés (bandes géotextiles par exemple), de tels dispositifs peuvent être construits à l'aide de moyens non spécifiques disponibles sur place ou faciles à trouver à proximité : simple filet droit planté à l'entrée d'un petit chenal ou ruisseau, série de pieux ou bambous plantés serrés verticalement dans le sol...

### Filtrer plus finement

Pour une filtration plus fine, une double rangée de grillage maintenue verticalement à l'aide de pieux et renfermant des produits absorbants ou des matériaux locaux plus ou moins adsorbants (feuillages, fibres végétales diverses) peuvent être utilisés. À cet égard, la passerelle de cheminement sur pieux constitue un support idéal pour de tels dispositifs de filtration, d'autant plus efficace qu'il en facilite la maintenance sur le long terme. Les matériaux utilisés pour filtrer ou absorber la pollution doivent évidemment être changés aussi souvent que nécessaire.

Pour retenir les irisations au droit de ces dispositifs de filtration, il est possible d'utiliser les surcombinaisons jetables de protection individuelle usagées. Facile à réaliser dans l'urgence et faute d'absorbants manufacturés, cette technique permet une collecte très sélective du polluant.



*Piégeage d'hydrocarbures en utilisant des combinaisons en polypropylène jetables usagées et fixées sous une passerelle*

- Utilisation de dispositifs de filtration de la colonne d'eau..... 9
- Piégeage d'hydrocarbures flottants à l'aide de combinaisons jetables usagées..... 10



*Cartouche filtrante remplie de fibres de palmier installée sous une passerelle de cheminement*

# Installer des dispositifs de confinement au sein de la mangrove

## Procéder méthodiquement

La collecte sur l'eau par très petits fonds nécessite de procéder méthodiquement, secteur par secteur, et de mettre en place un dispositif très léger et souple d'utilisation. Une nappe piégée au sein de la végétation se déplace, au gré de la marée, de plus en plus facilement au fur et à mesure que progressent les opérations destinées à améliorer l'écoulement de l'eau. Une fois défini le point de collecte optimum, il faut canaliser ou rabattre, naturellement ou artificiellement, la pollution vers celui-ci.

## Bloquer la pollution

La première étape consiste à bloquer toute la nappe, en l'encerclant complètement à l'aide d'un petit barrage à très faible tirant d'eau. En l'absence de barrages manufacturés ou en attendant leur approvisionnement, des systèmes fabriqués sur place avec les moyens disponibles peuvent parfaitement convenir. C'est le cas notamment des barrages bouteilles qui, outre leur facilité et faible coût de fabrication ainsi que leur solidité dans le temps, offrent l'avantage de recycler momentanément les nombreuses bouteilles en plastique qui sont consommées sur le chantier.



*Encerclement d'une nappe à travers les racines échasses, à l'aide d'un barrage bouteilles*

## Subdiviser en cellules jointives

La deuxième étape consiste à subdiviser cette grande zone de confinement, en plusieurs petites cellules jointives. Une telle structure alvéolaire permet de :

- mieux bloquer l'ensemble de la nappe ;
- nettoyer progressivement la zone ;
- isoler les cellules nettoyées de celles qui ne le sont pas encore ;
- maîtriser le déplacement de la pollution, en la chalutant d'une cellule à l'autre, jusqu'au point de confinement.



*Confinement en structure alvéolaire*

D12

# Récupérer le polluant de manière sélective au sein de la mangrove

Récupération à partir de pirogues par petits et très petits fonds..... 12

## Récupération mécanisée

Elle peut se faire si l'importance de la pollution le permet et si l'amenée et la mise en œuvre des moyens mécaniques est possible. Des petits systèmes de récupération et de pompage peuvent être transportés manuellement sur de courtes distances. L'amenée de moyens plus conséquents peut parfois être envisagée (engin roulant, amphibie, bateau, voire hélicoptère). L'utilisation de tels équipements impose la présence en permanence d'un mécanicien sur site ainsi que de moyens de stockage et d'évacuation adaptés. De façon à limiter les volumes récupérés, on privilégiera les récupérateurs sélectifs. La plupart du temps, la récupération mécanique n'est possible que très ponctuellement dans le

temps et dans l'espace. Elle cède rapidement la place à la récupération manuelle.

## Récupération manuelle

La récupération manuelle obéit aux mêmes impératifs préalables de confinement et de canalisation du polluant et des débris pollués que la récupération mécanique. Elle est très souvent la seule option envisageable. Les outils de type fourches ou râpeaux peuvent être utiles mais ils viennent la plupart du temps seulement en renfort d'outils confectionnés sur place. Ces derniers répondent mieux aux contraintes du terrain en permettant notamment de travailler dans des espaces exigus, de collecter de manière sélective des petits débris et du polluant surnageant à la surface des plans d'eau généralement encombrés de plantes aquatiques ou d'un lacs de racines aériennes.

D13



*Rabattage du polluant à l'aide d'un barrage bouteilles*



*Couvercle de poubelle percé*



*Récupération du polluant à l'aide d'un écremeur à disques*



*Écope grillagée*

## Nettoyer les substrats émergés

Les secteurs de sol nu de la mangrove sont généralement de type vaseux ou vaso-sableux. Cependant, on peut parfois trouver une extension marine de la mangrove qui se développe en front de plage entre des blocs pierreux. Les opérations de nettoyage doivent y être menées de manière méthodique, progressive et par secteurs limités. De façon à perturber le moins possible le milieu, il convient d'attendre que la pollution soit stabilisée pour commencer les opérations de nettoyage, excepté pour les fortes accumulations dans les secteurs aisément accessibles.

### En front de mangrove

Les sols sont bien trop peu portants pour y envisager une intervention. Au mieux, sur une vase saturée en eau, on peut tenter de déplacer vers un site plus propice à sa récupération une nappe déposée, grâce à un lessivage superficiel en vue de créer une lame d'eau susceptible de décoller le polluant sans le mélanger au sédiment. Cette opération peut être testée lors de la marée montante à l'aide de jets d'eau à très faible pression, éventuellement couplée à une inondation artificielle ponctuelle réalisée à partir d'un tuyau percé disposé en amont de la nappe et alimenté par une pompe à gros débit.



*Jet d'eau à basse pression pour déplacer le polluant vers un point de collecte*

### Au sein de la mangrove bien établie

Les sols sont relativement fermes et l'intervention précédemment décrite est plus facilement envisageable. Toutefois, les sols sont souvent parcourus en subsurface par un lacis très dense de systèmes racinaires issus des plantes environnantes voire d'anciennes plantes disparues. Ceci rend ces secteurs fragiles au surpiétinement et propices à la pénétration d'un polluant fluide. L'infiltration du polluant se fait via les terriers d'animaux et la base de certaines plantes. Des poches de pétrole peuvent alors se former au pied de certains massifs anciens. Les racines évidées des plants morts se comportent en véritables conduites souterraines, disséminant du pétrole sur plusieurs mètres de distance. L'intervention dans ces parties doit se faire grâce à des cheminements éphémères légers (branches, bambous, feuilles de palmier, planches, géotextile, etc.) que l'on déplace au gré de la progression du nettoyage, et en n'autorisant l'accès qu'aux seuls intervenants habilités et en nombre très limité.

### Si la pollution est en surface et que des épaisseurs de polluant nappent les secteurs nus

Il est possible d'effectuer :

- un raclage superficiel (pelle, raclette, bambou sectionné sur la longueur, râteau renversé) ;
- une aspiration sélective à l'aide de systèmes à vide ou à transport pneumatique mobiles ;
- un déplacement à l'aide de jets d'eau à très basse pression, éventuellement renforcé par la création d'une lame d'eau produite par inondation à l'aide d'une fontaine montée en

partie haute et constituée d'un tuyau percé alimenté par une pompe à gros débit ;

- un drainage superficiel selon la plus grande pente convergeant vers un point de collecte plus propice en bas niveau. Les drains correspondent à de petits sillons obtenus par légers grattages ou par simple tassement du sol. On évitera de creuser de profonds sillons qui favoriseraient la pénétration du polluant dans le sol. Lors de la marée descendante, l'écoulement se fait vers le point bas de collecte constitué d'un merlon ou de planches censées retenir le polluant. La collecte se fait alors manuellement par écopage, filtration ou absorption.



*Aspiration des poches d'hydrocarbures à l'aide d'un camion d'assainissement*



*Raclage superficiel à partir d'un cheminement pour limiter le piétinement du sol*

### Si la pollution est en profondeur

Un curage des poches de polluant en pied de massifs ou aux points de résurgence en surface peut être envisagé. La création de trous dans le sol attire le pétrole piégé en même temps que l'eau interstitielle : il s'agit de retirer le polluant surnageant et de vider le trou de son eau en vue de réinitialiser le drainage. La collecte du polluant surnageant dans les trous peut se faire par absorption. Elle s'avère toutefois plus efficace par aspiration à l'aide d'un système à vide mobile ou d'un système à transport pneumatique de type camion d'assainissement (plus difficile à envisager, mais parfois réalisable en bordure si la distance reste compatible avec la longueur d'aspiration).

## Nettoyer la végétation

### Faire ou ne pas faire ?

La question de nettoyer ou pas la végétation se pose régulièrement. Pour des raisons techniques, écologiques et/ou logistiques, il est fréquent que le nettoyage des racines ne puisse être pratiqué. Malgré tout, quand cela est possible, la technique à privilégier est l'usage d'un jet d'eau à basse pression, ou éventuellement le jet à forte pression d'un nettoyeur à pression.

### Usage d'un jet à basse pression

Le recours au jet d'eau (plat puis bâton) à basse pression (< 3 bars) doit être systématiquement testé. C'est particulièrement le cas dans les toutes premières heures, ou jours, de la pollution selon la nature du polluant. Cette technique est recommandée si elle s'avère efficace pour retirer les surépaisseurs engluant les racines aériennes, ou simplement rincer ces dernières d'une fine couche d'hydrocarbure très fluide.



*Jet d'eau à basse pression pour débarrasser les racines des surépaisseurs de pétrole*

### Usage d'un jet à forte pression

L'utilisation d'un nettoyeur à haute pression, même seulement à eau froide (ou plutôt tiède car à la température locale), est beaucoup plus critiquable dans la mesure où la puissance du jet est a priori préjudiciable à la racine (risque de décapage de la couche superficielle des racines par exemple), et qu'au bout d'un certain temps même cette pression est inefficace.

