



ÉTAT DES CONNAISSANCES SUR LES DISPERSANTS CHIMIQUES POUR LES DÉVERSEMENTS D'HYDROCARBURES EN MER AU CANADA

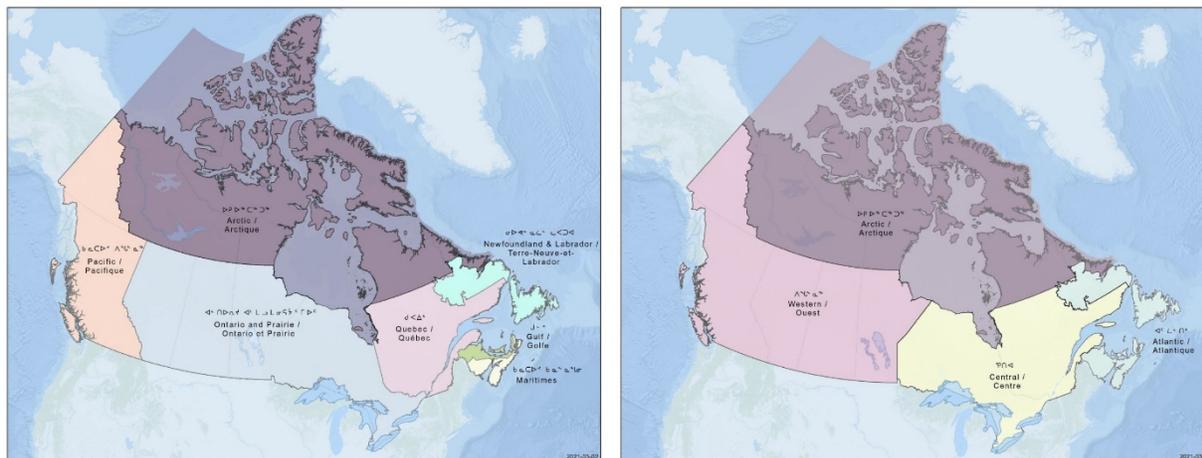


Figure 1 : Régions de Pêches et Océans Canada (à gauche) et de la Garde côtière canadienne (à droite) (MPO 2021)

Contexte :

Le Canada s'est doté d'un robuste système de sécurité maritime qui s'articule autour de quatre grands piliers : la prévention, la préparation et l'intervention, la responsabilité et l'indemnisation, et le rétablissement. Au cours des dernières années, le gouvernement du Canada a consacré quantité de ressources à l'amélioration de certains aspects précis du régime de protection de l'environnement et d'intervention d'urgence au Canada.

Lorsqu'il y a un déversement d'hydrocarbures dans le milieu marin, Pêches et Océans Canada et la Garde côtière canadienne utilisent des avis scientifiques pour éclairer les décisions qui facilitent le nettoyage et protègent les ressources aquatiques et les écosystèmes contre les effets négatifs.

Afin de faciliter la prise de décision en cas de déversement d'hydrocarbures, il est nécessaire de comprendre l'efficacité de l'ensemble des outils disponibles pouvant contribuer à réduire les effets néfastes sur les écosystèmes marins, y compris l'application d'agents de traitement des déversements, par exemple les dispersants chimiques d'hydrocarbures. Depuis la marée noire de la plateforme Deepwater Horizon dans le golfe du Mexique, l'utilisation des dispersants a fait l'objet de nombreuses recherches débouchant sur autant d'avancées scientifiques. Ces renseignements scientifiques récents, accessibles par l'intermédiaire de diverses plateformes, n'a pas encore été évaluée de façon critique quant à son applicabilité dans le contexte canadien.

Le présent avis scientifique découle de la réunion sur les avis scientifiques national qui s'est tenue du 1^{er} au 12 mars 2021 sur l'état des connaissances sur les dispersants chimiques pour les déversements d'hydrocarbures en mer au Canada. Toute autre publication découlant de cette réunion sera publiée, lorsqu'elle sera disponible, dans le [calendrier des avis scientifiques de Pêches et Océans Canada](#).

SOMMAIRE

- L'exposition directe à des hydrocarbures concentrés à la surface de l'eau ou sur les rivages et les zones intertidales est généralement très nocive pour les organismes, et les hydrocarbures qui atteignent les rivages peuvent persister pendant des mois, voire des années. L'utilisation de dispersants est une option d'intervention importante pour atténuer les effets d'un déversement d'hydrocarbures, y compris dans les climats froids et dans les eaux envahies par la glace, et particulièrement lorsque les options d'enlèvement viables sont limitées.
- La dispersion des hydrocarbures dans la colonne d'eau est un processus naturel. Or, les dispersants favorisent la formation de gouttelettes d'hydrocarbures plus petites par rapport aux processus naturels. Ces gouttelettes restent dans la colonne d'eau et se répandent verticalement et horizontalement sous la surface. Ceci favorise la dissolution, la dilution et la biodégradation des hydrocarbures dans un plus grand volume d'eau.
- La dilution de gouttelettes d'hydrocarbures plus petites suite à l'utilisation efficace de dispersants réduit la possibilité de collision des gouttelettes, minimisant ainsi leur coalescence et la reformation de nappes de surface.
- Les dispersants réduisent l'exposition aux hydrocarbures des organismes à la surface de l'eau, sur le littoral et dans les zones intertidales. Leur utilisation entraîne une augmentation temporaire et localisée de l'exposition des organismes (qui peuvent inclure des espèces en péril) de la colonne aux hydrocarbures dispersés chimiquement. L'environnement benthique pourrait aussi être soumis à une exposition accrue à ces hydrocarbures.
- En général, les hydrocarbures dispersés chimiquement présentent une toxicité aquatique similaire à celle des hydrocarbures seuls (pour les espèces communément étudiées). Cependant, la durée et l'intensité de l'exposition aux hydrocarbures dispersés sous la surface sont atténuées par la dilution, puisque celle-ci réduit rapidement la concentration des hydrocarbures.
- Les espèces d'eau froide présentent une sensibilité semblable à celle des espèces des zones tempérées à la toxicité aiguë des hydrocarbures non traités qui sont dispersés chimiquement.
- Les essais de toxicité menés en laboratoire fournissent des données essentielles, mais ne représentent que de manière limitée la complexité des conditions en eau libre. Les effets des hydrocarbures non traités et dispersés chimiquement sur le biote marin varient considérablement et dépendent non seulement de la toxicité, mais aussi des interactions entre plusieurs facteurs physiques, chimiques et biologiques. La modélisation permet de prendre en compte l'ensemble des paramètres et, ainsi, de prévoir les effets éventuels sur les personnes, les populations et les écosystèmes.
- Les exigences en matière de surveillance sont propres au site, à l'incident et au contexte. La surveillance opérationnelle est utilisée pour évaluer l'efficacité de l'application du dispersant et déterminer le moment où l'application doit cesser en fonction de critères. La surveillance environnementale est utilisée pour évaluer les répercussions d'un déversement et le rétablissement après un tel événement.

INTRODUCTION

Le Canada a mis en place un système complet de sécurité maritime, fondé sur le principe du pollueur-payeur et mettant l'accent sur la prévention et la préparation. L'utilisation d'agents de traitement des déversements (dont la définition inclut les dispersants) est réglementée en vertu des lois canadiennes. À l'heure actuelle, les agents de traitement des déversements ne sont disponibles que comme outil d'intervention lié aux activités pétrolières et gazières en mer, lorsqu'un avantage environnemental net est susceptible d'être obtenu (en d'autres mots, la loi interdit leur utilisation pour toute autre source de déversement d'hydrocarbures, comme ceux provenant de navires). En raison des moratoires actuels sur les activités pétrolières et gazières en mer dans les régions du Pacifique et de l'Arctique, ces agents sont seulement disponibles comme outil d'intervention dans l'est du Canada. Actuellement, le Corexit® EC9500A est le seul dispersant chimique dont l'utilisation est approuvée au Canada. Or, il n'a jamais été utilisé pour des interventions dans les eaux canadiennes à ce jour.

