

EFFETS DE LA POLLUTION PAR LES HYDROCARBURES SUR LES PÊCHES ET LA MARICULTURE

GUIDE D'INFORMATIONS TECHNIQUES



Introduction

Les déversements d'hydrocarbures peuvent causer des dommages sérieux aux ressources de pêche et de mariculture, sous forme de contamination physique, d'effets toxiques sur les stocks et de perturbation des activités commerciales. La nature et la gravité de l'impact sur la production de poissons et fruits de mer dépendent des caractéristiques de l'hydrocarbure déversé, des circonstances de l'accident et du type d'activité ou d'entreprise de pêche affecté. Dans certains cas, des mesures de protection et de nettoyage efficaces peuvent prévenir ou minimiser les dégâts.

Ce document décrit les effets de la pollution par les hydrocarbures provenant des navires sur la pêche et la mariculture ; il conseille sur les mesures de lutte antipollution et les stratégies de gestion susceptibles d'aider à atténuer la gravité des impacts d'un déversement d'hydrocarbures. Les dommages infligés à d'autres ressources économiques sont traités dans un autre Guide d'Informations Techniques.

Mécanismes de dommages et pertes

La pêche (capture d'espèces sauvages) et la mariculture (culture d'espèces captives) sont des secteurs d'activité importants, sur lesquels les déversements d'hydrocarbures peuvent avoir des effets graves divers (Figures 1 et 2). Les animaux et les végétaux exploités à des fins commerciales peuvent être affectés par la toxicité des hydrocarbures ou l'engluement. Les poissons et fruits de mer peuvent être physiquement contaminés ou subir une altération organoleptique qui leur donne un goût désagréable dérivé du polluant. Le matériel de pêche et les équipements de culture peuvent être pollués, entraînant un risque de contamination des prises ou des stocks ou encore d'arrêt des activités jusqu'à ce qu'ils soient nettoyés ou remplacés. En plus des pertes subies par les opérateurs individuels, l'interruption de l'activité de pêche de subsistance (Figure 3), récréative ou commerciale, ainsi que la perturbation des cycles d'élevage de poissons et de culture de fruits de mer peuvent elles aussi avoir des conséquences économiques considérables. Le consommateur peut être réticent à acheter des poissons et fruits de mer provenant d'une région touchée, tandis que la perte de confiance des consommateurs peut entraîner un préjudice économique même en l'absence de contamination réelle des produits.

L'impact des hydrocarbures déversés est déterminé par leurs caractéristiques physiques et chimiques, notamment par leur densité, leur viscosité, leur composition chimique et par l'évolution de ces caractéristiques dans le temps, appelée « vieillissement ». Les altérations provoquées par le vieillissement dépendent elles aussi largement des conditions météorologiques et de l'état de la mer qui prévalent.

Les poissons pélagiques adultes et les stocks sauvages d'animaux marins d'importance commerciale en haute mer sont rarement affectés au long terme par les déversements d'hydrocarbures. En effet, les concentrations d'hydrocarbures dans la colonne d'eau diminuent rapidement après un déversement et n'atteignent que rarement des niveaux suffisants pour être cause de mortalité ou de dommages graves. Elles sont généralement confinées à une zone proche de la source du déversement. En revanche, les poissons élevés en cage et les fruits de mer cultivés en lieux fixes sont potentiellement plus vulnérables étant donné qu'ils ne peuvent pas éviter l'exposition à la contamination par les hydrocarbures sur ou dans les eaux environnantes.



➤ Figure 1 : Les flottes de pêche peuvent être affectées par les hydrocarbures déversés, soit par la contamination des navires et du matériel, soit par les interdictions de pêche, les deux pouvant les forcer à rester au port.

L'impact le plus important est généralement subi en frange littorale, où les animaux et les végétaux peuvent être physiquement recouverts d'hydrocarbures et étouffés, ou directement exposés à des composants toxiques pendant de longues périodes. Pour cette raison, les espèces sédentaires, telles que les algues comestibles et les coquillages ou crustacés, sont particulièrement sensibles à l'engluement et à la toxicité des hydrocarbures. En plus de la mortalité, les hydrocarbures peuvent avoir des effets nocifs plus subtils sur le comportement, l'alimentation, la croissance ou la reproduction. Cependant, en raison des importantes fluctuations naturelles des populations de nombreuses espèces marines, les effets sublétaux dus à un déversement accidentel d'hydrocarbures peuvent être difficiles à isoler.

Les dommages causés aux poissons et fruits de mer peuvent aussi être le résultat de mesures de lutte antipollution. Il est possible, par exemple, que des animaux et des végétaux qui pourraient autrement ne pas être affectés par un hydrocarbure flottant, subissent une altération organoleptique par exposition aux gouttelettes d'hydrocarbure en suspension dans la colonne d'eau, particulièrement si des dispersants sont employés à proximité. Des techniques de nettoyage agressives ou inappropriées, telles



 Figure 2: Une ferme d'algoculture – les pêcheries et la mariculture sont souvent sensibles aux déversements d'hydrocarbures.

qu'un lavage systématique à haute pression et/ou à l'eau chaude, peuvent également avoir des effets néfastes sur les espèces exploitées commercialement et retarder la récupération naturelle.

Les cycles saisonniers de pêche et de mariculture varient tout au long de l'année, selon le type d'espèces pêchées ou élevées. Par conséquent, la sensibilité d'une espèce ou d'une activité aux hydrocarbures dépend également des saisons. Par exemple, certaines grandes algues cultivées en Asie sont récoltées au printemps ou au début de l'été, la génération suivante n'étant mise en culture qu'au début de l'automne. D'autres espèces à croissance plus rapide peuvent être ensemencées et récoltées plusieurs fois dans l'année. L'élevage de larves en bassins à terre alimentés par de l'eau de mer pompée, a lui aussi un caractère saisonnier et n'est entrepris généralement que quelques mois dans l'année.