## Gérer les déchets récupérés

La gestion des déchets qui englobe le stockage, le transfert et le traitement des déchets est une phase cruciale de l'intervention. Cette phase peut induire des effets néfastes pour l'environnement et la santé humaine si elle est mal gérée, particulièrement sur un milieu sensible comme la mangrove. La gestion des déchets fait l'objet de nombreuses recommandations. Ne sont abordées dans ce guide que les spécificités inhérentes à la mangrove.



Voir le guide opérationnel du Cedre « Gestion des matériaux pollués et polluants issus d'une marée noire »

### Sur l'eau

Les déchets récupérés sur l'eau sont généralement stockés à bord des embarcations de collecte. Ce stockage primaire se fait dans des contenants de petites capacités qui sont faciles à transborder (seaux, poubelles, caisses étanches). Comme il est rare de disposer d'un site à terre à proximité immédiate du point de collecte, il est nécessaire de mettre en place une navette d'évacuation constituée d'une ou plusieurs petites embarcations.

Ceci permet d'assurer le transfert des déchets vers un point de regroupement sur l'eau correspondant si possible à une embarcation plus spacieuse comme une barge de servitude. Une fois pleine ou en fin de journée, celle-ci transitera vers le site de déchargement à terre. L'embarcation de regroupement est aussi l'endroit où s'effectue la première véritable opération de tri et de séparation des déchets. Elle doit donc être équipée de contenants adaptés :

- pour les déchets liquides : fûts ouverts de 200 L et bacs rigides renforcés de type IBC

d'1 m<sup>3</sup> munis d'une grille en guise de couvercle pour permettre l'égouttage des éléments englués ;

- pour les déchets solides égouttés : big bags, bacs, bâches...



*Stockage primaire dans une pirogue*



*Stockage primaire dans une poubelle sur une pirogue*



*Pirogue en transit vers une barge de regroupement des déchets*



*Barge de regroupement de déchets équipée de capacités adaptées*

### Décantation *in situ* et égouttage des végétaux.....

13

## À terre

Pour les déchets récupérés à terre, il importe d'installer un site de stockage primaire de produits pollués à proximité immédiate des points de collecte manuelle ou d'écrémage. De ce stockage primaire où ils sont directement déposés, les déchets sont évacués vers un site de stockage de regroupement. Ce transfert se fait par portage (poubelles, civières) ou roulage (brouettes), mais parfois aussi par pompage/refoulement ou aspiration pour les liquides. Cette dernière option est envisageable sur une distance pouvant aller jusqu'à plusieurs dizaines de mètres si la viscosité du polluant et la hauteur d'aspiration le permettent. Les déchets sont ensuite acheminés vers un site de stockage temporaire, en attendant une évacuation définitive de la zone polluée.

Toutes ces aires de stockage doivent impérative-

ment être :

- installées avant de commencer les opérations de collecte, écrémage, nettoyage ;
- correctement aménagés pour limiter le transfert de pollution (capacités étanches et adaptées aux types de déchets récupérés, protection du sol) ;
- agencés pour faciliter le tri et les mouvements de transfert.



*Site de stockage provisoire et de tri des déchets*



*Égouttage sur grille des déchets solides fortement englués au point de regroupement de déchets*



*Évacuation de déchets par brouette*



*Égouttage de végétation polluée en cage de stockage en bambou étanchéifiée à la base*

Les recommandations couramment émises en matière de gestion de déchets, et de sites de stockage en particulier, s'appliquent évidemment à la mangrove. Toutefois, l'environnement une fois encore est ici plus contraignant que dans les autres types de côtes, en matière de logistique et de conditions météo-océaniques. Une attention particulière doit être apportée pour anticiper les risques de transfert ou débordement de pollution liés aux intempéries.

Décantation *in situ* et égouttage des végétaux.....

13

## Traitement des déchets

Les déchets résultant d'une pollution en mangrove sont des produits liquides (hydrocarbures avec de l'eau et parfois une fraction de sédiments fins) et des déchets pâteux à solides (sédiments pollués, végétaux plus ou moins pollués), auxquels s'ajoutent les matériaux synthétiques utilisés directement pour la réponse (EPI, absorbants, géotextiles, etc.) eux aussi pollués.

Il existe potentiellement plusieurs filières pour traiter les déchets, mais dans la pratique, elles ne sont pas toutes disponibles dans tous les pays où il y a des mangroves.

Les filières de recyclage et valorisation sont généralement applicables pour les liquides récupérés (raffinerie) et les déchets à forte teneur en hydrocarbures (charge combustible pour industrie lourde, etc.). Il en va de même de l'élimination des EPIs et autres équipements synthétiques qui doivent être traités en centres d'incinération spécialisés. Les procédés plus sophistiqués (séparation/lavage, biodégradation, stabilisation, etc.) qui permettent une réutilisation de la matrice souillée sont plus rarement réalisables. On constate parfois que faute d'infrastructures et de savoir-faire, une grande partie des déchets ne pouvant être traités

sont alors abandonnés en différents points du littoral.

La ou les options retenues doivent impérativement être en conformité avec la réglementation nationale en vigueur dans le pays sinistré. C'est le cas tout particulièrement de l'incinération sur site qui permet d'éliminer progressivement des volumes importants de débris végétaux faiblement à modérément souillés et d'alléger ainsi la logistique nécessaire pour le transfert de déchets. Le brûlage à ciel ouvert (simple combustion) produit des gaz et particules toxiques qui se répandent dans l'environnement. En conséquence, cette technique ne peut être recommandée systématiquement. Elle peut parfois apporter une solution acceptable compte tenu de la teneur en hydrocarbures du déchet et des difficultés logistiques comme un transfert hors zone compliqué, une distance de transfert trop importante, une absence de stockage temporaire ou de filière alternative acceptable, une inconnue trop forte quant au réel devenir des déchets une fois évacués.

On préférera systématiquement au brûlage sur site le recours à de petits incinérateurs mobiles. Spécialement conçus pour cet usage, ils permettent la double combustion des fumées, procédé qui réduit énormément l'émission dans l'atmosphère des particules toxiques et, à un degré moindre, des gaz toxiques.

Outre l'accord préalable des autorités, les deux techniques imposent des mesures préventives pour protéger l'environnement et la santé humaine et éviter toute propagation du feu.

Incinération sur site.....

14

## Fiches pratiques

- Fiche 1 : Organisation d'une reconnaissance terrestre par couverture végétale dense
- Fiche 2 : Organisation de l'espace chantier
- Fiche 3 : Mise en place d'une aire de décontamination
- Fiche 4 : Sécurisation des sites
- Fiche 5 : Gestion générale des opérations
- Fiche 6 : Protection des opérateurs
- Fiche 7 : Coupe raisonnée de la végétation
- Fiche 8 : Cheminement par passerelles
- Fiche 9 : Utilisation de dispositifs de filtration de la colonne d'eau
- Fiche 10 : Piégeage d'hydrocarbures flottants à l'aide de combinaisons jetables usagées
- Fiche 11 : Construction d'un barrage bouteilles
- Fiche 12 : Récupération à partir de pirogues par petits et très petits fonds (< 1 m)
- Fiche 13 : Décantation *in situ* et égouttage des végétaux
- Fiche 14 : Incinération sur site

# Organisation d'une reconnaissance terrestre par couverture végétale dense

## ▶ Objectifs

- Dans le cas de la reconnaissance initiale, le but est de circonscrire l'extension de la pollution, repérer les plus fortes accumulations, constater les impacts bien visibles et identifier les principales contraintes environnementales.
- Dans le cas des reconnaissances fines ultérieures, le but est d'affiner la cartographie initiale et de suivre l'évolution de la situation et des chantiers.

## ▶ Sécurité et précautions d'usage

- Faire attention aux dangers du milieu lors des reconnaissances (végétaux, animaux).
- Garder toujours un contact possible (VHF, téléphone) en cas de problème.
- Ne pas oublier d'enlever la rubalise après réception de chantier ou à la fin du suivi d'impact.

## ▶ Ressources nécessaires

### Moyens humains pour une reconnaissance initiale

- 2 à 3 opérateurs dont 1 personne connaissant la forêt et ses dangers.

### Moyens humains pour des reconnaissances fines

- 1 guide connaissant la forêt et ses dangers,
- 1 géomètre ou personne maîtrisant la réalisation des relevés GPS et la cartographie,
- 1 personne expérimentée dans le domaine de la pollution et capable de discerner les « fausses pollutions » (mousses, lichens, irisation naturelle...).

### Moyens matériels

- Tenues de protection et EPI spécifiques au type de tâches effectuées (gants de cuir pour se protéger lors de la progression dans la végétation, bottes, chapeau, produit antimoustique, etc.),
- GPS, appareil photo avec GPS intégré, carnet de notes, crayon, ordinateur portable,
- Image satellite ou carte de la zone,
- Télémètre laser,
- Rubalise (de différentes couleurs, si possible) et couteau,
- Machette,
- Moyen de communication (téléphone et/ou VHF),
- Petite trousse médicale de secours, eau, sucre.

## ▶ Mode opératoire/protocole

### Reconnaissance initiale

- Longer, au plus près, les bords extérieurs de la pollution,
- Procéder méthodiquement, par secteurs initialement identifiés à partir d'un ou plusieurs points d'origine remarquables et fixes (source de la pollution, chemins, cours d'eau, mares, etc.),
- Progresser selon les possibilités offertes par le terrain : par déplacement sur systèmes racinaires dans les espaces arborés ennoyés ou en ouvrant des chemins à la machette lorsqu'il y a un sol,
- Matérialiser le cheminement en continu à l'aide de rubalise,
- Prendre des notes et photos (pollution, types de milieux, contraintes environnementales),
- Estimer les distances (au pas et visuellement, voire au télémètre laser) et repérer (visuellement et si possible par géolocalisation) les contours et les points d'accumulation majeure d'hydrocarbures,
- Faire un croquis et, si possible, une première sectorisation de la zone polluée.

**Reconnaitances fines**

- En fonction de la reconnaissance initiale, définir les secteurs de reconnaissance et leur point de départ.
- Vérifier que le marquage initial correspond toujours à la limite de la pollution. En cas d'extension de cette dernière, retracer le contour.
- Procéder comme pour la reconnaissance initiale mais de façon plus systématique pour

assurer une couverture plus fine et produire une cartographie plus détaillée. Pour cela, progresser par transects, en échelle ou en spirale selon le terrain.