Cette réunion de consultation scientifique est le premier processus officiel visant à envisager d'étendre l'utilisation des dispersants au Canada. Le présent avis scientifique a été élaboré pour :

- fournir des conseils scientifiques qui font consensus afin d'orienter, de manière efficace, une prise de décisions d'intervention essentielle et rapide en cas de déversement;
- soutenir des communications justifiables relativement aux décisions d'intervention en cas de déversement;
- appuyer et orienter l'élaboration de règlements, de politiques, de normes et de conseils pour l'utilisation des dispersants;
- soutenir diverses autres initiatives du gouvernement du Canada relatives aux interventions en cas de déversement.

Aperçu des dispersants

Un dispersant est un mélange d'agents de surface dans un ou plusieurs solvants, que l'on utilise pour réduire la persistance des hydrocarbures déversés et favoriser leur biodégradation. Les dispersants peuvent être appliqués sur une nappe d'hydrocarbures en surface par avion ou par bateau, ou directement dans une éruption d'hydrocarbures (à n'importe quelle profondeur) par injection sous la surface. Les dispersants sont généralement considérés comme un outil supplémentaire de lutte contre les déversements d'hydrocarbures lorsque les autres mesures d'intervention et l'atténuation naturelle ne sont pas, à elles seules, censées atténuer efficacement les répercussions des déversements.

La dispersion des hydrocarbures en gouttelettes dans la colonne d'eau s'effectue naturellement (p. ex., lorsqu'une nappe de surface est soumise à l'énergie de mélange générée par des vagues déferlantes). Par rapport aux processus naturels, les dispersants améliorent la formation de gouttelettes d'hydrocarbures plus petites et plus stables, ce qui favorise leur rétention dans la colonne d'eau ainsi que leur propagation tridimensionnelle sous la surface. Cela permet la dissolution et la dilution des hydrocarbures dans un plus grand volume d'eau et augmente la vitesse de biodégradation. La dilution de gouttelettes d'hydrocarbures plus petites produites par l'utilisation efficace des dispersants réduit aussi la fréquence des collisions de gouttelettes, empêche la coalescence des gouttelettes et limite au minimum la reformation des nappes de surface.

Région de la capitale nationale

Les dispersants chimiques offerts sur le marché et actuellement utilisés sont spécialement formulés pour les milieux marins et fonctionnent généralement tous de la même manière. Notamment, les tensioactifs contenus dans ces dispersants réduisent les forces adhésives qui limitent le mélange de molécules d'hydrocarbures et d'eau (c.-à-d. la tension superficielle), ce qui favorise la formation de gouttelettes d'hydrocarbures petites et stables. La recherche et le développement se poursuivent afin de mettre au point de nouvelles formulations et stratégies d'application (p. ex., au moyen de véhicules télécommandés) proposant différents modes d'action.

Les dispersants sont généralement plus efficaces lorsqu'ils sont appliqués aux pétroles bruts légers fraîchement déversés et à certains bruts de densité moyenne. Bien que les dispersants puissent disperser efficacement les hydrocarbures très légers, ils ne sont généralement pas nécessaires en raison des processus d'altération des hydrocarbures (p. ex., les taux rapides d'évaporation et de dispersion naturelle). Généralement, les dispersants sont moins efficaces sur les hydrocarbures très visqueux, les hydrocarbures qui ne coulent pas (p. ex., à des températures inférieures au point d'écoulement d'un hydrocarbure) ou les hydrocarbures émulsionnés à l'eau. Des essais sur le terrain doivent toujours être effectués sur un produit pétrolier déversé pour confirmer l'efficacité d'un dispersant.

Il existe un important corpus mondial de publications scientifiques évaluées par des pairs sur l'utilisation des dispersants dans le cadre de la lutte contre les marées noires. Des progrès considérables ont également été réalisés depuis la première utilisation des dispersants dans les années 60. Néanmoins, il est reconnu que chaque scénario de déversement est unique, et présente une occasion d'apprentissage continu, de validation et d'affinement des connaissances scientifiques concernant les dispersants de déversement d'hydrocarbures.

Le champ d'application de la présente étude n'est pas limité à une formulation ou un produit dispersant précis, mais s'intéresse plutôt aux modes d'action qui sont applicables à la plupart des formulations offertes sur le marché. Lorsque le terme « hydrocarbures dispersés » est utilisé dans le présent document, il désigne précisément des hydrocarbures qui ont été traités chimiquement avec un dispersant (et non des hydrocarbures naturellement dispersés). Il convient également de reconnaître que les déclarations et les conseils scientifiques figurant dans le présent avis supposent que les dispersants sont utilisés conformément aux protocoles des fabricants et aux limites d'utilisation propres à chaque produit.

Les dispersants en tant qu'outil d'intervention

L'exposition directe aux hydrocarbures concentrés à la surface de l'eau, sur le littoral ou dans les zones intertidales, est généralement très nocive pour les organismes. En outre, les hydrocarbures qui atteignent le littoral peuvent persister pendant des mois, voire des années.

Chaque outil de lutte contre les déversements d'hydrocarbures présente ses propres avantages, inconvénients et limites d'utilisation. La récupération mécanique, qui consiste à retirer physiquement les hydrocarbures de l'environnement, sera toujours l'intervention privilégiée. Toutefois, l'efficacité de la récupération mécanique peut être limitée par les conditions environnementales (p. ex., présence de vents forts et de vagues) ainsi que par l'emplacement, l'éloignement et la taille du déversement. Même en disposant de ressources et de moyens importants, seule une partie des hydrocarbures de surface sera généralement récupérée par des moyens mécaniques dans les scénarios de grandes marées noires en mer.

L'application de dispersants peut être une option d'intervention efficace pour atténuer les répercussions d'un déversement d'hydrocarbures lorsqu'elle est effectuée conformément aux

État des connaissances sur les dispersants chimiques pour les déversements d'hydrocarbures en mer au Canada

Région de la capitale nationale

directives opérationnelles (établies par le fabricant du produit et les organismes de réglementation) et qu'elle s'appuie sur une analyse des avantages environnementaux nets. On peut aussi envisager de les utiliser comme tactique d'intervention primaire, en conjonction avec toutes les autres tactiques viables et technologiquement réalisables (p. ex., la récupération mécanique, la combustion sur place) pour mettre en œuvre l'intervention intégrée la plus efficace.

Lorsqu'ils sont appliqués à la surface de l'eau, les dispersants chimiques :

- sont un outil d'intervention qui peut être rapidement appliqué depuis diverses plateformes (y compris les navires et les avions), avec un taux élevé de rencontre de nappes d'hydrocarbures;
- constituent une option lorsque certaines contraintes environnementales (p. ex., la vitesse des vents et la hauteur des vagues) ou l'épaisseur de la nappe (p. ex., lorsque la nappe s'est étendue et qu'elle est très mince) empêchent l'utilisation efficace d'autres outils d'intervention;
- réduisent la quantité d'hydrocarbures dans les nappes de surface, les émissions de composés organiques volatils et le transport subséquent de ces nappes vers les milieux littoraux ou côtiers (p. ex., les vasières intertidales) où les répercussions des hydrocarbures résiduels concentrés peuvent être les plus importantes;
- réduisent ou préviennent la formation d'émulsions d'eau dans les hydrocarbures, qui peuvent être plus difficiles à récupérer et produire un plus grand volume de déchets.