Par conséquent, l'étendue et la nature précises des dommages infligés aux pêcheries ou aux installations de mariculture dépendra de la combinaison des divers facteurs éventuellement en jeu lors d'un déversement d'hydrocarbures particulier. Ni le volume d'hydrocarbure seul, ni aucun autre facteur isolé, ne donne une indication fiable des dommages possibles. Au lieu de cela, le type d'hydrocarbure et la quantité qui atteint ces ressources sensibles doivent être pris en compte. L'une des plus grandes difficultés réside dans la distinction entre les effets d'un déversement d'hydrocarbures et les changements dus à d'autres événements, notamment les fluctuations naturelles des populations, les variations de l'effort de pêche, y compris la surpêche, les effets climatiques - par exemple, le phénomène El Niño - ou la contamination chronique en provenance de sources industrielles ou urbaines. Dans de nombreux cas, l'absence de données fiables pour décrire les conditions antérieures au déversement, ou les niveaux de productivité précédemment atteints, ne fait qu'ajouter à la difficulté.

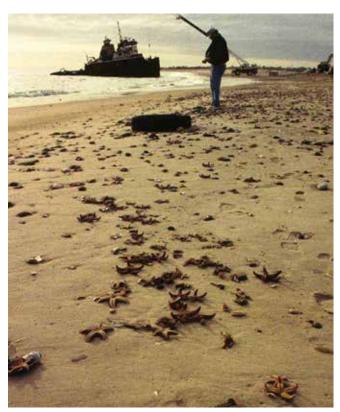
Toxicité

Les effets toxiques des hydrocarbures dépendent des concentrations des composants aromatiques légers dans l'hydrocarbure et de la durée de l'exposition à ces composants. Ils varient des effets comportementaux sublétaux subtils aux mortalités massives localisées d'organismes marins.

En généralisant, les pétroles bruts légers et les produits raffinés tels que l'essence ou le kérosène, contiennent des proportions relativement élevées de composés aromatiques de faible masse



 Figure 3: Les petites communautés côtières dépendent souvent de la pêche pour leurs revenus et leur subsistance. Elles peuvent être gravement touchées par un déversement d'hydrocarbures.



➤ Figure 4 : Homards, étoiles de mer et coquillages affectés par un déversement de diesel qui s'est dispersé naturellement dans les eaux côtières peu profondes pendant une tempête.

moléculaire qui peuvent causer des effets toxiques aigus. Les stocks sauvages sont parfois victimes d'effets toxiques suite à d'importants déversements d'hydrocarbures légers à proximité du littoral, particulièrement par tempête ou forte houle (*Figure 4*). Dans ces circonstances, plutôt que de s'évaporer rapidement de la surface de la mer, une proportion relativement importante des composants toxiques légers peut se disperser dans la colonne d'eau et devenir confinée dans les eaux peu profondes, résultant en des concentrations suffisamment élevées pour causer la narcose ou la mortalité des organismes marins. La faune benthique des zones intertidales et infratidales peu profondes, dont les mollusques bivalves et les crustacés, est particulièrement vulnérable. Des poissons pélagiques ont également succombé dans ces conditions, bien que rarement.



Figure 5: Les filets et casiers de pêche pollués peuvent être nettoyés, à condition de ne pas avoir été trop souillés. Dans certains cas, toutefois, leur remplacement peut s'avérer plus économique.



 Figure 6: Les pièges à poissons sont susceptibles de contamination par des hydrocarbures flottants.



Figure 7: Les écloseries de poissons à terre nécessitent d'importants volumes d'eau de mer propre. Les prises d'eau sont généralement situées au-dessous de la surface de l'eau et peuvent être affectées par les hydrocarbures dispersés.

Les études en laboratoire ont démontré que l'exposition des espèces aux composants plus toxiques de l'hydrocarbure en plus faibles concentrations pouvait entraîner des troubles de diverses fonctions physiologiques, telles que la respiration, le mouvement et la reproduction, et pouvaient accroître la probabilité de mutations génétiques des œufs et des larves. Il est cependant difficile de détecter de tels effets sublétaux sur le terrain, et aucun impact massif sur les stocks, qui pourrait être prédit par extrapolation des résultats obtenus en laboratoire, n'a été observé. De même, en dépit de la mortalité des œufs et des larves qui pourrait se produire à la suite d'un déversement, l'appauvrissement ultérieur des stocks adultes sauvages est très rarement enregistré. Cette situation s'explique en partie par la résistance naturelle considérable des écosystèmes marins à divers impacts aigus. Les organismes marins s'adaptent facilement à des mortalités naturellement élevées, entre autres par la production de vastes excédents d'œufs et de larves et par le recrutement à partir de réservoirs de stock situés en dehors de la zone touchée.

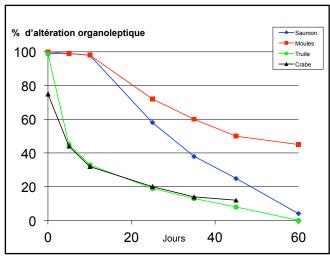
Contamination physique

Les hydrocarbures peuvent souiller les bateaux, le matériel de pêche et les installations de mariculture, entraînant ainsi leur transfert aux prises ou aux produits (Figure 5). Étant donné que de nombreux poissons et fruits de mer sont élevés ou cultivés et manutentionnés en vrac, il est rarement possible de localiser, d'isoler et d'éliminer uniquement les spécimens pollués. Le matériel de flottaison, tel que les bouées et les flotteurs, les carrelets, les éperviers et les pièges fixes (Figure 6) qui dépassent de la surface de la mer sont particulièrement vulnérables à la contamination par des hydrocarbures flottants. Les lignes, les dragues, les chaluts de fond et les parties submergées des installations de culture sont généralement protégés, à condition qu'ils ne soient pas hissés à travers une nappe d'hydrocarbures en surface ou affectés par des hydrocarbures coulés ou dispersés. Les installations de culture en frange littorale, telles que les parcs ostréicoles (Figures 16 et 19) sont particulièrement vulnérables. Elles sont situées à l'étage médiolittoral ou infralittoral, où le flot et le jusant exposent une bande du littoral à la pollution par les hydrocarbures. Lorsque les installations piscicoles sont physiquement affectées par les hydrocarbures flottants, les surfaces polluées peuvent elles-mêmes constituer une source de contamination secondaire jusqu'à ce qu'elles soient nettoyées.