- Repérer les sous-secteurs (y compris ceux non souillés) et marquer les plus souillés (avec rubans de couleurs différentes éventuellement). Ils seront, si besoin, matérialisés par la suite (panneautage).
- Faire une cartographie détaillée avec légende et la tenir à jour.

**▶ Illustrations**

Points relevés	Commentaires	Coordonnées Système de projection		Photos
Point 1	Zone de pollution discontinue (zone à palmiers) Dépôts discontinus = film d'hydrocarbure noir sans épaisseur, sur sol, végétation, flaques	X XXX E	X XXX S	
Point 2	Pollution moyenne : film noir sans épaisseur mais continu sur racines aériennes (sur 50 cm à 1 m) Irisations ou film discontinu, peu épais (quelques millimètres) sur l'eau	X XXX E	X XXX S	
Point 3	Zone non polluée : film noir sur certaines racines = mousse (végétation)	X XXX E	X XXX S	

*Exemple de rapport de reconnaissance**Balisage des zones polluées**Reconnaissance à terre*

# Organisation de l'espace chantier

## ▶ Objectifs

- Organiser l'espace du chantier global de dépollution.
- Assurer la préparation optimale des lieux en vue de permettre que les opérations de dépollution s'y déroulent le plus facilement et plus efficacement possible.

## ▶ Ressources nécessaires

- Aménagement : engins lourds,
- Signalisation : panneaux, rubalise,
- Abri : tente armée, bâches plastiques, pieux,
- Point déchets : big bags, piquets, panneaux,
- Site de décontamination : géotextiles, grilles, bâches plastiques, nettoyeur haute pression,
- Site de stockage : bennes, conteneurs.

## ▶ Principales recommandations

### Le site d'entrée

Il correspond à l'accès unique ou principal par rivière, mer et/ou route. C'est là que se font l'entrée, la répartition et la sortie des ressources (hommes, matériel, carburant, vivres), la préparation des équipes et l'évacuation des déchets. Il est aussi le point principal d'entreposage, de premiers soins et d'accueil des visiteurs officiels. Ce site doit être :

- accostable (équipé d'une rampe d'accès ou ponton) ou beachable par des pirogues, petites et grandes (transport de personnel) ainsi que par une barge (transport de charges),
- suffisamment grand pour permettre le débarquement et embarquement de pièces encombrantes (engins TP, bennes, etc.) et une circulation aisée de véhicules,
- alimenté en énergie (pour l'alimentation d'équipements divers, la recharge des batteries, l'éclairage nocturne, etc.),
- joignable en permanence de l'extérieur – y compris les moyens de transport qui le desservent – ainsi que des sites secondaires
- le plus proche possible d'un point praticable par un hélicoptère (en cas d'évacuation d'urgence),
- pourvu des installations suivantes : un système de communication (réseau téléphonique si possible, VHF, etc), un abri de type barnum militaire (abri contre le soleil et la pluie, coin repas), des toilettes mobiles, des aires de décontamination des matériels et du personnel (voir fiche ), un point de tri des déchets

de type ménager et des EPI souillés, des conteneurs clos (stockage de petits équipements).

### Le(s) site(s) secondaire(s) de vie

Ils correspondent à des petites aires aménagées au plus près des chantiers pour assurer, en premier lieu, un abri ombragé aux personnels des chantiers qui l'environnent, pour le repos et la restauration, ainsi que pour l'habillage des intervenants, en début de journée, puis leur décontamination en fin de journée. Leur nombre varie selon l'importance de la pollution. Les sites secondaires comprennent :

- un abri de type tente équipé de tables et sièges,
- des toilettes de type chantier,
- une aire de décontamination (voir fiche ),
- un point de tri de déchets souillés (EPI, chiffons, etc.) ou pas (bouteilles plastiques, déchets compostables à déposer dans des fosses de faible profondeur),
- un parc à carburants situé à l'écart et pourvu d'un dispositif de protection du sol (récupération des fuites) ainsi que d'un extincteur.

### Les voies de circulation y compris les accès

Elles relient les points de vie entre eux et au chantier. Il s'agit souvent de chemins piétonniers ouverts spécifiquement. Dans les meilleurs des cas, il y a des voies préexistantes liées à la construction d'un pipeline. Elles sont généralement carrossables pour des engins lourds (pelles mécaniques, etc.) et des véhicules tout-terrain.

### Les sites de nettoyage ou « chantiers »

Ils doivent être signalés et balisés. La circulation, qui y est souvent uniquement piétonne, doit être canalisée. L'élagage de la végétation (voir fiches 7 et 8) permet de limiter l'impact environnemental lié à cette circulation piétonne, de sécuriser l'accès (serpents) et de faciliter l'évacuation des déchets. Le chantier comprend nécessairement un point de stockage primaire des produits pollués récupérés (liquides et solides) ainsi qu'un abri (soleil, pluie, repos), au moins de fortune pour les chantiers de courte durée.

Les sites de stockage provisoire de déchets et éventuellement le site d'élimination des déchets (brûlage ou incinération *ex situ* le cas échéant) (voir fiche 14).

#### ▶ Illustrations



Site d'entrée : tente abri/repas, aire de décontamination, point de tri sélectif des déchets, conteneurs de matériels, parc à carburants, parc pour les véhicules



Site secondaire de vie : tente abri/repas et aire de décontamination, tri sélectif



Voie de circulation le long d'un pipeline, accès chantier et stockage primaire



Site de stockage provisoire des déchets

# Mise en place d'une aire de décontamination

## ▶ Objectifs

- Limiter le transfert de pollution en dehors de la zone en cours de nettoyage.
- Nettoyer les équipements et outils souillés afin de pouvoir les utiliser dans de bonnes conditions.
- Permettre au personnel de quitter le chantier dans des conditions d'hygiène et de confort aussi satisfaisantes que possible.

## ▶ Sécurité et précautions d'usage

- Il existe un risque de blessure lors de l'utilisation du nettoyeur haute pression : tester température et pression au préalable, brider les réglages, veiller à ce que l'opérateur conserve bien ses EPI tout au long de l'opération.

## ▶ Ressources nécessaires

- Aire plane ou légèrement pentue (> 30 m<sup>2</sup> environ),
- Géotextile, bâche plastique,
- Rubalise et piquets de chantiers,
- Palettes ou grilles,
- Poteaux de bois, bâches et clous,
- Pédiluves, bacs bas,
- Brosses, chiffons, étoupe.
- Nettoyeur haute pression autonome (thermique),
- Pulvérisateur de produit de lavage (pour les équipements),
- Huile de table et savon pour les mains,
- Poubelles, fûts pour déchets,
- Absorbants pour récupération des effluents.

## ▶ Mode opératoire/protocole

### Création de l'aire de décontamination

- Définir un emplacement, de préférence situé à la sortie immédiate de la zone polluée, et y délimiter une zone d'environ 4 m x 8 m pour y créer une fosse (en creux ou à l'aide de merlons éventuellement) en légère pente,
- Préparer la fosse en créant si besoin une pente douce dirigée vers un point bas de collecte des effluents (option 1) ou une fosse de confinement des effluents (option 2),
- Protéger cette zone (fosse et abords) par un tissu anti-poinçonnement (géotextile, feutrine),
- Étanchéifier la zone à l'aide d'un film polyane ou d'une bâche plastique en plusieurs épaisseurs,
- Installer un dispositif ajouré pour permettre l'écoulement des effluents à l'endroit du lavage des personnes,
- Disposer des pédiluves et des bacs de lavage pour le matériel (IBC coupé en deux) si disponibles,
- Construire un abri sommaire à l'aide de poteaux en bois et y ficher des bâches de couverture,
- Installer un nettoyeur haute pression autonome (moteur thermique) de telle façon que la lance de nettoyage puisse atteindre toute la plateforme,
- Disposer la réserve d'eau en conséquence, si nécessaire en hauteur pour permettre l'alimentation du nettoyeur par gravité,
- Installer un point de tri déchets à proximité (EPI jetables),
- Identifier un binôme d'opérateurs chargés du fonctionnement et de la maintenance de la zone, du nettoyage des équipements et outils divers ainsi que de la préparation du site pour la décontamination des personnes à chaque fin de demi-journée.

### Mode opératoire pour le personnel

- Faire rentrer l'opérateur à décontaminer encore équipé de ses EPIs souillés,

- Épandre du produit de lavage sur les cuisardes, les bottes, les gants, et le ciré à l'aide d'un chiffon ou d'une feuille d'absorbant, éventuellement dans un pédiluve,
- Lui faire frotter ses EPIs ou l'aider pour les parties difficiles à atteindre (avec chiffons ou petit balai brosse),
- Rincer à l'eau tiède (40°C) sous moyenne pression (40 bars) avec une lance éloignée de l'opérateur (sans dépasser les épaules),
- Faire sortir l'opérateur de la zone de lavage, lui faire gagner la zone de vestiaire pour ôter ses EPIs et les mettre à sécher.

#### Mode opératoire pour les équipements

- Poser les équipements à nettoyer dans le bac prévu à cet effet (trempage et brossage répétés sont parfois nécessaires) ou à même le sol sur les grilles,
- Épandre du produit de lavage à l'aide d'un pulvérisateur, laisser agir quelques instants puis brosser. Renouveler l'opération si nécessaire,
- Rincer au nettoyeur haute pression en veillant à ne pas dégrader l'équipement, ni la bâche plastique sous-jacente,
- Assurer la finition, si nécessaire, par essuyage à l'aide d'une feuille d'absorbant ou chiffons.