Dans les applications sous-marines (p. ex., dans les cas d'éruptions de puits), les dispersants chimiques :

- constituent une approche efficace et ciblée qui nécessite moins de dispersant et présente un taux de rencontre d'hydrocarbures plus élevé par rapport à l'application de dispersant en surface;
- peuvent traiter la majorité des hydrocarbures au point de déversement;
- une fois mis en place, ils peuvent être appliqués de manière continue dans la plupart des états de mer et des conditions météorologiques (une considération importante pour les conditions hivernales au Canada, où les périodes de lumière du jour sont plus courtes);
- réduisent la migration des hydrocarbures vers la surface, donc le potentiel de nappes de surface et d'émissions de composés organiques volatils;
- peuvent favoriser la biodégradation (naturelle) des hydrocarbures en profondeur (selon l'incident, le scénario et les conditions environnementales).

Les dispersants sont une option intéressante d'intervention en vue d'atténuer les effets d'un déversement d'hydrocarbures, notamment dans les climats froids et dans les eaux où il y a de la glace, et particulièrement lorsque les autres options physiques en matière d'hydrocarbures sont limitées. Les efforts d'intervention en cas de déversement d'hydrocarbures doivent envisager le recours à toutes les contre-mesures et tous les outils appropriés, et être déterminés selon l'emplacement, la taille, l'échelle, l'ampleur, le risque et la complexité de l'incident de déversement.

Prise de décisions éclairées

La décision d'utiliser un dispersant doit se fonder sur les résultats d'une analyse des avantages environnementaux nets (AAEN). L'AAEN est un cadre décisionnel et un outil de communication qui permet d'examiner et d'équilibrer les compromis associés au fait de ne pas traiter les hydrocarbures déversés ou d'intervenir par d'autres moyens. L'AAEN vise à déterminer les options d'intervention qui offrent un avantage optimal pour la protection de l'écosystème et/ou des ressources prioritaires, dont on prévoit qu'ils seront touchés par une marée noire.

Dans la mesure du possible, les processus décisionnels doivent tenir compte des répercussions des dispersants chimiques sur les habitats et les populations (y compris les considérations relatives à la dynamique au niveau trophique), plutôt que les incidences au niveau individuel. L'exception à cette règle concerne les espèces en péril (c.-à-d. les espèces et les habitats protégés par les lois canadiennes), qui doivent être prises en compte au cas par cas en raison de leur statut juridique de protection et de leur vulnérabilité. Ce processus d'analyse doit s'appuyer sur les meilleures données disponibles, sur l'expertise scientifique et technique, ainsi que sur l'engagement des partenaires d'intervention et des organismes de réglementation. Il doit aussi indiquer clairement les lacunes et les incertitudes dans les connaissances, ainsi que les hypothèses prudentes et conservatrices retenues pour étayer la prise de décisions.

La fenêtre d'utilisation des dispersants chimiques est généralement courte (p. ex., de quelques heures à quelques jours). Cependant, l'efficacité des dispersants peut dépendre grandement des conditions de déversement et des propriétés des hydrocarbures. Aussi, l'utilisation de dispersants ne doit pas être limitée par des délais prédéfinis. L'utilisation d'un dispersant doit plutôt être fonction du type d'hydrocarbures et des conditions environnementales, qui influent sur le devenir, le comportement et l'altération des hydrocarbures (avant l'utilisation du dispersant) et des gouttelettes d'hydrocarbures dispersées (après l'utilisation du dispersant).

Objet du processus

Lorsqu'il y a un déversement d'hydrocarbures dans le milieu marin, Pêches et Océans Canada (MPO; le Ministère) et la Garde côtière canadienne (GCC) utilisent des avis scientifiques pour éclairer les décisions d'intervention et protéger les ressources aquatiques ainsi que les écosystèmes contre les répercussions négatives.

Il est reconnu qu'il est nécessaire d'améliorer la communication publique concernant les prémisses de l'utilisation des dispersants et leur efficacité, et que cela s'appuie sur des données scientifiques. De plus, les considérations clés pour l'utilisation des dispersants, le processus de prise de décision et les exigences pour leur autorisation au Canada doivent tous être déterminés.

Le présent avis scientifique (AS) est un résumé de l'analyse plus détaillée présentée dans un document de recherche correspondant (Creber *et al.*, en prép.)¹. Ce processus reposait particulièrement sur les fondements scientifiques de l'utilisation des dispersants et sur les considérations s'y rattachant pour l'environnement marin canadien. Tant l'autorisation législative

¹ Creber, D. *et al.* State of Knowledge on Chemical Dispersants for Canadian Oil Spills [*le titre en anglais seulement maintenant*]. Secr. can. de consult. sci. du MPO. Doc. de rech. En préparation.

d'utiliser des dispersants que les processus décisionnels particulièrement en lien avec l'utilisation de dispersants ne relevaient pas de ce processus.

ÉVALUATION

Aux fins de ce processus, différents récepteurs sensibles ont été définis, notamment : les espèces aquatiques, les habitats et autres zones côtières ou marines sensibles. Bien que ces récepteurs sensibles revêtent une importance particulière, il importe de reconnaître qu'une AAEN serait fondée sur une gamme plus vaste de considérations.

Considérations relatives à l'eau froide

Dans le contexte canadien, les caractéristiques de nos environnements en eau froide (notamment les températures plus froides de l'air et de l'eau, la présence de glace et les périodes de lumière du jour plus courtes) peuvent influencer sur le devenir et le comportement des hydrocarbures déversés et, par conséquent, sur les décisions d'utilisation éventuelle des dispersants chimiques. Lorsque des hydrocarbures sont déversés en présence de glace de mer, plusieurs interactions peuvent se produire, notamment :

- des dépôts d'hydrocarbures à la surface des glaces;
- une absorption d'hydrocarbures par la neige;
- l'encapsulation d'hydrocarbures dans la glace;
- le piégeage d'hydrocarbures dans des chenaux ou des eaux libres entre des banquises, ou dans des crêtes et des quilles sous les glaces;
- l'accumulation et le piégeage le long des bords de la glace de rive.

Malgré ces interactions, l'application de dispersants chimiques s'est avérée être une option d'intervention efficace dans les climats froids. En outre, les taux de biodégradation des hydrocarbures demeurent plus rapides lorsque des dispersants chimiques sont appliqués, par rapport à la biodégradation naturelle des hydrocarbures non traités (Mullin, 2014).

Devenir et comportement des hydrocarbures dispersés

Pour favoriser une prise de décisions éclairée, il importe de comprendre et de pouvoir communiquer où les hydrocarbures dispersés sont allés et comment ils évoluent au fil du temps. La dispersion des gouttelettes d'hydrocarbures dans la colonne d'eau se produit naturellement lors des déversements en surface et sous la surface. En général, il est entendu que les hydrocarbures qui sont dispersés (naturellement ou chimiquement) se diluent et se biodégradent naturellement au fil du temps. Les micro-organismes qui dégradent les hydrocarbures sont présents dans toutes les parties de l'écosystème marin mondial (y compris dans les eaux froides et les eaux profondes). Les gouttelettes d'hydrocarbures ont un rapport surface/volume plus important, ce qui favorise la colonisation microbienne et améliore la biodégradation en augmentant l'accessibilité aux molécules d'hydrocarbures. L'ampleur de la biodégradation varie en fonction du type d'hydrocarbures, du contexte propre au déversement et des conditions environnementales. De même, la concentration du dispersant appliqué associé aux hydrocarbures évolue au fil du temps en fonction de facteurs environnementaux.