La culture d'algues et l'élevage de poissons et de nombreux animaux marins, tels que les crustacés, les mollusques, les échinodermes, exigent souvent l'utilisation de bassins à terre pour élever les jeunes jusqu'à ce qu'ils atteignent une taille suffisante pour être commercialisés ou une taille et un âge permettant leur transfert en mer (Figure 7). Ces installations sont généralement alimentées en eau de mer propre au moyen de prises d'eaux situées sous la laisse de basse mer. Ces prises d'eaux peuvent parfois être menacées par les hydrocarbures coulés ou les gouttelettes d'hydrocarbure dispersé, qui peuvent contaminer les canalisations et les bassins, entraînant la perte du stock. La présence d'hydrocarbures peut considérablement ajouter au stress déjà imposé aux stocks élevés dans l'environnement artificiel de cages ou de bassins. Si, par exemple, la densité de stockage ou la température de l'eau d'une installation piscicole est inhabituellement élevée, le risque de mortalité, de maladie ou de retard de croissance est accru. Ces phénomènes peuvent toutefois se produire sans qu'il n'y ait contamination par les hydrocarbures.

Altération organoleptique

L'altération organoleptique est généralement définie comme une odeur ou un goût étranger à un produit alimentaire. La



► Figure 8: Taux de dépuration (diminution de l'altération organoleptique) pour les poissons et les coquillages et crustacés après exposition expérimentale à du pétrole brut Forties (Source: Davis, H.K., Moffat, C.F. & Shepherd, N.J. (2002), 'Experimental tainting of marine fish by three chemically dispersed petroleum products, with comparisons to the Braer oil spill', Spill Science & Technology Bulletin, vol. 7, n° 5-6, pp.257-278.)

contamination des poissons et fruits de mer par les hydrocarbures se détecte facilement par un goût ou une odeur de pétrole. Les mollusques bivalves et autres animaux sédentaires filtreurs sont particulièrement vulnérables à l'altération organoleptique. Parce qu'ils filtrent des quantités importantes d'eau, ils risquent d'ingérer des gouttelettes d'hydrocarbure dispersé et des particules de polluant en suspension dans la colonne d'eau. Les poissons en cage, et plus particulièrement les espèces grasses, comme le saumon, ont une plus grande tendance à accumuler et à conserver les hydrocarbures minéraux dans leurs tissus.

L'altération organoleptique est également influencée par le type d'hydrocarbure, les espèces affectées, l'ampleur et la durée de l'exposition, les conditions hydrographiques et la température de l'eau. L'altération organoleptique des tissus vivants est réversible. Cependant, alors qu'elle se produit souvent rapidement (en quelques minutes ou quelques heures), le processus de dépuration, selon lequel les contaminants sont métabolisés et éliminés de l'organisme, est beaucoup plus long (plusieurs semaines) (*Figure 8*). À basse température ambiante, le métabolisme, et donc la dépuration, peuvent être très lents.

Quelques-uns des composants chimiques des pétroles bruts et des produits pétroliers susceptibles de causer l'altération organoleptique ont été identifiés, mais beaucoup restent inconnus. Par ailleurs, bien qu'aucun seuil de concentration fiable n'ait été établi, les concentrations d'hydrocarbures auxquelles l'altération organoleptique peut se produire sont très faibles. Il n'est ainsi pas possible de déterminer par l'analyse chimique seule si un produit est altéré ou non. Cependant, la présence ou l'absence d'altération organoleptique peut être déterminée rapidement et de manière fiable par test organoleptique, notamment si un personnel qualifié et des protocoles d'essais bien établis sont employés. Étant donné que les niveaux de contamination qui entraînent une altération organoleptique désagréable au goût sont très bas, les poissons et fruits de mer non altérés sont généralement considérés comme ne présentant pas de danger à la consommation.

Préoccupations pour la santé publique

La contamination des poissons et fruits de mer à la suite d'un déversement majeur d'hydrocarbures peut donner lieu à des



 Figure 9: Le poisson et les fruits de mer sont une importante source de protéine pour de nombreuses communautés.

préoccupations pour la santé publique et à la restriction de la pêche. Ces préoccupations découlent principalement de la présence d'hydrocarbures aromatiques polycycliques (HAP) dans le polluant. Tous les HAP n'ont pas les mêmes effets en raison des différences de structure moléculaire, qui affectent leur métabolisme. Les déversements de pétrole brut contaminent principalement par des HAP à faible masse moléculaire qui ne présentent généralement que peu de potentiel cancérogène, voire aucun. Ils n'en restent pas moins préoccupants en raison de leur toxicité aiguë ou de leurs capacités d'altération organoleptique. En revanche, les fiouls lourds contiennent généralement une plus forte proportion d'HAP à forte masse moléculaire, dont ceux qui peuvent être activement cancérogènes. L'un des principaux facteurs qui influent sur la mutagénicité des HAP est la formation de métabolites réactifs qui s'attachent à l'ADN et peuvent entraîner des mutations génétiques, phénomène particulièrement préoccupant chez les HAP comprenant entre 3 et 7 cycles benzéniques. Fait cependant important, en raison des caractéristiques physiques des fiouls et des émulsions qui leur sont associées, y compris leur haute viscosité et leur faible dispersibilité, ils sont moins facilement incorporés dans les tissus vivants du fait de leur plus faible biodisponibilité.