#### Maintenance de la zone

- Anticiper les conséquences des fortes pluies (lessivage et débordement),
- Récupérer les effluents en point bas des bacs et du fond de la fosse, aussi souvent que nécessaire à l'aide d'absorbants (si présence d'un camion à vide ne pas hésiter à l'utiliser en fin de journée),
- Nettoyer régulièrement l'aire de lavage,
- Curer régulièrement les solides qui s'accumulent dans la fosse,
- Évacuer vers les bacs adéquats de la zone déchets les déchets liquides et solides, notamment les EPIs à jeter et les absorbants souillés en veillant au bon tri des tenues blanches si elles sont réutilisées (voir fiche [10](#)),
- Vérifier quotidiennement la bonne étanchéité de la zone, remplacer les films plastiques aussi souvent que nécessaire,
- Surveiller la tenue et la stabilité des palettes et caillebotis. Les remplacer si nécessaire,
- Préparer l'aire de décontamination pour permettre la fluidité de l'opération de décontamination chaque demi-journée : vérification préalable du fonctionnement du nettoyeur haute pression et alimentation en eau/carburant, aire débarrassée d'engins, alimentation en solvant et chiffons, installation de piquets en nombre suffisant à proximité pour permettre l'égouttage des waders, bottes et gants.

#### ▶ Illustrations



Vue globale d'une zone de décontamination



Épandage de solvant sur les waders au chiffon



Lavage au nettoyeur haute pression avec température et pression limitées

# Sécurisation des sites

4

## ▶ Objectifs

- Prévenir tout danger inhérent aux chantiers eux-mêmes sur l'ensemble du site (lieux de vie, sites de nettoyage, voies d'accès).
- Eviter la venue d'une population non autorisée attirée par simple curiosité ou en vue d'actions malintentionnées.

## ▶ Ressources nécessaires

### Moyens humains

- Un ou plusieurs résidents locaux habitués à fréquenter le milieu concerné (chasseurs, pêcheurs, etc.) voire un spécialiste du milieu pour la reconnaissance préalable,
- Gardiens de nuit.

### Moyens matériels

- Rubalise et panneaux,
- Lignes de vie et/ou bouées (si nécessaire),
- Extincteurs et pompe à eau équipée de manches et lance de type incendie,
- Mâts d'éclairage de chantier.

## ▶ Principales recommandations

- Faire le diagnostic des risques,
- Empêcher l'accès du site à toute personne étrangère au chantier grâce à une signalisation adéquate (balisage, panneau d'interdiction),
- Assurer si besoin une surveillance de nuit (1 ou 2 gardiens formés),
- Signaler (balisage, panneau) concrètement les différents lieux de vie, d'activités, d'entreposage, de stockage et de vie ainsi que leurs interdictions associées,
- Équiper tous les points sensibles présentant un quelconque risque d'un dispositif de sécurité spécifique (extincteur, ligne de vie, bouée...),
- Identifier les spécificités de chaque secteur,
- Définir et préparer l'entreposage des carburants dans un site propre, à l'écart,
- Prévoir un extincteur de feu de carburant et une pompe à eau, équipée de manches et lance de type incendie,
- Définir et préparer les sites de stockage des déchets ainsi que le site d'incinération des végétaux souillés le cas échéant (voir fiche )
- Assurer l'éclairage minimum de l'installation principale (entrée de site généralement) et de ses abords immédiats, pour le gardiennage de nuit,
- Retirer tous les matériels, produits ou parties d'installation susceptibles de présenter un quelconque attrait ou danger pour une personne mal intentionnée ou inconsciente (exemple : retirer les clés de moteurs d'engins motorisés, remiser les petits équipements dangereux ou susceptibles de vol ou de dégradation en conteneurs de chantier clos),

▶ Illustrations



*Panneautage, signalisation et plan*



*Parc à carburants*

# Gestion générale des opérations

## ► Objectifs

- Organiser l'ensemble des activités afin d'assurer, dans la durée, le bon fonctionnement de l'ensemble du chantier.
- Optimiser la réponse.

## ► Principales recommandations

5

### Organisation

- En cas d'imprévus (personnel en effectifs réduits, difficulté d'approvisionnement en moyens, contraintes météo), revoir les objectifs et redéfinir les tâches.

### Affectation des tâches

- Le chef de chantier définit les actions et le chef d'équipe fait appliquer la décision et rend compte au chef de chantier,
- Organiser le travail en fonction du nombre d'opérateurs, de leurs compétences et aptitudes, des tâches à réaliser et de leurs contraintes respectives. Pour les postes courants, la majorité des opérations est menée par du personnel sans qualification spécifique. Pour les postes périlleux, faire appel à des opérateurs spécialisés (conducteurs, bûcherons, « ensoleilleurs », etc.),
- Vérifier la conformité du personnel (formation, habilitation, etc.) et des moyens avec la réglementation en vigueur.
- S'assurer que les opérateurs intervenant sur un poste potentiellement périlleux (conducteurs, bûcherons, « ensoleilleurs »...) sont des professionnels expérimentés ou possédant la formation, la qualification et les aptitudes physiques requises,
- Assurer le bon état de fonctionnement des équipements et engins lourds et, pour ceux qui le requièrent, procéder à un contrôle adapté par une personne habilitée de la société ou de l'extérieur.

### Activation des opérations

- Rassembler le personnel sitôt arrivé sur site pour lui distribuer des EPIs propres (combinaisons jetables + chiffons, etc.) et de l'eau potable (bouteilles) pour le début de matinée,
- Tenir un briefing matinal au cours duquel le

chef de chantier en profite pour :

- faire le bilan des opérations de la veille : points positifs et négatifs, retour des opérateurs eux-mêmes, rappel des règles,
  - expliquer le programme du jour : opérations, contraintes éventuelles (météo, approvisionnement, etc.), événements (visite officielle, transfert lourd),
  - définir les équipes et les postes,
  - demander aux opérateurs si certains ressentent une quelconque gêne ou méforme physique,
  - passer la parole au(x) responsable(s) Hygiène Sécurité Environnement (HSE) de la compagnie et des sociétés sous-traitantes présentes (rappel des consignes et observations ciblées si besoin),
  - donner la parole aux opérateurs (questions diverses),
- Transférer les équipes vers les sites secondaires où elles mettent les tenues sales (bottes, waders),
  - Lancer les opérations sur les différents sites :
    - inspection rapide des sites de nettoyage en termes de pollution et de sécurité,
    - définition/adaptation de la stratégie d'intervention en fonction du polluant, des éléments naturels, de la logistique, etc.,
    - vérification/renforcement/déplacement/mise en place des cheminements artificiels
    - mise en fonctionnement des moyens mécaniques et des stockages de déchets,
    - début des opérations,

### Temps de pause

- La pause du matin d'environ ½ heure sous abri (tente) avec un casse-croûte (remis le matin à la base-vie) et distribution d'une nouvelle bouteille d'eau,
- Le repas de midi d'environ 1 heure à 1 ½ heure

sous abri avec un repas chaud ou casse-croûte apporté sur site et distribution de 2 bouteilles d'eau (1 pour repas et 1 pour l'après-midi),

- La reprise des opérations après chaque phase de repos.

### Désactivation des opérations

En fin de journée, 30 à 45 min avant le retour vers la base-vie :

- Arrêter les opérations de nettoyage,
- Ranger la zone,
- Décontaminer le personnel, les EPI réutilisables et les outils (voir fiche **3**),
- Trier les EPI jetables souillés,
- Ranger les EPI réutilisables,
- Transférer les équipes vers le site d'entrée pour embarquement sur pirogue en tenue propre et équipées de gilet de sauvetage.

### Maintenance du site

- Veiller à l'approvisionnement en temps voulu et autant que de besoin des moyens nécessaires au chantier (de l'EPI à l'engin lourd, en passant par le carburant et les équipements de lutte spécifiques),
- Veiller à ce que les équipements et engins lourds soient en bon état de fonctionnement et, pour ceux qui le requiert, prévoir un contrôle adéquat (avec fiche de contrôle) par une personne habilitée de la société ou de l'extérieur,

- Évacuer en continu les déchets pollués déposés en sortie immédiate des chantiers et ceux en attente de transfert hors de la zone,
- Veiller au non-encombrement des accès et axes de circulation
- Remettre en état les chemins,
- Assurer une bonne communication entre les intervenants des différents sites,
- Respecter les règles de propreté, de rangement et de tri (EPI et équipements utilisés),
- Anticiper les besoins voire les manques.

## ▶ Illustrations



*Briefing matinal à proximité des conteneurs d'EPI et des petits matériels*



*Egouttage des waders sur piquets*

# Protection des opérateurs

## ► Objectifs

- Protéger les opérateurs des différents dangers identifiés sur le chantier de lutte afin d'éviter les accidents et les blessures.
- Adapter les mesures de sécurité et la vigilance au contexte particulier du travail en mangroves.
- Améliorer le confort et les conditions de travail des opérateurs.

## ► Ressources nécessaires

- Moyens de transport pour le personnel : pirogues et véhicules tout-terrain,
- Abris pour le personnel : tentes, sièges, tables, éclairage, stock d'eau potable, coin repas,
- Moyens de transport pour l'équipement et les déchets : barge et engins lourds,
- Abri pour les équipements divers : conteneurs clos,
- Aire de décontamination : bâches agricoles, géotextile, nettoyeur haute pression, cuve à eau, pompes, savon,
- Contenants pour le stockage des déchets souillés : bennes, fûts, big bags, brouettes,
- EPI et matériels antipollution spécifiques et annexes,
- Pharmacie, brancard, VHF, téléphone, extincteurs.

## ► Principales recommandations

### Sécurité

- Faire passer la sécurité du personnel avant la dépollution,
- Rappeler en permanence les consignes de sécurité et co-responsabiliser les intervenants,
- Informer régulièrement les intervenants des spécificités de chaque secteur,
- Ne jamais laisser un opérateur isolé,
- Signaler toujours sa destination dès lors qu'elle est non ordinaire,
- Être toujours à portée de voix ou de VHF,
- Informer le chef de chantier de tout incident technique et accident même mineur survenant dans la journée, mais aussi de toute méforme dès le matin,
- Faire le retour d'expérience de tout incident (au plus tard lors du briefing du lendemain matin),
- Pour les opérations d'ensevelissement (machette) et d'abattage (tronçonneuse), faire appel à des opérateurs spécialisés en respectant les précautions liées au milieu (voir fiche [7](#)),
- Pour les opérations présentant un risque potentiel, être toujours accompagné d'un ou plusieurs opérateurs locaux habitués à la forêt et à ses dangers et équipés en conséquence,
- En forêt, rester vigilant face aux dangers possibles (rencontre avec des animaux, contact avec certains végétaux, chute d'arbres, enlèvement) et avoir toujours une machette à portée de la main (serpents),
- Sur l'eau, embarquer à bord de la pirogue des gilets de sauvetage en nombre suffisant (port en permanence), une VHF, du carburant, une écope, des pagaies de secours, une machette et éventuellement un fusil.