Lorsqu'ils sont appliqués aux nappes d'hydrocarbures à la surface de la mer, les dispersants facilitent la fragmentation des hydrocarbures en gouttelettes plus petites à des niveaux d'énergie de mélange inférieurs à ceux requis pour la dispersion naturelle. Les vagues, les

marées, les courants et les remous favorisent ensuite le mouvement horizontal et vertical, ainsi que la dispersion et la dissolution des gouttelettes d'hydrocarbures dans la colonne d'eau. En cas d'éruption, une injection sous-marine au point de déversement réduira également la taille moyenne des gouttelettes d'hydrocarbures qui se forment. Cela ralentit la vitesse à laquelle les hydrocarbures remontent à la surface et augmente leur degré de biodégradation et de dissolution. Ces deux procédures d'application réduisent le niveau de risque associé aux nappes de surface. Il importe de noter qu'une meilleure dilution et/ou dispersion des gouttelettes d'hydrocarbures réduit également la probabilité d'interactions entre les gouttelettes pouvant entraîner la coalescence des hydrocarbures et la reformation de nappes en surface.

Prédictions modélisées

Les modèles sont des outils importants pour appuyer la prise de décisions et les communications. Différents modèles peuvent être appliqués en fonction du type de déversement (p. ex., en surface ou sous-marin) et selon que le modèle sert à la planification d'urgence, à la modélisation opérationnelle du déversement ou à la modélisation des répercussions sur l'environnement. Les modèles diffèrent légèrement les uns des autres de par leur approche et leur degré de complexité, et s'accompagnent d'avantages et d'inconvénients (voir, par exemple, NASEM, 2020). Bien que les besoins en matière d'intrants varient en fonction du modèle et de l'utilisation qui en est prévue, il est reconnu que la fiabilité des extrants dépend de la qualité des intrants. Les expériences menées en laboratoire et sur le terrain, ainsi que les observations sur le terrain, permettent de peaufiner les modèles existants afin d'éclairer les éventuelles décisions opérationnelles et les compromis. Afin de minimiser le niveau de risque lié aux décisions prises lors d'une intervention en cas de déversement, les experts techniques sont appelés à intégrer des hypothèses de précaution aux modèles, à analyser et interpréter leurs résultats, et à formuler des recommandations.

Les modèles de trajectoire de déversement, plus particulièrement, sont utilisés pour prédire et prévoir les résultats d'un déversement et/ou les mesures d'intervention s'y rattachant (p. ex., le recours aux dispersants). Parmi les principales données nécessaires pour prévoir le devenir/comportement d'un panache d'hydrocarbures dispersés, notons :

- la taille des gouttelettes d'hydrocarbures (p. ex., leur diamètre);
- les conditions environnementales qui influent sur la destination des gouttelettes d'hydrocarbures (p. ex., la salinité, la température, le vent, les vagues, le courant, les marées, les remous);
- l'efficacité du dispersant;
- le taux de dissolution des composants solubles dans la colonne d'eau.

Depuis la marée noire de la plateforme Deepwater Horizon dans le golfe du Mexique, la formation de « neige » marine d'hydrocarbures et ses répercussions éventuelles sur les écosystèmes benthiques est une préoccupation qui retient l'attention. La neige marine est un phénomène océanique naturel dû aux détritiques (déchets) organiques ou aux microbes vivants formant des agrégats qui coulent et se déposent sur le fond de l'océan. Lorsque les hydrocarbures s'agglomèrent à la neige marine, il est plus probable qu'ils se déposent sur le fond marin ou qu'ils soient ingérés. Les outils et modèles existants intègrent désormais des considérations relatives à la neige marine, ce qui peut éclairer les processus décisionnels.

Exposition des récepteurs sensibles

Bon nombre des ressources aquatiques les plus sensibles au mazoutage se trouvent dans les eaux de surface et/ou le littoral (y compris les zones intertidales et subtidales). Les résidus d'hydrocarbures peuvent persister pendant de longues périodes sur le littoral et dans les zones intertidales et subtidales, ce qui peut causer des effets chroniques chez les organismes marins. Dans les climats froids, la présence de glace peut rendre les déversements plus difficiles à nettoyer et prolonger l'exposition des récepteurs sensibles aux hydrocarbures. L'utilisation de dispersants peut réduire l'exposition des organismes aux hydrocarbures et le volume d'hydrocarbures dans ces zones en diluant, diffusant et dispersant les hydrocarbures sur un plus grand volume d'eau, avant qu'ils ne puissent atteindre les zones sensibles du littoral.

Les principaux mécanismes d'exposition (c.-à-d. les voies d'exposition) des organismes aquatiques aux hydrocarbures sont les suivants :

- absorption directe et/ou contact cutané par contact direct avec l'eau de mer, l'eau de porosité (c.-à-d. l'eau contenue dans les pores des roches ou du sol), les sédiments et/ou les gouttelettes;
- inhalation d'aérosols et de substances volatiles présentes dans les hydrocarbures dispersés;
- aspiration d'hydrocarbures dispersés à la surface de l'eau;
- absorption d'hydrocarbures par les sédiments et l'eau interstitielle des sédiments;
- ingestion de nourriture, de proies, d'eau, de sédiments, de détritiques et/ou de gouttelettes.

Les voies d'exposition (ou la manière dont un organisme entre en contact avec les hydrocarbures) des organismes aquatiques aux hydrocarbures non dispersés et aux hydrocarbures dispersés chimiquement sont les mêmes; or, l'utilisation de dispersants chimiques peut modifier l'étendue de l'exposition des organismes individuels en fonction de leurs interactions relatives avec les rivages, les eaux de surface, la colonne d'eau et/ou les zones benthiques.

Comme il est indiqué ci-dessus, les gouttelettes d'hydrocarbures se dispersent naturellement dans la colonne d'eau, qu'elles proviennent d'un déversement en surface ou sous la surface. Le fait de faciliter la fragmentation des gouttelettes d'hydrocarbures par l'utilisation de dispersants chimiques modifie la concentration, la durée d'exposition et la biodisponibilité des hydrocarbures pour les récepteurs. De manière générale, cette mesure réduit l'exposition éventuelle des récepteurs sensibles qui interagissent avec la surface de l'eau ou les rivages (y compris avec les zones intertidales et subtidales), mais augmente temporairement la possibilité d'exposition dans la colonne d'eau en augmentant la proportion d'hydrocarbures dans ce milieu et en modifiant l'échelle spatiale et la distribution des gouttelettes d'hydrocarbures dispersées. Lorsque les dispersants sont « injectés » sous la surface, il est possible que cela accroisse l'exposition aux hydrocarbures dans l'environnement benthique, bien que cela dépende de nombreux facteurs. De manière générale, les dispersants réduisent l'exposition aux hydrocarbures des organismes à la surface de l'eau, sur les rivages et dans les zones intertidales. Leur utilisation accroît, temporairement et de manière localisée, l'exposition des organismes de la colonne d'eau aux hydrocarbures dispersés chimiquement.

Il est essentiel de comprendre le potentiel spatial et temporel d'exposition des récepteurs sensibles entre un scénario de panache d'hydrocarbures non traité et un scénario de panache d'hydrocarbures dispersé chimiquement pour prendre des décisions éclairées. Les différences

Région de la capitale nationale

entre ces scénarios doivent être étayées par des modèles de trajectoire tridimensionnels propres au site, qui tiennent compte des différences dans le devenir et le comportement des hydrocarbures pendant toute la durée de vie de la nappe d'hydrocarbures.

Par rapport à la dispersion naturelle, l'utilisation de dispersants (y compris dans les climats froids) devrait avoir les conséquences suivantes, qui peuvent modifier le scénario d'exposition pour les récepteurs sensibles :

- une modification de la distribution de la taille des particules d'hydrocarbures dispersées vers des tailles plus petites;
- des proportions plus faibles du volume d'hydrocarbures à la surface de l'eau pouvant s'échouer sur les rivages (y compris les zones intertidales et subtidales);
- le déplacement temporaire de proportions plus élevées du volume d'hydrocarbures dans la colonne d'eau et sous forme de fractions d'hydrocarbures dissoutes ou adaptées à l'eau;
- une augmentation du potentiel de biodisponibilité des hydrocarbures et de ses différents composants chimiques.