Les concentrations d'HAP normalement présentes dans l'eau, dans le sédiment et dans les tissus sont très variables et peuvent provenir de sources diverses, y compris pyrogènes (liées à la combustion), anthropiques chroniques (liées aux activités humaines) et naturelles. L'apport normal en HAP par la consommation de poissons et fruits de mer varie considérablement d'un individu et d'une population à l'autre, selon la portion moyenne ingérée, la fréquence de consommation de poissons et fruits de mer et le poids corporel individuel. Le risque posé par les cancérogènes dérivés d'un déversement d'hydrocarbures pour un individu ou une population dépend donc du schéma de consommation de produits de la pêche à un endroit donné (Figure 9). Bien qu'il ne soit pas possible de définir un apport sans risque pour les humains, des « niveaux acceptables » d'HAP dans les poissons et fruits de mer peuvent être établis pour des régions spécifiques, à partir du niveau et des schémas typiques de consommation. En conséquence, plusieurs autorités ont désormais adopté des valeurs limites d'HAP pour les produits de la mer. Par exemple, au sein de l'Union européenne, la valeur limite pour le Benzo[a]pyrène (BaP) dans le poisson est de <2 µg/kg et de <10 µg/kg dans les mollusques bivalves (*Table 1*).

Aux États-Unis, l'EPA (Environmental Protection Agency) a répertorié 16 HAP constituant des polluants dits « prioritaires », qui sont souvent ciblés dans l'analyse d'échantillons environnementaux.



Figure 10 : Poisson à vendre – l'interruption de l'activité de pêche commerciale peut avoir des conséquences économiques importantes sur toute la chaîne des ventes, des ports de débarquement aux détaillants, tels que cet étal de marché.

Des valeurs guides ont été établies à partir de la somme de ces 16 HAP prioritaires à la suite de déversements. Or, étant donné que les HAP forment un mélange complexe de milliers de composés, une valeur dite « total HAP » est souvent employée comme mesure de contamination. Le total HAP est toutefois souvent difficile à interpréter car il dépend de la nature des composants particuliers qui ont été ajoutés les uns aux autres pour obtenir la valeur globale. Pour cette raison, l'identité des HAP effectivement analysés devrait être indiquée pour permettre une évaluation des niveaux de contamination suivant une comparaison à l'identique. La plage de potentiel cancérogène relative de divers HAP couvre

de nombreux ordres de grandeur. À cet égard, le BaP est considéré comme un composé clé. En raison de sa présence dans la fumée de cigarette, il est l'HAP le plus étudié. Ainsi, plusieurs directives ont été élaborées autour de l'utilisation du BaP en tant qu'indicateur. Par ailleurs, afin de comparer des échantillons d'origines différentes et d'appliquer les directives, des facteurs d'équivalence toxique (TEF) ont été élaborés, selon lesquels les concentrations d'HAP individuels sont exprimées en tant qu'équivalents du BaP, d'après leur cancérogénicité relative. Ces concentrations sont additionnées pour obtenir une valeur d'équivalent Benzo[a]pyrène (BaPE).

L'exposition humaine globale aux HAP, toutes sources potentielles confondues, dépend de nombreuses variables. Par exemple, une grande variété d'aliments fumés ou de grillades contiennent eux aussi les mêmes HAP, ou des composés analogues, que ceux pouvant être dérivés d'hydrocarbures déversés. Les légumes feuillus cultivés à proximité des centres urbains peuvent être contaminés par des HAP présents dans l'air et déposés sur les feuilles. Une autre complication pour les inspecteurs de la qualité des produits alimentaires réside dans le fait que la qualité des poissons et fruits de mer est également affectée par d'autres formes de contamination, telles que les métaux lourds, les toxines algales, les bactéries pathogènes et les virus. L'impact potentiel d'un déversement d'hydrocarbures sur la santé publique doit, par conséquent, être considéré dans son contexte général afin d'établir et de mettre en œuvre les remèdes appropriés. En tenant compte de la quantité, de la fréquence et de la durée de l'exposition aux HAP à la suite des déversements d'hydrocarbures, la plupart des études d'évaluation des risques ont conclu qu'il existe une marge de sécurité suffisante entre les niveaux d'HAP dans les poissons et fruits de mer suite à un déversement d'hydrocarbures et ceux qui menaceraient sérieusement la santé publique, même pour les consommateurs de produits de la pêche de subsistance.

	Indicateur	Directives ¹	Cible
France - AFSSA ² (ERIKA 1999)	16 HAP analysés par le Réseau national d'observation (RNO)	Σ < 500 μg/kg DW Interdiction de vente >1,000 μg/kg DW	Coquillages
UK FSA ³ (2002)	Benzo[a]anthracène Benzo[a]pyrène Dibenz[a,h]anthracène	Σ < 15 μg/kg WW	Tous les poissons et fruits de mer
Union européenne (2005)	Benzo[a]pyrène (BaP)	< 2 μg/kg WW < 5 μg/kg WW < 10 μg/kg WW	Poissons Crustacés et céphalopodes Coquillages
Corée du Sud (MIFAFF) ⁴ (HEBEI SPIRIT 2007)	Équivalent du benzo[a] pyrène (BaPE)	< 3,35 μg/kg WW	Tous les poissons et fruits de mer
US EPA ⁵ (NEW CARISSA 1999)	BaPE	Apte à la consommation < 10 μg/kg WW Inapte à la consommation < 45 μg/kg WW	Coquillages Coquillages
US EPA⁵ (KURE 1997)	BaPE	Apte à la consommation < 5 μg/kg WW Inapte à la consommation < 34 μg/kg WW	Coquillages Coquillages
US EPA⁵ (JULIE N 1996)	BaPE	Apte à la consommation < 16 μg/kg WW Inapte à la consommation < 50 μg/kg WW	Homard Homard

¹ DW – poids sec ; WW – poids frais. En règle générale, DW = env. 15 % x WW; μg/kg ≡ ppb.