### Hygiène et santé

- Anticiper et évaluer les risques inhérents aux climats intertropicaux, à la faune, à la végétation et aux opérations de dépollution,
- Instaurer des temps de repos selon un rythme défini en fonction de la pénibilité ressentie et en accord avec la législation du travail en vigueur, voire en s'inspirant des expériences similaires dans d'autres pays,
- Prévoir la quantité d'eau potable nécessaire (> 5 L minimum/jour/personne) en ration individuelle afin d'éviter toute contamination,
- Veiller à ce que les repas soient équilibrés et suffisants dans le respect de la chaîne du froid,

- Fournir des EPI adéquats et les renouveler régulièrement,
  - Fournir des outils en bon état et adaptés aux tâches demandées,
  - Mettre à disposition des aires de décontamination en sortie des zones sales pour y nettoyer tenues de travail réutilisables et outils afin de pouvoir quitter la zone en tenue propre,
  - Installer des WC de chantiers le plus rapidement possible, et en nombre suffisant (à proximité des abris),
  - Mettre en place des zones propres pourvues de toilettes, d'un vestiaire et d'un espace repas,
  - Mettre à disposition des abris même sommaires, en zones propres et en zones sales, pour que les opérateurs puissent s'y abriter régulièrement du soleil et des pluies torrentielles,
- Secours**
- Définir un plan de secours adapté aux conditions du terrain,
  - Vérifier la compatibilité des délais d'intervention avec l'urgence de la situation pour chaque risque identifié (ex : délai d'arrivée d'une personne habilitée à faire une piqure et délai de latence d'un venin),
  - S'assurer de la présence d'un moyen d'évacuation de type pirogue en permanence sur site ou à proximité immédiate et directement joignable,
- Définir la procédure d'évacuation par hélicoptère et identifier le site de pose le plus proche du secteur,
  - Identifier les personnes ayant reçu une formation de premiers secours,
  - Mettre à disposition (à l'abri et sous clé) une trousse de pharmacie équipée en fonction des risques encourus (légers maux, petites brûlures, coupures) ainsi qu'un lit de camp dédié et un brancard avec sangle (pour évacuation),
  - Assurer la présence régulière à quasi permanente d'un(e) infirmier(e) sur site, surtout durant les premiers jours ou semaines si les conditions de travail sont sommaires en termes d'approvisionnement en EPI, de WC, d'abri, etc.,
  - Assurer la visite du médecin conseil dès lors qu'une contagion est observée (maux divers, dermatites, diarrhées, etc.),
  - Déclencher une évacuation sanitaire sur décision du médecin conseil en cas d'accident, de maladie ou de nécessité d'examen médical.

## ▶ Illustrations



Embarquement sur pirogue avec gilet de sauvetage



Abri sommaire sur chantier



WC de chantier branchés sur fosse enterrée

# Coupe raisonnée de la végétation

## ▶ Objectifs

- Se frayer un passage dans l'enchevêtrement inextricable que forment les racines aériennes pour collecter le polluant flottant sur l'eau, tout en minimisant l'impact sur les arbres déjà stressés par le polluant.
- Couper les racines de façon raisonnée et raisonnable pour réaliser des passerelles d'accès (voir fiche ) et pour dégager l'espace nécessaire à la mise en œuvre opérationnelle de collecte du polluant flottant.

## ▶ Sécurité et précautions d'usage

- Ne pas couper les racines principales et leurs premières ramifications dont la suppression risque d'entraîner la chute de l'arbre puis d'arbres voisins (entraînés dans la chute ou du fait de l'action du vent dans la trouée ainsi créée). Les principales racines à conserver peuvent être marquées par de la rubalise.
- Avant de décider du tracé d'un passage et de le dégager, il faut repérer les racines en partant du tronc vers la périphérie ou le contraire, et évaluer leur importance.
- Limiter la coupe au strict nécessaire, même si le développement des racines présente une forte dynamique. Ne pas perdre de vue que l'arbre est déjà stressé et menacé par l'engluement de ses lenticelles, et que toute coupe augmente ce stress et la menace qui pèse sur la survie de l'arbre.
- Sensibiliser les intervenants pour qu'ils ne plantent pas leur machette dans les racines, lorsque qu'elle ne sert pas. Ce geste paraît anodin, mais répété de très nombreuses fois durant un chantier, il va encore accroître le stress de l'arbre.

## ▶ Ressources nécessaires

- Machettes avec étuis ou systèmes d'accroche à la taille, voire tronçonneuses,
- Gants de cuir,
- EPI spécifiques,
- Poubelles de 60 litres.

## ▶ Mode opératoire/protocole

Avant toute coupe pour créer une passerelle ou une zone de collecte :

- Repérer les arbres et leurs racines principales afin de déterminer le lieu de passage de moindre impact pour la passerelle ou la réalisation d'une trouée pour ménager une zone de collecte,
- Pour les racines principales, partir du tronc et repérer la racine sur toute sa longueur afin de préserver les premiers ancrages dans le sol,
- Couper les racines et enlever les tronçons devenus inutiles car n'ayant plus de continuité avec l'arbre,
- Récupérer les morceaux de racines à l'aide de moyens sélectifs improvisés (couvre-caps de poubelles percés, etc.),
- Évacuer les morceaux de racines à l'aide de poubelles.

▶ Illustrations



Éclaircissement localisé pour créer une zone de confinement alvéolaire



Racine principale coupée par erreur



Racines majeures et leurs multiples ancrages à ne pas couper car le polluant piégé pourra être enlevé manuellement ou poussé à l'aide de jets d'eau ou de soufflantes à air vers la zone de collecte



Confection d'un couvercle de poubelle percé pour récupérer les morceaux de racines

# Cheminement par passerelles

## ► Objectifs

- Permettre une circulation intensive, rapide et sécurisée des intervenants dans la mangrove, vers les zones les plus touchées et les zones de récupération prioritaires.
- Éviter ou limiter le piétinement répété des zones naturelles et des végétaux, ainsi qu'une circulation à risque dans la vase ou l'eau.
- Faciliter l'emport, la manutention et le positionnement des équipements (pompes, tuyaux, récupérateurs, stockages) ainsi que l'évacuation des polluants et matériaux pollués.
- Fournir un support à certains dispositifs à façon de confinement et de filtration et faciliter leur maintenance ou leur remplacement.

## ► Sécurité et précautions d'usage

- Limiter au maximum la coupe des racines des palétuviers et des autres végétaux lors du positionnement des passerelles (voir fiche ).
- Pour les passerelles servant au roulage (brouettes...), poser un platelage jointif pour éviter tout espace entre les planches.
- Toujours finir la passerelle par la pose d'un géotextile (antidérapant, absorbant) et le changer régulièrement si nécessaire.
- Bien tenir compte des hauteurs d'eau et des marées les plus fortes pour caler en hauteur le niveau d'une passerelle afin qu'elle reste toujours hors d'eau.
- Prévoir des plateformes secondaires de façon à permettre une circulation à double sens ainsi que le stockage d'équipements ou de déchets.

## ► Ressources nécessaires

### Moyens humains

- 1 chef charpentier,
- 1 ou 2 ouvrier(s) charpentier(s),
- 1 superviseur de chantier pour la réception de la passerelle.

### EPI

- Prévoir les EPIs spécifiques au type de tâches effectuées.

### Moyens matériels pour 100 m (dimensions approximatives)

- 350 piquets (1,20 m à 1,50 m x 6 cm de côté),
- 200 planchettes de renfort (50 à 70 cm x 10 à 15 cm x 3 cm),
- 100 planches de passerelle (platelage) (3 m x 20 à 30 cm x 3 cm),
- 300 tasseaux pour fixer le géotextile (L = 15 cm, côté = 3 cm),
- Scies à bois et tronçonneuses (+ carburant et pièces de rechange),
- 2 000 clous de charpentier (L = 80 à 100 mm + L = 60 mm),
- Marteaux, massettes, masses, tenailles.

## ► Mode opératoire/protocole

- ❑ Concevoir sur site et établir un plan succinct : tracés des cheminements, positionnement des plateformes de croisement ou de stockage, jonctions avec autres passerelles, jonction avec la terre ferme et accès divers,
- ❑ Positionner et mettre en place des piquets adéquats avec un enfoncement minimum de 40 cm,
- ❑ Solidariser les piquets avec des planchettes de renfort,
- ❑ Poser et fixer les planches de platelage. Selon l'usage de la passerelle, les planches peuvent être espacées, jointives ou se chevaucher,
- ❑ Tester la résistance de la passerelle et renforcer la stabilité si besoin,
- ❑ Poser et fixer un textile de renfort absorbant (géotextile) et éventuellement antidérapant (grillage cage à poule),
- ❑ Renforcer le dispositif aux points d'accès
- ❑ Vérifier régulièrement la stabilité de l'ensemble ainsi que celle des éléments clés (accès, plateforme)
- ❑ Renouveler les géotextiles souillés,
- ❑ Démontez et enlevez les matériaux à l'issue des chantiers.

## ► Illustrations

Schéma d'une longueur (3 m) de passerelle avec 3 lignes et 5 rangées de piquets. Suivant la résistance demandée, la même passerelle peut être bâtie avec 2 lignes et 4 rangées de piquets, et avec 2 ou 3 planches de platelage.