La biodisponibilité des hydrocarbures (et de ses composants chimiques individuels) pour les organismes marins est temporairement accrue par l'utilisation de dispersants; toutefois, ces concentrations aqueuses sont également rapidement diluées.

Interprétation des études de toxicité aquatique

La documentation scientifique existante abordant les répercussions des hydrocarbures dispersés sur les récepteurs sensibles peut sembler confuse, voire contradictoire. Voici quelques-unes des raisons qui peuvent expliquer ceci :

- Il existe différentes méthodes de préparation et de caractérisation des essais de toxicité.
- Les études de laboratoire en système fermé fournissent des connaissances scientifiques importantes et précieuses, mais leur capacité à bien tenir compte de conditions concrètes est remise en question. À titre d'exemple, la concentration élevée (par rapport aux mesures prises sur le terrain), la durée prolongée et les expositions en équilibre (des conditions souvent utilisées dans de nombreuses études en laboratoire) ne reproduisent pas les scénarios généralement observés dans l'environnement naturel en raison de la dilution rapide et de l'absence d'équilibre entre les gouttelettes d'hydrocarbures dispersées et les composants d'hydrocarbures dissous. Il existe aussi, entre les scénarios de laboratoire et ceux du monde réel, des distinctions et des considérations liées aux comportements des organismes, qui permettent de différencier les niveaux d'exposition selon les contextes. Ce sont des facteurs d'une importance capitale qu'il faut prendre en compte lors de l'interprétation et de l'analyse des études de toxicité des hydrocarbures dispersés en laboratoire.
- Les rapports sur les concentrations réelles de charge d'hydrocarbures auxquelles les organismes sont exposés au fil du temps ne sont pas toujours cohérents, que ce soit dans les études en laboratoire ou sur le terrain. Des efforts canadiens sont en cours pour définir et caractériser les normes minimales de déclaration des données mesurées relativement à la chimie et à la toxicité.
- Un manque de cohérence est déploré dans l'interprétation et la communication de la toxicité des hydrocarbures dispersés sur la vie aquatique marine.

Dans l'ensemble, les essais de toxicité menés en laboratoire fournissent des données essentielles, mais leur capacité à représenter la complexité de l'environnement naturel est restreinte. Les effets des hydrocarbures, qu'ils soient non traités ou dispersés chimiquement, sur le biote marin de l'environnement naturel sont très variables, et sont déterminés non seulement par les données relatives à la toxicité, mais aussi par les interactions entre divers facteurs physiques, chimiques et biologiques. La modélisation est particulièrement utile pour prendre en compte tous les paramètres pertinents et prévoir les effets éventuels sur les individus, les populations et les écosystèmes.

Effets et répercussions sur les récepteurs sensibles

Aux fins du présent avis scientifique, les effets sont définis comme étant le « vaste éventail de changements qui peuvent être observés et mesurés ». Les répercussions sont définies comme étant les « effets qui, avec une certaine certitude, provoquent des changements négatifs dans la structure ou la fonction de l'écosystème ». La biodisponibilité est définie comme étant « la mesure dans laquelle une substance est disponible pour interagir avec un récepteur sensible à partir de l'air, de l'eau, des sédiments ou de l'alimentation ».

En général, la réduction de la concentration, de la durée et de l'ampleur de l'exposition des ressources aquatiques aux hydrocarbures traités ou non traités chimiquement, et la prévention du mazoutage des rivages, des zones intertidales et subtidales (qui sont plus difficiles à nettoyer), réduiront la possibilité d'effets différés et/ou de répercussions à long terme sur les organismes qui vivent dans ces zones.

Il est reconnu qu'une attention particulière doit être accordée aux effets éventuels sur les espèces en péril. Les espèces en péril (définies dans la loi canadienne comme étant en voie de disparition, menacées ou disparues du pays) sont protégées au niveau individuel, et il est interdit de les tuer, de leur nuire ou de les harceler, ainsi que d'endommager ou de détruire leur habitat. Les incertitudes et les lacunes dans les connaissances sur les seuils de toxicité propres aux espèces, les voies d'exposition (directes, indirectes) et les répercussions à court et à long terme doivent être prises en compte de manière appropriée afin de soutenir une prise de décision éclairée.

Parmi les données essentielles qui permettent de comprendre l'exposition des récepteurs, les effets éventuels et les répercussions, notons (NASEM 2020) :

- la répartition des récepteurs sensibles dans l'espace et le temps;
- la comparaison de l'exposition variable au fil du temps dans le monde réel aux seuils de toxicité aiguë ou chronique connus pour les hydrocarbures et pour les espèces concernés;
- la durée d'exposition dans les eaux libres au-dessus des seuils de toxicité connus;
- la sensibilité des espèces à l'exposition aux hydrocarbures.

De manière générale, la modélisation permet de mieux comprendre les effets et les répercussions par rapport aux mesures sur le terrain en raison des défis liés à la collecte de données sur le terrain en temps opportun et de l'évolution rapide des conditions.

Les recherches et les études en cours en lien avec des déversements récents donnent à penser que l'utilisation de dispersants dilue rapidement les concentrations aqueuses de substances pétrolières en dessous des seuils de toxicité aiguë connus, déterminés en laboratoire, pour un large éventail d'organismes cibles, malgré une biodisponibilité éventuelle accrue. Cependant, bien qu'il soit reconnu que les espèces de substitution utilisées dans le

cadre de ces tests de seuil de toxicité aiguë ne représentent pas toutes les espèces préoccupantes et que les seuils de toxicité aiguë, en eux-mêmes, ne rendent pas pleinement compte des effets sublétaux, retardés ou chroniques, des analyses récentes de déversements réels ont démontré que l'utilisation de dispersants peut entraîner un bénéfice net pour la santé globale de l'écosystème (Vikebo *et al.* 2015, French-McCay *et al.* 2018, Bock *et al.* 2018, Walker *et al.* 2018, NASEM 2020).

Dans le contexte canadien, les espèces d'eau froide ont généralement une sensibilité aiguë aux hydrocarbures (et à leurs composants chimiques, qu'ils soient non traités ou dispersés) semblable à celle des espèces d'eau tempérée. Cependant, on connaît moins les différences entre les espèces d'eau froide et les espèces d'eau tempérée en ce qui concerne les effets potentiels à long terme, à retardement ou chroniques. En raison des adaptations morphologiques et physiologiques, on peut s'attendre à ce que les espèces d'eau froide mettent plus de temps que les espèces d'eau tempérée à présenter les effets de l'exposition aux hydrocarbures ou aux hydrocarbures dispersés.

Dans l'ensemble, les effets et les répercussions des hydrocarbures dispersés sur les récepteurs sensibles sont très variables et dépendent des voies d'exposition, du degré et de la durée de l'exposition, des concentrations d'hydrocarbures dispersés, de la biodisponibilité des substances chimiques contenues dans les hydrocarbures dispersés et de la sensibilité des espèces.

Les mécanismes des répercussions des hydrocarbures dispersés (p. ex., la perturbation endocrinienne) sont importants pour évaluer les dangers, les risques et les dommages, et peuvent servir à orienter la modélisation prédictive. Toutefois, ces analyses détaillées sont moins pertinentes pour les décisions d'intervention sensibles dans le temps car, pour de telles décisions, une compréhension globale des répercussions éventuelles (p. ex., sur la croissance, la reproduction et [ou] la survie) et des incidences pour les populations ou l'écosystème serait plus appropriée (sauf pour les espèces en péril inscrites sur la liste des espèces disparues du pays, en voie de disparition ou menacées, qui devraient être évaluées au niveau individuel).