² AFSSA: Agence Française de Sécurité Sanitaire des Aliments.

³ FSA: Food Standards Agency. Cette directive est désormais remplacée par les normes de l'Union européenne.

⁴ MIFAFF: Ministry of Food, Agriculture, Forestry and Fisheries.

⁵ EPA: Environment Protection Agency. Les variations des valeurs limites sont principalement dues aux différences dans l'alimentation régionale.

[▲] Tableau 1 : Exemples des valeurs limites d'HAP utilisées par différentes autorités pour gérer la sécurité des poissons et fruits de mer à la suite de déversements d'hydrocarbures.

Perte de confiance dans la filière économique et perturbation de l'activité commerciale

La perturbation des activités de pêche et de mariculture, ainsi que le potentiel de pertes économiques importantes comptent souvent parmi les conséquences les plus graves d'un déversement d'hydrocarbures (Figure 10). Les préoccupations concernant la santé publique et la détection d'altération organoleptique sont susceptibles d'entraîner le retrait des produits du marché. Il peut également y avoir perte de confiance dans la filière économique, causant une baisse des prix ou le rejet total des poissons et fruits de mer par les grossistes, détaillants et les consommateurs. La couverture médiatique de la contamination par les hydrocarbures ou le bouche à oreille peuvent avoir des implications sur la valeur marchande des poissons et fruits de mer. Cependant, quantifier les préjudices financiers dus à la perte de confiance dans la filière économique peut être difficile car un tel exercice nécessite la disponibilité de données fiables pour démontrer à la fois que des ventes ont été perdues et que les prix ont chuté en conséquence directe du déversement.

Lorsqu'il s'avère impossible de protéger le matériel de pêche et les installations de mariculture contre les hydrocarbures, des pertes économiques sont généralement subies jusqu'à ce que les installations soient nettoyées et redeviennent opérationnelles. La quantification des pertes économiques dues aux mortalités des organismes cultivés n'implique souvent rien de plus que le comptage et le pesage des produits affectés. Les pertes de bénéfices sont alors calculées à partir des prévisions du poids de la récolte et du prix courant au premier point de vente, déduction faite des frais de production, dont les traitements du personnel, les aliments et le carburant. Il convient également de tenir compte du degré de mortalité naturelle qui se produit normalement pendant la culture.

Options de lutte antipollution et atténuation des dommages dus à la pollution

Lorsque les installations, les structures ou les filets de mariculture sont contaminés, ils peuvent parfois être nettoyés in situ au moyen, par exemple, d'appareils de lavage haute pression (Figure 11). En cas de contamination plus importante, le nettoyage des installations peut nécessiter qu'elles soient démontées. Lorsqu'il est impossible de nettoyer, ou que le nettoyage est susceptible de coûter plus cher que du matériel neuf, le remplacement peut être une option préférable (Figure 12).

Afin de protéger le matériel de pêche et les installations de mariculture contre la contamination, des barrages et autres barrières physiques peuvent parfois être employés. Cependant, l'emplacement des équipements de pêche et de culture est souvent choisi délibérément de manière à bénéficier des routes migratoires des espèces recherchées ou de l'échange efficace d'eau. Ces emplacements sont généralement caractérisés par un débit d'eau modérément rapide, rendant les barrages largement inefficaces. Les installations piscicoles en eaux calmes peuvent parfois être protégées en entourant le périmètre des cages de films de plastique épais, empêchant ainsi les hydrocarbures flottants de pénétrer dans les filets ou de contaminer les flotteurs (Figure 13). Ces films de plastique ne doivent pas s'enfoncer trop profondément sous la surface de l'eau et doivent être lestés à la base pour les empêcher de remonter sous l'effet des courants ou de l'action des vagues. Dans certaines situations, des barrages absorbants



➤ Figure 11 : Les installations de mariculture peuvent être lavées sur place au nettoyeur haute pression.



Figure 12: Installations d'algoculture lourdement contaminées par des hydrocarbures. N'ayant pas pu être nettoyées à un niveau satisfaisant, elles ont été démontées et remplacées par de nouvelles structures



➤ Figure 13 : À condition que les opérateurs soient notifiés suffisamment à l'avance, des films de plastique peuvent être suspendus autour des cages à poissons pour tenter d'empêcher la contamination par les hydrocarbures flottants.



Figure 14: Elevage d'ormeaux pollué. Des feuilles absorbantes, bien qu'inappropriés pour la collecte d'accumulations d'hydrocarbures, sont souvent utiles pour collecter l'irisation à l'intérieur des cages à poissons.

peuvent aussi être déployés autour des cages.

Bien que les absorbants ne soient pas appropriés pour la collecte d'hydrocarbures en vrac, ils sont souvent utilisés pour collecter les fines pellicules d'hydrocarbures à la surface de l'eau des bassins et des cages (*Figure 14*). Les absorbants ont également été utilisés avec succès pour filtrer l'eau de mer destinée aux installations à terre. Dans tous les cas, il est important de remplacer les absorbants souillés pour éviter qu'ils ne deviennent une source de contamination secondaire. Les absorbants composés de particules en vrac doivent être exclus car ils peuvent être confondus avec des aliments.

La contamination de matériel par des hydrocarbures flottants peut parfois être réduite ou prévenue par l'application de dispersants sur les nappes à une distance suffisante des installations et des pêcheries à terre. La distance nécessaire pour éviter la contamination du stock par l'hydrocarbure dispersé dépend de la force et de la direction des courants dominants, ainsi que du temps nécessaire pour que l'hydrocarbure dispersé soit suffisamment dilué dans la colonne d'eau. En conséquence, les effets potentiels des dispersants dans le voisinage ou en amont d'installations de mariculture, de frayères, de nourriceries ou de prises d'eau doivent être pris en compte avant de décider de leur utilisation.