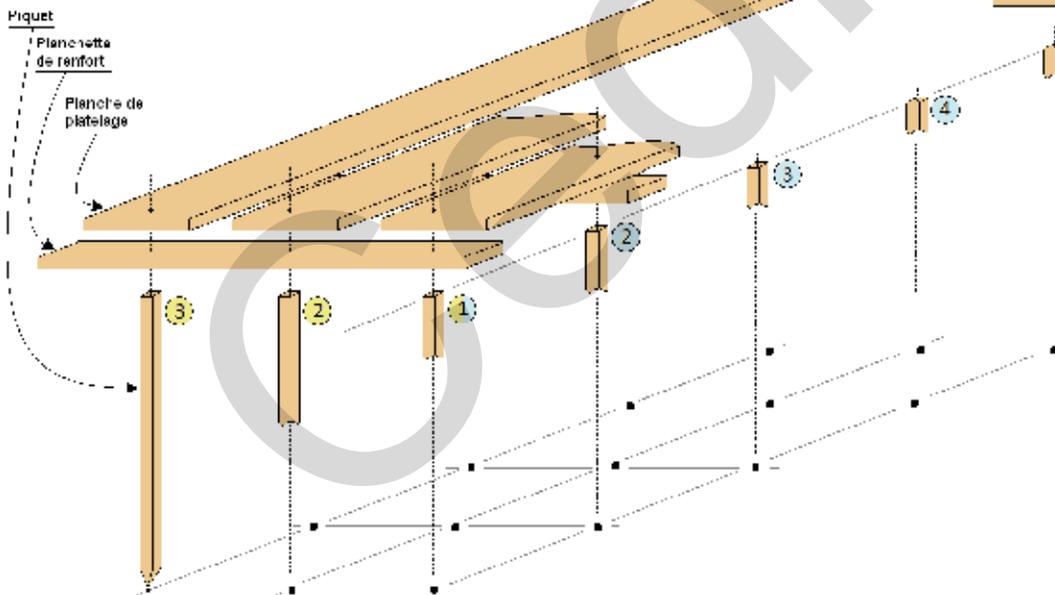


Schéma d'une longueur de 3 m de passerelle



Prolongement d'une passerelle existante



Plateforme de croisement et de stockage

# Utilisation de dispositifs de filtration de la colonne d'eau

## ► Objectifs

- Permettre de filtrer la colonne d'eau pour piéger le polluant et éviter une contamination des sites en aval.
- Récupérer le plus gros de la pollution particulaire sans avoir la prétention de débarrasser la colonne d'eau de la totalité de ses fractions d'hydrocarbures dissous.

## ► Sécurité et précautions d'usage

- Assurer une maintenance quotidienne du dispositif.
- Combiner différents végétaux sur un même barrage afin d'améliorer la qualité de piégeage.
- Anticiper le renouvellement de la végétation en constituant un stock d'avancé à proximité du dispositif.
- Installer en amont un filet de plus grand maillage afin de collecter les macro-déchets.

## ► Ressources nécessaires

### Moyens humains

- 1 encadrant,
- 3 opérateurs.

### EPI spécifiques

- Combinaison jetable,
- Gants ajustés pour la fabrication et gants résistants aux hydrocarbures pour la pose,
- Cuissardes et lunettes,
- Gilet de sauvetage aux abords du plan d'eau (si nécessaire en fonction de la profondeur).

### Passerelle d'accès

- Voir fiche  8.

### Matériaux de fabrication pour trois mètres de barrage sur un mètre de haut

- Enveloppe : grillage à poule (de dimensions au moins égales à 1 m de largeur par 6 m de longueur) ou filet pare-gravats,
- Remplissage : fibres et feuilles végétales propres et mortes (1/2 m<sup>3</sup>),
- Fixation/ancrage : pieux (bois, ferraille) de longueur égale à la hauteur d'eau + 1 m et cordage ou filin (15 m minimum).

### Outillage

- Pincés coupantes et clous,
- Brouette et fourche.

## ► Mode opératoire/protocole

### Mise en place

- Repérer le site où placer le dispositif (circulation en fonction des courants de marée, étroitesse, passage ou confinement naturel du polluant),
- Réaliser la passerelle de circulation et d'ancrage (voir fiche  8),
- Planter des clous sur les piètements de la passerelle en partie haute qui permettront de fixer les cartouches filtrantes,
- Collecter et préparer la garniture en séparant bien les fibres et feuilles végétales,
- Sur la berge, étaler l'enveloppe au sol et la garnir du matériau de remplissage,
- Refermer l'enveloppe à l'aide de fils de fer sur les côtés uniquement, afin de laisser l'accès à la fibre depuis le haut du dispositif,
- Lester l'enveloppe pour améliorer son maintien dans la colonne d'eau,
- Fixer la cartouche sur la passerelle.

### Maintenance

- Depuis la passerelle, contrôler le dispositif régulièrement (dont fixation, garniture),
  - Retirer la cartouche filtrante du cours d'eau et remonter le dispositif sur les berges,
  - Ouvrir l'enveloppe grillagée sur une bâche,
- retirer la garniture souillée et en remettre une propre,
- Evacuer les matières souillées vers les filières adéquates (voir fiches  et ).

### ▶ Illustrations



*Collecte et préparation de la garniture*



*Étalage de l'enveloppe au sol et garnissage du matériau de remplissage*



*Fixation des cartouches de filtration sous la passerelle*

# Piégeage d'hydrocarbures flottants à l'aide de combinaisons jetables usagées

## ▶ Objectifs

- En complément des absorbants, utiliser la capacité d'adsorption du tissu oléophile et hydrophobe en polypropylène des combinaisons jetables pour collecter du polluant en mode dynamique type « serpillière », en mode statique sous des passerelles ou directement au niveau des réseaux de drainage.
- Optimiser l'utilisation de ces combinaisons usagées.

## ▶ Sécurité et précautions d'usage

- Prévoir un stockage final étanche pour y déposer les combinaisons saturées d'hydrocarbures.
- N'éliminer en aucun cas les combinaisons saturées d'hydrocarbures par incinération sur site.

## ▶ Ressources nécessaires

### Moyens humains

- Travailler au minimum en binôme,
- Prévoir la découpe des combinaisons en lambeaux ou bandelettes (à la manière d'une serpillière) et leur fixation au niveau des zones identifiées (passerelles, tranchées, réseau de drainage, etc.),

### Moyens matériels

- Combinaisons de protection individuelle en polypropylène non tissé utilisées une journée,
- Cordes fines, filins,
- Couteau, paire de ciseaux ou cutter,
- Bâton, manche à balais,
- Poubelle, big bag ou benne pour stockage des combinaisons avant et après piégeage d'hydrocarbures.

## ▶ Mode opératoire/protocole

### Mise en place

- Pour la conception des « serpillières » :
  - poser la combinaison bien à plat par terre, refermer la fermeture éclair, prendre ensemble les deux bras d'un côté et les deux jambes de l'autre, et faire un nœud simple au niveau de la ceinture. Ce nœud servira ensuite pour accrocher la combinaison soit au bout d'un bâton, soit sur un filin,
  - procéder ensuite aux découpages en lambeaux des 2 bras et des 2 jambes (objectif : augmenter les surfaces de contact et de captage/piégeage),
- Pour la pose sous passerelles, passer un long filin dans chacun des nœuds faits au niveau

de la ceinture des combinaisons, puis resserrer les nœuds, une fois l'écartement entre deux serpillières choisi.

### Maintenance

- Surveiller la tenue des combinaisons, contrôler leur niveau de saturation en polluant et renouveler par d'autres combinaisons usagées si nécessaire.

### Clôture et suivi

- Laisser en place tant que les combinaisons continuent de capter des traces résiduelles de polluant,
- Évacuer les combinaisons hors du site comme tout autre déchet manufacturé souillé.

▶ Illustrations



© Cedre

Utilisation en mode serpillière avec bâton



© Cedre

Pose en série sous une passerelle



© Cedre

Pose au niveau d'un réseau de drainage

# Construction d'un barrage bouteilles

## ▶ Objectifs

- Réaliser des barrages à très faible coût, pouvant être utilisés dans des zones de très faible tirant d'eau et à faible courant pour remplacer les boudins, barrages absorbants ou petits barrages manufacturés (rupture de stock, attente d'approvisionnement...).

## ▶ Ressources nécessaires

### Moyens humains

- 3 ouvriers non spécialisés peuvent confectionner 6 m de barrages bouteilles en environ 15 mn. Le rendement journalier pour 3 opérateurs peut être estimé à 160 m linéaire de barrage.

### Moyens matériels pour un tronçon de 6 m linéaire (largeur du rouleau de géotextile)

- 1 bande de géotextile (type géotextile 125 g/m<sup>2</sup>) d'environ 50 cm de largeur,
- 17 bouteilles d'eau de 1,5 L vides avec bouchon,
- 7 m de cordage synthétique à 3 torons d'un diamètre de 8 ou 10 mm OU rubalise (3 bandes à réunir par un nœud tous les 50 cm),
- 32 morceaux de fil de fer de ligature d'une longueur de 15 cm,
- 1 paire de ciseaux pour tissu feutrine,
- 1 couteau et 1 pince coupante.

## ▶ Mode opératoire/protocole

- Rassembler l'ensemble des moyens nécessaires,
- Tailler une bande de 0,5 m x 6 m dans le rouleau de géotextile,
- Étaler la bande au sol,
- Couper le cordage en laissant environ 80 cm dépasser à chaque extrémité,
- Positionner le cordage en haut de la bande de géotextile,
- Préparer les morceaux de fil de fer de ligature (environ 32 morceaux d'une longueur de 15 cm chacun),
- Aligner les bouteilles (fermées) le long du cordage en prenant soin de les mettre toutes dans le même sens,
- Ligaturer les bouteilles sur le cordage au niveau de rétrécissement du diamètre de la bouteille en passant le lien entre les torons du cordage,
- Enrouler le géotextile sur les bouteilles,
- Ligaturer le géotextile sur les bouteilles afin de garder le cylindre formé. Une ligature à chaque extrémité et 1 ligature tous les 50 cm environ,
- Surveiller la flottabilité générale de chaque élément et remplacer les éléments défectueux ou trop pollués.

▶ Illustrations



*Préparation des moyens nécessaires, étalement de la bande de géotextile au sol, pose du cordage puis des bouteilles*



*Passage du fil entre les torons du cordage et ligature de la bouteille sur le cordage*



*Enroulement du géotextile sur les bouteilles*

*Ligature du géotextile autour des bouteilles*

# Récupération à partir de pirogues par petits et très petits fonds (< 1 m)

## ▶ Objectifs

- Récupérer le polluant flottant à la surface de zones à faible tirant d'eau et difficiles d'accès.
- Récupérer le polluant déposé sur les berges des cours d'eau, mais aussi les débris végétaux englués, déposés ou piégés au niveau des systèmes racinaires afin de limiter les risques de remobilisation de la pollution dus aux mouvements des marées.