Potentiel de rétablissement des récepteurs sensibles

Le rétablissement d'une population ou d'une communauté après un déversement d'hydrocarbures est complexe et dépend d'un certain nombre de facteurs, notamment :

- le type d'hydrocarbures en cause;
- le degré d'altération des hydrocarbures;
- la durée et l'étendue de l'exposition aux hydrocarbures;
- la dose/concentration des hydrocarbures;
- les interactions avec les hydrocarbures;
- la gravité des répercussions du déversement sur les espèces sensibles;
- le nombre de personnes concernées;
- la sensibilité/résilience de l'espèce et/ou de l'habitat.

Collectivement, ces facteurs influenceront sur le potentiel de rétablissement d'un récepteur sensible et de l'écosystème marin dans son ensemble. La surveillance de l'environnement peut être utilisée pour examiner les changements de l'état du rétablissement au fil du temps.

Surveillance

Les exigences en matière de surveillance liées à l'utilisation de dispersants sont propres au site, à l'incident et au contexte. En général, il existe deux (2) types de surveillance :

- **la surveillance opérationnelle**, qui consiste à évaluer l'utilisation et l'efficacité des dispersants, laquelle est mesurée par rapport à des critères prédéfinis (p. ex., la durée d'utilisation du dispersant, son taux d'efficacité estimé, son applicabilité par rapport aux hydrocarbures en cause et à l'environnement). Ce type de surveillance a lieu pendant la période d'application opérationnelle;
- **la surveillance environnementale**, qui est associée à la mesure et à l'examen des éventuels effets et répercussions sur l'environnement, y compris les preuves de rétablissement. Elle prévoit des activités de collecte et de compilation de données environnementales afin de caractériser les conditions dans une région où des dispersants peuvent être appliqués ou ont été appliqués. Ce type de surveillance peut avoir lieu avant, pendant et/ou après un déversement.

Les besoins en matière de surveillance dépendent entièrement du scénario du déversement (p. ex., l'échelle, la portée et la complexité de l'incident), des mesures d'intervention prises et des éventuels risques pour les ressources possiblement touchées. Quel que soit le scénario, toute surveillance devrait prévoir un examen et une analyse des hydrocarbures non traités et dispersés chimiquement (dans la mesure du possible) pour permettre des évaluations comparatives.

Les données de surveillance sont d'autant plus utiles qu'elles permettent de communiquer rapidement les résultats d'une manière efficace et efficiente. Pour tout déversement important, il ne faut pas sous-estimer les défis que représente la définition des besoins en données et des utilisations prévues, de la transmission, du stockage, de l'assurance et du contrôle de la qualité, de l'interprétation et de l'analyse, de la gestion et des protocoles de communication. La capacité d'intégrer des données en temps réel (ou presque) est essentielle pour orienter les processus de décision opérationnels. Les possibilités d'automatisation et d'intégration pré-planifiée dans des plateformes de partage de données (p. ex., l'image commune de la situation opérationnelle) sont fortement encouragées.

Surveillance opérationnelle

Bien que les dispersants puissent faire office d'outils d'intervention, aucune norme et aucun protocole précis n'ont été mis en place au Canada pour la surveillance des incidents en mer. Certaines normes internationales, par exemple les protocoles de l'American Petroleum Institute (API, 2015) et des United States Special Monitoring of Applied Response Technologies [SMART] (NOAA, 2006) ainsi que les pratiques exemplaires de l'industrie, sont couramment cités dans les plans d'urgence opérationnels. Ces plans d'urgence sont passés en revue et mis en œuvre par l'organisme de réglementation responsable avant qu'une activité soit autorisée, et sont régulièrement mis à jour par les exploitants pour tenir compte des nouvelles données, connaissances et technologies, et des nouveaux plans de surveillance.

En ce qui concerne la surveillance opérationnelle, il est à noter que le protocole SMART des États-Unis (NOAA, 2006) est axé sur l'efficacité opérationnelle et est destiné à l'application en surface et à de courtes durées d'utilisation des dispersants (c.-à-d. moins de 96 heures). Le document *Prolonged Surface Application Guidance* (NRT, 2013) doit être envisagé pour les utilisations prolongées (qui commencent à intégrer les considérations environnementales), et le

Région de la capitale nationale

document *Subsea Application Guidance* (NRT, 2013) doit être envisagé pour les applications sous-marines.

Il est admis que la plupart des opérations d'application de dispersants se déroulent rapidement et pendant une courte période (c.-à-d. moins de 96 heures). Dans ces cas, les observations visuelles aériennes ou de surface (et, dans une moindre mesure, la technologie radar des navires) peuvent être les seules options de surveillance appropriées et accessibles, en particulier pour les déversements dans des lieux éloignés. Cependant, ces observations peuvent également être entravées par la présence de glace (une considération importante dans le contexte canadien).

Comme ces données sont essentielles pour éclairer les décisions d'intervention opérationnelle (y compris lors de scénarios avec ou sans traitement), l'utilisation de nouveaux outils et de nouvelles technologies (p. ex., les véhicules sous-marins automatisés [AUV], les véhicules télécommandés [ROV], la détection canine, les capteurs à distance, les fluoromètres) est encouragée pour :

- améliorer la capacité de détection et de suivi des hydrocarbures (y compris sous la glace);
- assurer un déploiement rapide des dispersants;
- améliorer les possibilités d'analyse et de communication des données en temps quasi réel;
- permettre une capacité de surveillance 24 h sur 24, sept jours par semaine;
- prendre en charge le suivi simultané de plusieurs paramètres;
- favoriser les déplacements intentionnels et autodirigés de l'équipement (par rapport aux dériveurs, par exemple).

Chaque outil et technique a ses limites, d'où l'avantage de disposer de plusieurs sources de données pour étayer des décisions d'intervention éclairées.

Les données obtenues grâce au suivi opérationnel permettent :

- de réévaluer les conclusions de l'AAEN de manière itérative;
- de réexaminer activement l'utilisation des dispersants pour atteindre les objectifs d'intervention déterminés;
- de peaufiner et d'ajuster les tactiques et stratégies opérationnelles;
- d'analyser l'efficacité, la validité et l'étalonnage des outils et des instruments de surveillance utilisés;
- de profiter des occasions de peaufiner les modèles opérationnels en se fondant sur des observations du monde réel;
- de profiter de possibilités de faire évoluer les connaissances scientifiques et la recherche sur le devenir et le comportement des hydrocarbures dispersés, l'efficacité de l'utilisation des dispersants et les nouvelles technologies de surveillance.

Surveillance environnementale

La surveillance de l'environnement devrait tenir compte de certains facteurs, notamment :

- des observations visuelles (p. ex., des photographies et des vidéos) qui éclairent les décisions relatives aux objectifs de nettoyage et au rétablissement;

Région de la capitale nationale

- la caractérisation du site à mesure qu'il évolue au fil du temps;
- l'examen des mouvements et du comportement des récepteurs sensibles pendant l'intervention afin de mieux comprendre comment les organismes interagissent avec les hydrocarbures déversés et de contribuer au perfectionnement des modèles, des protocoles et des méthodes d'évaluation des répercussions;
- l'échantillonnage passif (qui pourrait comprendre une surveillance visant à déterminer les composants des hydrocarbures et du dispersant au fil du temps);
- le prélèvement d'hydrocarbures à la source;
- la surveillance de la qualité de l'eau;
- la surveillance de la qualité des sédiments;
- la caractérisation/validation de l'habitat;
- la présence d'espèces et la validation des données;
- les indicateurs de surveillance de l'environnement (déterminés par les répercussions et le rétablissement de la vie marine dans la zone ainsi que par les détails du scénario de déversement en cause).