En plus des mesures de lutte antipollution habituelles, les stratégies d'atténuation possibles comprennent le remorquage d'installations flottantes hors de la trajectoire des nappes, la submersion temporaire de cages spécialement conçues pour permettre aux hydrocarbures de passer par dessus, et le transfert du stock vers des zones peu susceptibles d'être touchées. Les possibilités d'utiliser ces méthodes sont rares pour diverses raisons d'ordre technique, logistique et financier mais, lorsque les circonstances le permettent et moyennant suffisamment de préparation, les possibilités d'éviter la contamination et les pertes financières ne devraient pas être négligées.

Pour les bassins ou les écloseries à terre, la suspension temporaire des prises d'eau et le recyclage de l'eau déjà présente dans le système peuvent être des moyens efficaces d'isoler le stock de la menace de contamination par les hydrocarbures. La fermeture des vannes des parcs à crevettes, par exemple, peut également procurer une protection à court terme. L'interruption de l'alimentation peut permettre d'éviter que les poissons d'élevage et autre stock cultivé n'entrent en contact avec des aliments contaminés si les



Figure 15: Des restrictions de pêche peuvent être imposées pour protéger la santé publique et empêcher les produits contaminés d'atteindre les marchés après un déversement d'hydrocarbures.

aliments doivent être distribués à travers un film d'hydrocarbures à la surface de l'eau. La réduction ou l'interruption de l'alimentation a pour autre avantage de réduire la charge de déchets dans l'eau recyclée. Il convient toutefois de veiller à ce que l'accumulation de déchets nocifs dans l'eau stagnante ou recyclée ne résulte pas en une mortalité excessive des stocks. Un équilibre doit être trouvé entre les dommages pouvant être causés aux stocks par ces mesures d'atténuation et ceux pouvant être causés par la pollution par les hydrocarbures.

Pour que de telles stratégies d'atténuation soient efficaces, il est essentiel que les installations de pêche et de mariculture sensibles soient identifiées dans les plans d'urgence. Il est conseillé d'inclure les opérateurs dans les exercices en vue de tester leur état de préparation si un accident survenait. Ils doivent être notifiés rapidement en cas de déversement menaçant leurs installations, afin de leur donner suffisamment de temps pour la mise en application des stratégies.

Dans certains cas, les mariculteurs peuvent être confrontés au risque de perdre tout leur stock en raison des dommages causés par la pollution par les hydrocarbures. À condition d'être notifiés à temps, ils peuvent parfois récolter leur stock plus tôt que prévu, avant qu'il ne soit pollué. Bien que le stock n'ait pas encore atteint sa taille commercialisable, une partie de sa valeur peut éventuellement être sauvée. Inversement, la récolte normale peut être retardée pour que le stock contaminé puisse être débarrassé de toute altération organoleptique par les processus métaboliques naturels. Il peut toutefois s'avérer difficile de prévoir un calendrier fiable pour que ces processus s'achèvent de manière satisfaisante étant donné que les taux de dépuration dépendent des conditions locales et des espèces concernées. Par ailleurs, étant donné que la dépuration est susceptible d'être lente, le stock risque de dépasser sa taille commercialisable optimale, nécessitant la recherche d'autres marchés éventuellement moins lucratifs.

Stratégies de gestion

Plusieurs stratégies de gestion sont possibles pour prévenir ou minimiser l'impact de la pollution par les hydrocarbures. La plus simple implique de limiter l'intervention au suivi de l'évolution d'un déversement d'hydrocarbures et de toute menace pesant sur la qualité des poissons et fruits de mer. Une intervention limitée peut prendre la forme de directives destinées à l'industrie du

poisson et des fruits de mer, exposant par exemple les mesures pouvant atténuer les pertes. Dans le cas de la pêche sportive, une protection suffisante peut parfois être assurée en déconseillant simplement de consommer les prises et en préconisant, à titre temporaire, de les relâcher. Les mesures plus strictes comprennent le contrôle de la vente au détail, la saisie des prises et des fruits de mer, les restrictions d'activité et la fermeture des pêches (*Figure 15*). Chaque mesure présente des inconvénients potentiels et un examen attentif des options disponibles est conseillé avant d'agir. Les quatre stratégies suivantes peuvent permettre aux autorités de gérer la situation et d'autoriser avec confiance la levée des contrôles et des restrictions.

Échantillonnage, suivi et analyse

L'objectif d'un programme de suivi bien défini doit être de déterminer le degré, la durée et l'étendue spatiale de la contamination par les hydrocarbures (*Figure 16*). En principe, afin d'introduire une restriction de pêche ou de vente de produits, l'échantillonnage et l'analyse d'un nombre relativement faible d'échantillons suffisent souvent à confirmer la présence initiale de contamination ou d'altération organoleptique. Ils permettent par ailleurs de définir la zone touchée. Le nombre minimum d'échantillons requis pour obtenir des résultats fiables est déterminé au cas par cas. Le suivi de la baisse progressive de la contamination par échantillonnage à des intervalles appropriés permet par la suite de confirmer avec un certain degré de confiance le point auquel les niveaux de bruit de fond sont rétablis.

La fréquence et l'étendue géographique de l'échantillonnage et des tests doivent être déterminées par la sévérité de la contamination et par le taux de dépuration observé. Une approche pratique consiste à veiller à ce que les échantillons soient dépourvus d'altération organoleptique et que les niveaux d'HAP ne dépassent pas les échantillons de référence collectés juste en dehors de la zone touchée ou les niveaux trouvés dans les produits marins librement commercialisés ailleurs dans le pays. Lorsque deux lots d'échantillons successifs, prélevés sur une courte période, donnent des résultats à des niveaux acceptables, les restrictions peuvent être levées ou l'ampleur de l'interdiction peut être ajustée au fur et à mesure que les degrés de contamination constatés au sein d'une zone ou d'une espèce ont suffisamment diminué.