## ▶ Sécurité et précautions d'usage

- Ne procéder à une récupération mécanique que si l'importance de la pollution le permet et si l'amenée et la mise en œuvre des moyens mécaniques sont possibles.
- Utiliser préférentiellement de petites capacités de stockage (seaux, poubelles, caisses étanches) pour faciliter les opérations de transbordement vers un stockage intermédiaire ou à terre.
- Éviter de trop remplir les seaux et poubelles à bord des pirogues pour limiter les débordements et les risques de chavirage.
- Remonter entièrement le moteur pour limiter les risques de pannes au cas où les embarcations entrent directement dans les nappes.

## ▶ Ressources nécessaires

### Moyens humains

- 1 pilote,
- 2 opérateurs à bord dont 1 ayant des compétences en mécanique,
- Plusieurs autres opérateurs sur la barge de stockage intermédiaire des déchets ou à terre pour réceptionner les poubelles contenant l'hydrocarbure collecté et les végétaux souillés.

### Moyens matériels

- VHF, talkie-walkie, ou à défaut téléphone portable,
- Brassières de sauvetage,
- Lunettes de protection,
- Combinaisons jetables en polypropylène,
- Gants,
- Chaussures de sécurité (éviter les bottes),
- *Waders* pour les opérateurs allant dans l'eau,
- Au moins 2 pirogues équipées de tangons adaptables,

- 1 barge pour le stockage intermédiaire des déchets,
- Bâches en géotextile et barrages absorbants pour protéger les embarcations,
- Récupération mécanique : barrages légers, récupérateur sélectif, pompe, bacs de stockage,
- Récupération manuelle : absorbants, fourches, filets à mailles fines, cadres avec tamis, épuisettes, outils à façon de type passoire ou écumoire (couvercle de poubelle perforé, cadre grillagé à manche, écope grillagée, seaux à fond percé), poubelles, seaux, caisses étanches,
- À bord de la barge de stockage intermédiaire : big bag, cuves IBC d'1 m<sup>3</sup> minimum équipées de grilles pour égouttage, bennes
- Nourrices carburant.

## ▶ Mode opératoire/protocole

- Déposer un revêtement de type géotextile au fond des embarcations pour les protéger et limiter les risques de glissades pour les opérateurs,
- En l'absence de moyens manufacturés, confectionner sur place des outils tels que des cadres en bois équipés de grillages permettant un premier niveau de sélectivité en limitant la prise d'eau dans le mélange hydrocarbures/débris végétaux collecté (voir fiche **13**),
- Équiper la pirogue avec les moyens de récupération et la barge avec une capacité de stockage adaptée à l'embarcation,
- Rabattre le polluant vers la tête d'aspiration à l'aide d'un barrage léger de type absorbant ou plus rustique de type barrage bouteille,
- En fonction de la présence ou non d'une faune classée « dangereuse » et de la profondeur d'eau, possibilité pour un opérateur de marcher le long de la mangrove afin d'aider à la stabilisation des embarcations pendant les opérations et de limiter la mise en suspension de sédiments par les moteurs,
- Avec l'embarcation collectant le pétrole, effectuer des allers-retours vers une zone de déchargement à terre ou bien vers une barge de stockage,
- En fin d'intervention, procéder à la dépollution des matériels embarqués et au nettoyage des coques des embarcations dans une aire de lavage aménagée à cet effet (si possible située à terre).

## ▶ Illustrations



Organisation des piroguiers



Cadre grillagé pour la collecte manuelle



Déchargement des poubelles à bord de la barge de stockage intermédiaire

# Décantation *in situ* et égouttage des végétaux

## ▶ Objectifs

- Égoutter sur place les débris végétaux fortement pollués.
- Séparer les déchets solides (végétaux) des déchets liquides (eau, hydrocarbures).
- Réduire la pollution atmosphérique liée aux éventuelles opérations de brûlage sur site en limitant l'apport d'hydrocarbures (voir fiche )

## ▶ Sécurité et précautions d'usage

- Éviter de trop remplir les cuves pour limiter les débordements.
- Évacuer les débris égouttés régulièrement.
- Ne pas trop charger les poubelles de débris végétaux souillés pour faciliter le dépôt sur les grilles des cuves.
- Laisser les purges accessibles.

## ▶ Ressources nécessaires

### Moyens humains

- 1 ou 2 opérateurs présents en permanence au niveau des bacs pour étaler les débris souillés sur les grilles et évacuer les débris égouttés vers les zones de brûlage,

### EPI

- Lunettes de protection,
- Combinaisons jetables en polypropylène,
- Gants et bottes/chaussures de sécurité.

### Moyens matériels pour 1 dispositif de 4 cuves d'égouttage

- 4 cuves d'1 m<sup>3</sup> en plastique rigide de type IBC découpées en partie haute et équipées de purges basses,
- 4 palettes en bois (support des cuves),

- Grilles/caillebotis de forme carrée d'1,20 m de côté (de manière à dépasser du bac). Prévoir un système de fixation grille/bac si nécessaire,
- Environ 30 m<sup>2</sup> de bâche plastique type agricole, géomembrane ou géotextile,
- Prévoir un « marchepied » au bas de chaque cuve pour faciliter la manutention des débris souillés sur les grillages,
- Poubelles, big bags étanches, brouettes,
- Feuilles d'absorbants et chiffons,
- Système de pompage (camion) pour récupérer le polluant liquide collecté dans le bac,
- Tractopelle avec godet pour évacuer les débris égouttés vers la zone de brûlage *in situ* ou de stockage des débris.

## ▶ Mode opératoire/protocole

- Définir un emplacement situé au niveau de l'accès au chantier de dépollution, délimiter une zone d'environ 4 x 8 m,
- Déposer un revêtement de type géomembrane ou bâche plastique pour la protection des sols,
- Après avoir découpé les cuves en partie haute, aligner les cuves dans le même axe en les écartant chacune d'environ 1 m pour faciliter le passage des opérateurs,
- Creuser des petites tranchées au pied des

bacs (récupération du polluant s'écoulant le long des bacs), voire une fosse (capacité de rétention), les protéger par un revêtement étanche,

- Poser des caillebotis métalliques ou grilles au sommet des bacs,
- Surveiller la tenue et la stabilité des palettes/cuves et caillebotis et remplacer si nécessaire,
- Démonter et enlever les équipements à l'issue des chantiers et réaménager la zone si nécessaire.

▶ Illustrations



*Dépôt de végétaux sur la grille à l'aide de poubelle et égouttage*



*Égouttage des végétaux*

# Incinération sur site

## ▶ Objectifs

- Éliminer sur place les végétaux pollués après égouttage.
- Limiter au maximum le stockage et, avant tout, le transport hors du site de ces végétaux.

## ▶ Sécurité et précautions d'usage

- N'utiliser cette technique que si le recours à de petits incinérateurs mobiles est impossible.
- Obtenir l'autorisation des autorités au préalable.
- Définir un emplacement de brûlage en plein air, éloigné des habitations, installations et infrastructures et facile à sécuriser.
- Former les opérateurs aux mesures de sécurité et aux précautions à prendre.
- Se protéger impérativement des gaz et vapeurs toxiques générés par le brûlage en portant des protections respiratoires et autres EPIs parfaitement adaptés.
- Se placer toujours au vent du foyer d'incinération.

## ▶ Ressources nécessaires

### Moyens humains

- 2 opérateurs toujours présents simultanément et se relayant au feu.

### EPI

- Demi-masques à filtres avec filtres anti-gaz et filtres anti-poussières + lunettes de protection, ou masques complets avec filtres identiques et visière,
- Combinaisons anti-feu,
- Gants et bottes/chaussures de sécurité.

### Moyens matériels pour équiper une fosse de 6 m de côté

- Plaques métalliques et bac plat pour protéger le fond de la fosse,

- 6 morceaux de pipe ou poutrelle métallique de 8 à 10 m de long,
- 3 à 6 plaques de caillebotis métalliques de 1 m x 6 m,
- Outils à mains et à long manche : crocs, fourches, etc.,
- Soufflante pour entretien du feu
- Extincteurs adaptés.

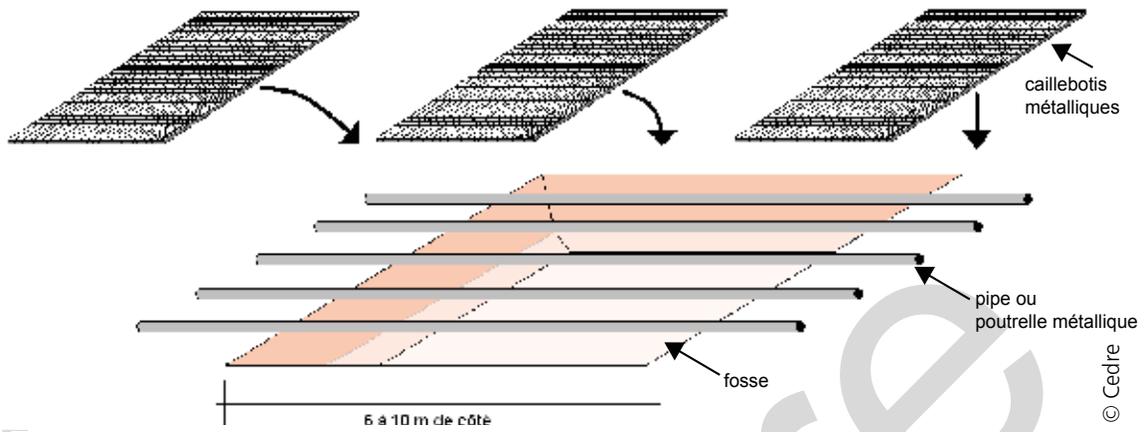
### Construction de la fosse

- Une pelle mécanique.

## ▶ Mode opératoire/protocole

- Choisir un emplacement adéquat,
- Prévoir un plan de circulation pour les engins approvisionnant le site en végétaux à brûler,
- Définir un plan de secours pour le personnel,
- Prendre en compte la météo et avant tout les vents dominants,
- Creuser une fosse d'environ 1 m à 1,5 m de profondeur,
- Protéger le fond de la fosse en utilisant une plaque métallique ou un bac plat de façon à collecter les cendres et résidus de brûlage,
- Disposer des pipes ou des poutrelles métalliques en travers de la fosse (supports),
- Disposer des caillebotis métalliques sur les pipes supports,
- Surveiller la tenue des supports et des caillebotis au feu et remplacer si nécessaire,
- Collecter les cendres et les résidus goudronneux puis les conditionner et les évacuer comme déchets,
- Démonter et enlever les équipements de la fosse à l'issue des chantiers puis combler la fosse.