Les données obtenues par la surveillance environnementale permettent, outre les résultats décrits pour la surveillance opérationnelle :

- de revoir les priorités en matière de protection ainsi que les objectifs de l'intervention;
- de déterminer la portée des exigences en matière de surveillance à long terme, y compris la surveillance du rétablissement;
- de profiter des occasions de peaufiner les modèles relatifs au devenir et aux effets dans l'environnement sur la foi d'observations réelles;
- de profiter de possibilités de faire évoluer les connaissances scientifiques et la recherche sur les récepteurs sensibles, les voies et mécanismes d'exposition, les effets, les impacts, la récupération et/ou les nouvelles technologies.

Sources d'incertitude

L'utilisation des dispersants dépend de l'ampleur, de la portée et des réalités complexes des déversements d'hydrocarbures dans les écosystèmes marins, et de l'intervention ultérieure en cas de déversement. Chaque incident est unique et présente des défis, des limites et des sources d'incertitude différents. Il existe une vaste base de connaissances internationales, qui peut être mise en relation avec les contextes canadiens. En outre, les données probantes et les expériences tirées de déversements antérieurs, la modélisation prédictive et la recherche scientifique en cours continuent de réduire l'incertitude et d'améliorer les décisions fondées sur des données probantes. L'état actuel des connaissances sur les dispersants, combiné à des hypothèses prudentes en cas d'incertitude, permet de prendre des décisions en connaissance de cause.

CONCLUSIONS

L'exposition directe à des hydrocarbures concentrés à la surface de l'eau ou sur le littoral et les zones intertidales est généralement nocive pour l'environnement et les organismes et peut persister pendant des mois, voire des années.

Chaque outil d'intervention présente ses propres forces, faiblesses et limites opérationnelles. La récupération mécanique, qui consiste à retirer physiquement les hydrocarbures de l'environnement, constituera toujours l'intervention privilégiée. Néanmoins, même avec des ressources et des moyens importants, l'expérience a montré que seule une fraction des hydrocarbures de surface peut être récupérée mécaniquement dans le cas de grandes marées noires en mer.

Lorsqu'ils sont utilisés conformément aux directives opérationnelles et sur la base d'une analyse des avantages environnementaux nets, les dispersants peuvent s'avérer une option d'intervention efficace pour atténuer l'impact d'un déversement d'hydrocarbures. Leur utilisation doit être envisagée comme une tactique d'intervention primaire, en conjonction avec toutes les autres tactiques viables et technologiquement réalisables (p. ex., la récupération mécanique et la combustion sur place) afin de mettre en œuvre l'intervention intégrée la plus efficace.

Les espèces d'eaux froides et tempérées présentent une sensibilité semblable à celle des espèces d'eaux tempérées à la toxicité aiguë des hydrocarbures non traités et/ou dispersés chimiquement. Bien que les conditions en eaux froides puissent nécessiter l'utilisation de différentes méthodes d'application de dispersants, il a été démontré que l'utilisation de dispersants chimiques constitue une option d'intervention efficace dans de telles conditions.

Il est bien connu qu'il est essentiel de prendre des décisions rapides et éclairées à la suite d'un déversement. D'autres pays (p. ex., les États-Unis, le Royaume-Uni et la France) disposent de cadres décisionnels ainsi que de plans de préparation et d'urgence qui intègrent les dispersants pour soutenir une prise de décisions en temps opportun dans de telles situations. Ces plans intègrent généralement les éléments suivants : contraintes opérationnelles, planification, formation, communication et mobilisation des parties prenantes avant un incident.

Afin d'appuyer davantage le régime réglementaire et de permettre une prise de décisions en temps opportun en vue de l'utilisation des dispersants au Canada, les efforts scientifiques suivants devraient être envisagés dans l'avenir.

Efforts futurs : Dans l'ensemble

- Élaborer de meilleurs inventaires nationaux et une cartographie des principaux récepteurs sensibles ainsi que des habitats essentiels (y compris l'utilisation des compartiments spatiaux, temporels, saisonniers, biohistoriques et environnementaux).
- Consolider les connaissances sur les sensibilités, les vulnérabilités et le potentiel de rétablissement des espèces canadiennes (en tenant compte des stades de vie sensibles) aux hydrocarbures non traités et dispersés.
- Améliorer la formulation et la fonctionnalité des biosurfactants, des dispersants à base d'enzymes et des autres nouveaux produits.
- Procéder à un examen complet des incidents passés, avec et sans utilisation de dispersants, afin de relever des données supplémentaires pertinentes pour le contexte canadien à partir d'autres scénarios du monde réel.

Région de la capitale nationale

- Élaborer des plans de mesures d'urgence complets qui intègrent :
 - les données environnementales, écologiques et biologiques de base pour une région donnée (y compris les connaissances provenant de sources autochtones);
 - la détermination des ressources (p. ex., les ressources biologiques, écologiques, culturelles, économiques) qui pourraient être en danger dans une zone précise;
 - des données hydrodynamiques et météorologiques de base (p. ex., sur les marées, les courants, les conditions météorologiques, les vents);
 - des données de base sur les concentrations de substances pétrolières (y compris les matières organiques, les hydrocarbures, les métaux et d'autres polluants);
 - la délimitation et les caractéristiques de base du littoral;
 - les considérations relatives à l'avantage net pour l'environnement.

Efforts futurs : Devenir et comportement

- Mieux comprendre l'énergie de mélange minimale requise pour une utilisation efficace des dispersants, et analyser l'aptitude à l'utilisation des dispersants en eaux calmes.
- Examiner et peaufiner les méthodes d'application des dispersants, les taux d'application (p. ex., on utilise actuellement un rapport dispersant/hydrocarbures de 1:20 pour le Corexit 9500) et la taille cible des gouttelettes d'hydrocarbures nécessaires à l'utilisation efficace des dispersants.
- Mieux comprendre la manière dont la composition des hydrocarbures (p. ex., leur teneur en saturés, aromatiques, résines et asphaltènes) influe sur la biodégradation et le devenir des hydrocarbures dispersés.
- Mieux comprendre les processus par lesquels les dispersants et les hydrocarbures se dissocient les uns des autres au fil du temps et leurs devenirs respectifs dans différentes conditions environnementales (p. ex., en fonction de la salinité de l'eau).
- Analyser de manière comparative le devenir et le comportement dans le temps des hydrocarbures déversés à l'aide de différentes mesures d'intervention (y compris l'application de dispersants), pour le même incident, afin de démontrer et d'appuyer l'amélioration des communications sur les différences quant au devenir et au comportement.
- Analyser la corrélation entre les propriétés d'un hydrocarbure et son taux de biodégradation, afin de mieux modéliser la biodégradation.
- Mieux comprendre les mécanismes et processus grâce auxquels les microbes réagissent aux hydrocarbures dispersés, y répondent et les consomment, notamment en ce qui concerne les voies de biodégradation, afin d'améliorer plus avant la modélisation de la biodégradation.
- Mettre au point des méthodes et des techniques normalisées pour quantifier les taux de biodégradation des hydrocarbures sur le terrain afin d'améliorer la cohérence et la comparabilité, et pour faciliter l'intégration éventuelle aux modèles de biodisponibilité.
- Valider les répercussions des dispersants chimiques sur les taux de biodégradation dans des conditions naturelles afin d'améliorer la modélisation prédictive et la compréhension des répercussions possibles.