Il peut ne pas être nécessaire d'analyser tous les échantillons prélevés et certains peuvent être conservés pour une analyse ultérieure au cas où il s'avèrerait que les résultats initiaux n'étaient pas concluants ou fiables. Les espèces cibles sont celles qui ont une valeur commerciale, récréative ou de subsistance et qui sont effectivement consommées. Des échantillons témoins soigneusement sélectionnés et prélevés dans des zones voisines non affectées par la pollution par les hydrocarbures sont importants à des fins de référence, ainsi que pour faciliter la prise en compte des interférences liées au bruit de fond. Dans certains cas, des échantillons prélevés de marchés aux poissons et fruits de mer locaux peuvent fournir un point de référence pour la comparaison avec les échantillons des zones polluées par les hydrocarbures.

Les échantillons de tissus animaux et végétaux sont périssables et doivent être prélevés et conservés correctement afin de préserver leur intégrité. Des récipients propres doivent être utilisés (de préférence en verre) pour éviter l'altération et la contamination croisée des échantillons. La réfrigération ou la congélation sont les méthodes de conservation les plus pratiques pour neutraliser la décomposition microbienne des échantillons au court terme. Les échantillons prélevés doivent être scellés, étiquetés et rapidement



 Figure 16: Prélèvement d'échantillons d'huîtres pour analyse – le nombre minimum d'échantillons requis pour obtenir des résultats fiables est déterminé au cas par cas.



➤ Figure 17: Les poissons, crustacés et coquillages sont généralement cuits à la vapeur préalablement à l'analyse organoleptique. Après la cuisson, ces homards ont été ouverts et la chair blanche sera goûtée afin de détecter l'altération organoleptique à l'odeur et au qoût.

placés dans un récipient isotherme contenant un pack réfrigérant adapté pour le transport jusqu'au laboratoire d'analyse ou à l'équipement de congélation en vue d'un stockage à plus long terme. Il convient de noter que pour certains protocoles d'analyse, même les échantillons congelés deviennent périmés après de longues périodes de conservation.

Analyse organoleptique

L'analyse organoleptique est souvent la méthode la plus appropriée pour établir la présence ou l'absence d'altération organoleptique et pour indiquer si des poissons ou fruits de mer sont aptes à la



 Figure 18: Prélèvement d'échantillons d'eau dans une installation fermée à terre. L'analyse peut indiquer le potentiel de contamination du stock.



➤ Figure 19: Les procédures de suivi des niveaux de contamination, comme dans le cas de ces huîtres, doivent être incluses dans les plans d'intervention d'urgence pour éviter les fermetures de pêche inutiles.

consommation humaine (*Figure 17*). Des groupes de dégustation entraînés et des échantillons témoins valides sont autant d'éléments essentiels d'un protocole d'analyse organoleptique. Afin d'obtenir des résultats reproductibles et de minimiser la partialité, les tests doivent être effectués « à l'aveugle », c'est-à-dire que les dégustateurs ne doivent pas connaître l'identité des échantillons témoins ou potentiellement altérés.

Le seuil de non-altération peut être défini comme étant le point auquel un nombre représentatif d'échantillons de la zone polluée ne sont pas plus altérés qu'un nombre égal d'échantillons prélevés d'une zone témoin voisine ou d'un point de vente à l'extérieur de la zone du déversement. Cette approche tient compte des variations possibles entre les dégustateurs et les consommateurs individuels et du fait que, dans une population quelconque, l'altération organoleptique d'échantillons peut être due à des raisons autres qu'un déversement d'hydrocarbures. L'assurance que les poissons ou coquillages et crustacés sont propres et aptes à la consommation s'acquiert par une série chronologique adéquate de données de suivi indiquant une réduction progressive de l'altération organoleptique à la suite d'un déversement d'hydrocarbures (Figure 8).

Analyse chimique

L'analyse organoleptique peut être un outil de dépistage utile. Cependant, en raison du manque de groupes de dégustation entraînés, de la plus grande accessibilité et du coût inférieur des techniques analytiques, ainsi que de l'adoption de normes de sécurité sanitaire vis-à-vis des poissons et fruits mer par de nombreuses autorités, l'analyse chimique est plus fréquemment employée dans la gestion des pêcheries et de la mariculture au lendemain d'un déversement d'hydrocarbures. Le plus souvent, l'analyse chimique des HAP est effectuée par chromatographie en phase gazeuse associée à la spectrométrie de masse (GC-SM). Les concentrations d'HAP sont ensuite comparées aux niveaux acceptés à l'échelle nationale ou internationale ou aux niveaux trouvés dans des échantillons de référence prélevés au sein d'une zone témoin locale.

Il est généralement préférable de sélectionner des échantillons de poissons et fruits de mer à analyser, plutôt que des échantillons d'eau et de sédiment, étant donné que les organismes « contrôlent » l'état de l'eau environnante et/ou du sédiment par l'accumulation, puis la dépuration des contaminants. L'eau et/ou le

sédiment servent de vecteur des contaminants vers l'organisme. Par conséquent, dans les cas où l'on sait que la colonne d'eau est affectée (par exemple, par l'observation visuelle), il est généralement préférable d'analyser les poissons et fruits de mer pour déterminer si oui ou non la contamination s'est transférée à l'organisme. Les autorités de contrôle et les consommateurs sont avant tout préoccupés par l'état des poissons et fruits de mer, plutôt que par celui de l'eau ou du sédiment. Lorsque la présence de contaminants ne peut pas être confirmée par des moyens évidents, l'analyse d'échantillons de la colonne d'eau, notamment d'échantillons prélevés dans des installations fermées à terre (Figure 18), ou d'espèces indicatrices (ex. les moules) peut être nécessaire pour apaiser les craintes de contamination des stocks.