▶ Illustrations



Fosse de brûlage de végétaux pollués par des hydrocarbures



Mise à feu et incinération de végétaux souillés

© Cedre

Cedre

# Compléments d'information

■ Glossaire et sigles \_\_\_\_\_  E1

■ Bibliographie \_\_\_\_\_  E2

Cedre

E

## Glossaire et sigles

**Accrétion** : croissance d'une structure par apport de matière

**Anoxique** : désigne le manque de dioxygène (O<sub>2</sub>) d'un milieu.

**Appareux** : matériels d'équipement de navire permettant d'assurer des manœuvres de mouillage, d'amarrage, de remorquage, de levage ou de pêche.

**Défoliation** : chute des feuilles d'un arbre.

**Ensoleilleur** : personne qui fauche régulièrement la végétation aux abords immédiats des installations pétrolières au sein de la mangrove.

**EPI** : Equipement de Protection Individuelle.

**Epiphyte** : se dit d'un végétal fixé sur un autre mais non parasite.

**Etoupe** : résidu grossier de fibres textiles obtenu à partir généralement du chanvre ou du lin.

**Géomembrane** : membrane synthétique assurant une fonction d'étanchéité.

**Géotextile** : textile synthétique employé comme filtre dans le domaine des travaux publics (drainage...).

**GPS** : *Global Positioning System*.

**HC** : Hydrocarbure.

**Hydrophobe** : qui ne présente pas d'affinité ou qui s'associe très difficilement avec l'eau.

**IBC** : *International Bulk Container*. Conteneur rigide réutilisable destiné au transport et au stockage de liquides en vrac.

**Lenticelle** : pores présents à la surface de l'écorce des arbres permettant les échanges gazeux avec l'atmosphère.

**NEBA** : *Net Environmental Benefit Analysis*, analyse du bénéfice net pour l'environnement.

**Oléophile** : qui présente une affinité avec les corps gras, qui les absorbe sélectivement.

**Phanérogame** : végétal qui se reproduit par des graines ou des fleurs.

**Platelage** : plancher fait de grosses planches ou tôles métalliques.

**Pneumatophore** : appendices verticaux des racines de certains arbres vivant dans les zones humides permettant des échanges gazeux avec l'atmosphère.

**Polypropylène** : polymère très polyvalent utilisé comme thermoplastique et comme fibre.

**SIG** : Système d'Information Géographique.

**Stipe** : tronc non ramifié, recouvert par les cicatrices des feuilles, comme chez les palmiers.

**Tangon** : perche articulée fixée sur chaque bord d'un bateau.

**Toron** : assemblage d'éléments textiles ou métalliques tordus ensemble pour former une corde, un câble, etc.

**TP** : Travaux Publics.

**Transect** : coupe qui désigne un dispositif d'observation de terrain ou la représentation d'un espace, le long d'un tracé linéaire.

**TROPICS** : *TROPical Oil Pollution Investigations in Coastal Systems*.

**VHF** : *Very High Frequency*.

**Waders** : salopette imperméable utilisée par les pêcheurs pour s'aventurer dans les étangs ou les rivières.

## Bibliographie

- CEDRE (Centre de documentation, de recherche et d'expérimentations sur les pollutions accidentelles des eaux). Gestion des matériaux pollués et polluants issus d'une marée noire. Guide opérationnel. Brest : Cedre, 2004. 64 p.
- CEDRE (Centre de documentation, de recherche et d'expérimentations sur les pollutions accidentelles des eaux). L'observation aérienne des pollutions pétrolières en mer. Guide opérationnel. Brest : Cedre, 2009. 62 p.
- DUKE N. C. Oil spill impacts on mangroves: recommendations for operational planning and action based on a global review. *Marine Pollution Bulletin*, 2016, vol. 109, n°2, pp. 700-715
- DAGORN L., DUMONT A. Les barrages antipollution manufacturés. Guide opérationnel. Brest : Cedre (Centre de documentation, de recherche et d'expérimentations sur les pollutions accidentelles des eaux), 2012. 95 p.
- GUENA A. Les barrages antipollution à façon. Guide opérationnel. Brest : Cedre (Centre de documentation, de recherche et d'expérimentations sur les pollutions accidentelles des eaux), 2012. 88 p.
- GUETTER C. D., LEWIS R. R. Spill response that benefits the long-term recovery of oiled mangroves. *International Oil Spill Conference Proceedings*, 2003, pp 539-550
- HOFF R., MICHEL J. Oil Spills in Mangroves. Planning & Restoration Considerations. NOAA (National Oceanic and Atmospheric Administration), 2014. 96 p. [en ligne] Disponible sur : [http://response.restoration.noaa.gov/sites/default/files/Oil\\_Spill\\_Mangrove.pdf](http://response.restoration.noaa.gov/sites/default/files/Oil_Spill_Mangrove.pdf) (Consulté le 01.06.2016)
- IMO (International Maritime Organization). Field Guide for Oil Spill Response in Tropical Waters. Londres : IMO, 1997. 54 p.
- IPIECA (International Petroleum Industry Environmental Conservation Association). Choix des modalités de lutte dans le but de réduire au maximum les dégâts (Bilan des avantages nets pour l'environnement, Néba). Londres : IPIECA, 2000. 20 p. (Les rapports de l'IPIECA, Vol.10). [en ligne] Disponible sur : [www.ipieca.org/sites/default/files/publications/Vol10\\_NEBA.pdf](http://www.ipieca.org/sites/default/files/publications/Vol10_NEBA.pdf) (Consulté le 01.06.2016)
- IPIECA (International Petroleum Industry Environmental Conservation Association). L'impact biologique de la pollution par les hydrocarbures sur les mangroves. Londres : IPIECA, 1993. 20 p. (Les rapports de l'IPIECA, Vol.14). [en ligne] Disponible sur : [www.ipieca.org/sites/default/files/publications/Vol14\\_NEBA.pdf](http://www.ipieca.org/sites/default/files/publications/Vol14_NEBA.pdf) (Consulté le 01.06.2016)
- IUCN (International Union for Conservation of Nature and Natural Resources). Oil and Gas Exploration and Production in Mangrove Areas. IUCN Gland, Switzerland and Cambridge, UK, with E&P Forum, London, UK, 1993. 58 p. [en ligne] Disponible sur : [www.ogp.org.uk/pubs/184.pdf](http://www.ogp.org.uk/pubs/184.pdf) (Consulté le 01.06.2016)
- KERAMBRUN L. Reconnaissance de sites pollués par des hydrocarbures. Guide opérationnel. Brest : Cedre, 2006. 41 p.
- MERLIN F. Traitement aux dispersants des nappes de pétrole en mer. Traitement par voie aérienne et par bateau. Guide opérationnel. Brest : Cedre, 2016. 59 p.
- PEIGNE G. Les récupérateurs. Guide opérationnel. Brest : Cedre, 2015. 93 p.
- PROFFITT E.C. Managing Oil Spills in Mangrove Ecosystems: Effects, Remediation, Restoration, and Modelling. New Orleans : US Department of the Interior, 1997. 76 p. [en ligne] Disponible sur : [www.data.boem.gov/PI/PDFImages/ESPIS/3/3254.pdf](http://www.data.boem.gov/PI/PDFImages/ESPIS/3/3254.pdf) (Consulté le 01.06.2016)
- SPALDING M., KAINUMA M., COLLINS L. World Atlas of Mangroves. Londres : Earthscan, 2009. 304 p.
- The World's Mangroves 1980-2005. A Thematic Study Prepared in the Framework of the Global Forest Resources Assessment 2005. Rome : FAO (Food and Agriculture Organization of the United Nations), 2007. 77 p. [en ligne] Disponible sur : [www.fao.org/3/a-a1427e.pdf](http://www.fao.org/3/a-a1427e.pdf) (Consulté le 01.06.2016)
- VAN LAVIEREN H., SPALDING M., ALONGI D. et al. Policy Brief: Securing the Future of Mangroves. UNU-INWEH (The United Nations University – Institute for Water, Environment and Health ), UNESCO-MAB with ISME, ITTO, FAO, UNEP-WCMC and TNC, 2012. 52 p. [en ligne] Disponible sur : <http://inweh.unu.edu/wp-content/uploads/2013/05/Securingfuturemangroves.pdf> (Consulté le 01.06.2016)

# Le Cedre en bref

Depuis plus de 35 ans, le Cedre est un expert internationalement reconnu dans le domaine des pollutions accidentelles des eaux. Son équipe constituée d'une cinquantaine de docteurs, ingénieurs et techniciens intervient aux quatre coins du monde depuis sa base située à Brest en France.

Son caractère pluridisciplinaire lui permet de développer un large panel d'activités : intervention, formation, planification d'urgence, analyses et recherche. Le Cedre met aussi à disposition de nombreuses ressources documentaires destinées aux initiés et au grand public.



Centre de documentation, de recherche et d'expérimentations sur les pollutions accidentelles des eaux  
715 rue Alain Colas, CS 41836, F 29218 BREST CEDEX 2  
Tél. +33 (0)2 98 33 10 10 - Fax +33 (0)2 98 44 91 38  
[www.cedre.fr](http://www.cedre.fr)

## Dans la même collection

Les récupérateurs  
Les barrages antipollution manufacturés  
Les barrages antipollution à « façon »  
Guide à destination des autorités locales : Que faire face à une pollution accidentelle des eaux ?  
Implication des professionnels de la mer dans le cadre d'une pollution accidentelle des eaux  
Gestion des bénévoles dans le cadre d'une pollution accidentelle du littoral  
Conteneurs et colis perdus en mer  
L'observation aérienne des pollutions pétrolières en mer  
Utilisation des produits absorbants appliquée aux pollutions accidentelles  
Lutte contre les pollutions portuaires de faible ampleur  
Reconnaissance de sites pollués par des hydrocarbures  
Traitement aux dispersants des nappes de pétrole en mer - Traitement par voie aérienne et par bateau  
Gestion des matériaux pollués et polluants issus d'une marée noire  
Les huiles végétales déversées en mer  
Le suivi écologique d'une pollution accidentelle des eaux  
Le décideur face à une pollution accidentelle des eaux