Gestion des fermetures de pêches

Des restrictions de pêche et de récolte peuvent être imposées après un déversement d'hydrocarbures afin de prévenir ou de minimiser la contamination du matériel de pêche et de protéger ou rassurer les consommateurs de poissons et fruits de mer. Les pêcheurs peuvent convenir d'une suspension volontaire de l'activité de pêche par mesure de précaution pendant une période de dérive des hydrocarbures dans leur zone de pêche habituelle, évitant ainsi une contamination répétée du matériel de pêche. Lorsqu'une suspension volontaire n'est pas appropriée, des fermetures ou des restrictions de commercialisation formelles peuvent être applicables. Il est alors essentiel que les critères de réouverture et de levée des interdictions soient également envisagés lorsque les restrictions sont imposées.

Les fermetures de pêches imposées pour protéger le matériel et les prises peuvent généralement être levées une fois que la surface de l'eau est visuellement dépourvue d'hydrocarbures et d'irisation, à condition qu'il n'y ait pas de signes d'hydrocarbures coulés. Les restrictions imposées sur la base de preuves d'altération organoleptique ou de contamination durent généralement plus longtemps et nécessitent un suivi attentif. Dans la plupart des scénarios de déversement d'hydrocarbures, un protocole de gestion des pêches et de la mariculture est constitué de mesures telles que des relevés pour confirmer l'absence d'irisations flottantes ou d'hydrocarbures coulés, d'analyse organoleptique pour déterminer l'absence d'altération, et d'analyse chimique pour démontrer que les niveaux de contamination sont revenus aux niveaux du bruit de fond ou au-dessous des valeurs seuils. Séparément ou plus souvent conjuguées, ces stratégies procurent une crédibilité

scientifique et répondent à la demande de mesures adéquates pour empêcher les poissons et fruits de mer désagréables au goût ou toxiques d'atteindre le consommateur.

Les critères de réouverture des pêches doivent être réalistes et réalisables au regard de la qualité normale des poissons et fruits de mer dans la région. Une prise de décision crédible demande des connaissances en gestion des ressources de la pêche et des données fiables sur les niveaux normaux de contamination, à l'échelle locale et nationale. Une bonne compréhension des caractéristiques physiques et chimiques des hydrocarbures polluants et de leurs effets sur les végétaux et les animaux marins est également utile. Les schémas de consommation de poissons et fruits de mer, ainsi que les variations saisonnières de disponibilité aident également à définir le risque pour la santé humaine et permettent aux autorités de contrôle de prendre des décisions de gestion des risques en connaissance de cause.

Les autorités de contrôle de la qualité des poissons et fruits de mer

doivent trouver un juste équilibre entre le besoin d'informer, rassurer et protéger le public et celui de gérer le risque de susciter des craintes inutiles. Les stratégies adoptées cadrent avec les pratiques culturelles et administratives du pays touché et, par conséquent, varient d'un pays à l'autre. Les médias peuvent jouer un rôle utile en favorisant une réaction rationnelle aux restrictions temporaires en communiquant les résultats des régimes d'échantillonnage et d'analyses menés dans les règles.

Les critères tant de fermeture que de réouverture doivent constituer une partie importante des plans d'intervention d'urgence (Figure 19). En fin de compte, les avantages d'une fermeture doivent être évalués au regard des pertes économiques causées par une perturbation prolongée de l'activité normale de pêche et de culture. Paradoxalement, les fermetures de pêches dues à des déversements d'hydrocarbures peuvent parfois résulter en une conservation bénéfique des stocks, particulièrement si l'espèce exploitée n'est pas migratrice et que les impacts des hydrocarbures sont minimes.

L'essentiel

- Les effets de la pollution par les hydrocarbures le plus souvent subis par le secteur de la pêche et de la mariculture sont la pollution physique du matériel et la contamination des poissons et fruits de mer, causes d'altération organoleptique.
- Les effets d'un déversement d'hydrocarbures sur les ressources halieutiques et les populations de poissons sont extrêmement difficiles à isoler d'autres facteurs, tels que les fluctuations naturelles des stocks, les effets climatiques, la contamination chronique par des sources industrielles et urbaines et la surpêche.
- Les effets d'une pollution sur les pêches commerciales et de subsistance peuvent causer des pertes importantes.
- Les répercussions de la contamination de poissons et fruits de mer sur l'opinion publique peuvent être sérieux à moins que les questions de confiance dans la filière économique et de santé publique soient bien gérées.
- Les dispositions pour informer les opérateurs, dès que possible, de la menace d'un déversement d'hydrocarbures pour leurs installations, offrent la meilleure possibilité de mettre en œuvre des techniques de lutte efficaces.
- Pour maintenir la confiance dans le secteur de la pêche, les stratégies de gestion adoptées suite à un déversement d'hydrocarbures doivent être fondées sur des méthodes et des données scientifiques afin de veiller à la sécurité sanitaire et à la qualité des poissons et fruits de mer.
- Dans le contexte de la pollution par les hydrocarbures, si les poissons et fruits de mer ne présentent pas d'altération organoleptique, ils sont considérés comme aptes à la consommation car les niveaux de contaminants auxquels les humains détectent l'altération par les hydrocarbures sont particulièrement bas.
- Des plans d'intervention d'urgence efficaces, qui abordent la question de la fermeture et de la réouverture des pêches, ainsi que les mesures de lutte antipollution, peuvent empêcher ou réduire l'impact des déversements d'hydrocarbures sur la pêche et la mariculture.

GUIDES D'INFORMATIONS TECHNIQUES

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



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



ITOPF Ltd

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

Tél: +44 (0)20 7566 6999 E-mail: central@itopf.org Fax: +44 (0)20 7566 6950 Web: www.itopf.org

24h: +44 (0)20 7566 6998