Efforts futurs : Prévisions modélisées

- Mettre à jour régulièrement et améliorer continuellement les modèles afin d'intégrer les dernières découvertes scientifiques (p. ex., les progrès relatifs aux effets biologiques).
- Élaborer des formats normalisés pour permettre une communication claire des intrants, des lacunes dans les connaissances, des incertitudes et des hypothèses intégrées aux modèles.
- Élaborer des méthodes et des techniques normalisées pour mesurer les concentrations de particules et d'hydrocarbures dissous lors d'essais en laboratoire afin d'améliorer la cohérence et la comparabilité, et pour faciliter l'intégration future aux modèles de devenir, de comportement et d'effets.
- Valider, à l'aide d'exemples concrets, l'incidence des dispersants sur la formation de neige d'hydrocarbures marine, tout effet résultant sur le devenir des hydrocarbures dispersés au fil du temps, et les répercussions sur les éventuelles voies d'exposition des organismes.
- Valider (à l'aide d'exemples concrets) l'incidence des dispersants sur l'aérosolisation des constituants des hydrocarbures, les effets qui en résultent sur le devenir des hydrocarbures dispersés au fil du temps, et les répercussions sur les éventuelles voies d'exposition des organismes.

Efforts futurs : Exposition des récepteurs sensibles

- Dans un souci de préparation, il conviendrait de mieux comprendre, documenter et communiquer la façon dont les différents groupes de récepteurs (p. ex., les mammifères marins, les espèces en péril, les différents types d'oiseaux), en particulier à leurs stades de vie sensibles, interagissent avec les eaux de surface et la colonne d'eau, afin d'évaluer les différentes voies d'exposition de ces groupes.
- Entreprendre d'autres études opportunes sur le terrain pour examiner la sensibilité d'espèces déterminées (p. ex., des espèces en péril, des mammifères marins, des reptiles et des amphibiens, des invertébrés, des oiseaux plongeurs) à des stades de vie sensibles aux hydrocarbures dispersés.
- Entreprendre des études écologiques sur le terrain pour mieux comprendre la pertinence et l'importance sur le plan écologique de l'exposition aux hydrocarbures dispersés dans les conditions réelles de l'environnement naturel.
- Explorer d'autres méthodes pour déduire ou modéliser les répercussions possibles des hydrocarbures dispersés sur les espèces en péril (p. ex., des méthodes de biopsie, des marqueurs génétiques et biochimiques) afin d'aider à combler les lacunes dans les connaissances sur les voies d'exposition propres aux espèces, les seuils de toxicité aiguë et chronique, ainsi que les incidences à court et à long terme.
- Élaborer des modèles de détermination de la « séquence des effets » pour les principales espèces canadiennes, y compris les espèces en péril et leurs habitats essentiels.

Efforts futurs : Interprétation des études de toxicité

- Améliorer et normaliser les méthodes de préparation et de caractérisation des solutions d'analyse de l'eau contaminée et de la composition chimique (à l'échelle moléculaire) des hydrocarbures.

État des connaissances sur les dispersants chimiques pour les déversements d'hydrocarbures en mer au Canada

Région de la capitale nationale

- Améliorer et normaliser les protocoles de chimie analytique afin de caractériser intégralement la composition et la concentration des composants des hydrocarbures dans les milieux d'exposition analysés et de déterminer les composants de ces hydrocarbures ainsi que des hydrocarbures dispersés qui sont les plus susceptibles d'avoir une incidence sur les récepteurs sensibles.
- Améliorer et normaliser les conceptions expérimentales des essais de toxicité.
- Examiner et mettre en corrélation la concentration d'hydrocarbures, le temps d'exposition et les réactions des espèces pour faciliter l'interprétation des valeurs de référence et des seuils de toxicité qui figurent dans les bases de données (p. ex., la base de données Chemical Aquatic Fate and Effects [CAFE]; NOAA 2020).
- Mieux comprendre le potentiel de formation d'aérosols et leurs répercussions possibles sur les récepteurs sensibles qui utilisent la surface de l'eau.
- Valider (à l'aide d'exemples concrets) le comportement d'évitement des espèces aquatiques (p. ex., les mammifères marins) face aux hydrocarbures déversés et aux panaches d'hydrocarbures dispersés dans des contextes réels où la priorité serait accordée aux espèces vulnérables qui fréquentent les zones à haut risque de déversement d'hydrocarbures.

Efforts futurs : Effets sur les récepteurs sensibles

- Effectuer des comparaisons des répercussions à long terme sur le biote exposé à des hydrocarbures dispersés par rapport à des hydrocarbures non dispersés, et du potentiel de rétablissement de ce biote, pour permettre l'examen complet de l'incidence de l'application de dispersants et des compromis ultérieurs s'y rattachant.
- Mener des recherches plus poussées sur la toxicité des constituants des hydrocarbures photodégradés et biodégradés.
- Mieux comprendre les voies d'ingestion des gouttelettes d'hydrocarbures dispersées, la bioaccumulation et les interactions trophiques afin de comprendre leurs éventuels effets et, ainsi, d'améliorer la modélisation prédictive.
- Mieux comprendre les répercussions possibles des effets retardés et non mortels sur les récepteurs sensibles et l'incidence de ces effets sur les populations et la dynamique des réseaux trophiques et alimentaires.
- Mieux comprendre les conséquences physiques et mécaniques éventuelles du contact des dispersants avec des récepteurs précis (p. ex., les mammifères marins et les oiseaux).
- Déterminer la meilleure façon de prévoir les effets de l'utilisation de dispersants sur les habitats, les mammifères, les reptiles, les amphibiens, les oiseaux et les espèces en péril, afin de créer et d'élargir les données existantes sur la relation entre la dose et la courbe de réponse (p. ex., la base de données CAFE; NOAA, 2020) pour ces groupes.
- Mieux comprendre les répercussions à l'échelle des populations et des écosystèmes.

Efforts futurs : Surveillance

- Explorer les possibilités d'automatisation et d'intégration pré-planifiée à des plateformes de partage de données (p. ex., l'image commune de la situation opérationnelle).

**État des connaissances sur les dispersants
chimiques pour les déversements
d'hydrocarbures en mer au Canada**

Région de la capitale nationale

- Améliorer en permanence la surveillance opérationnelle, le suivi et la surveillance post-opérationnelle après l'utilisation de dispersants.
- Mieux comprendre les besoins et les considérations en matière de biosurveillance.
- Évaluer les conséquences de l'utilisation de dispersants sur l'adéquation des biomarqueurs comme analytes lors de la surveillance environnementale.
- Mieux comprendre les différentes technologies de fluorimétrie (p. ex., les dispositifs à spectres multiples) et procéder à leur analyse comparative pour différents types d'hydrocarbures et conditions climatiques (p. ex., émulsions) afin d'aider à définir la plage de fluorescence maximale attendue et de contribuer à l'amélioration des protocoles et des pratiques de surveillance.
- Faire progresser l'automatisation et les technologies qui améliorent les capacités de surveillance à distance.
- Valider (à l'aide d'exemples concrets) si l'utilisation de technologies et d'outils de surveillance AUV/ROV attire temporairement des espèces précises (p. ex., dauphins, requins) sur les sites de déversement d'hydrocarbures.

LISTE DES PARTICIPANTS DE LA RÉUNION

| Nom | Organisation/affiliation |
|---------------------|--|
| Michal Boufadel | New Jersey Institute of Technology |
| Victoria Broje | Shell Oil USA |
| Mark Brooks | Fonds mondial pour la nature |
| Ian Cameron | MPO – Gestion des écosystèmes, Région de la capitale nationale |
| Donovan Case | Équipe d'intervention environnementale de l'Atlantique Inc. |
| Eric Chiang | MPO – Gestion des écosystèmes, Région du Pacifique |
| Gina Coelho | Bureau américain de la sécurité et de l'environnement |
| Robyn Conmy | Documents de l'Environmental Protection Agency des États-Unis |
| David Creber | Dillon Consulting Ltd. |
| Emily Davis | Dillon Consulting Ltd. |
| Benjamin de Jourdan | Centre des sciences de la mer Huntsman |
| Heather Dettman | RNCan – CanmetÉNERGIE, Devon |
| Cory Dubetz | MPO – Sciences, Région de la capitale nationale |
| Jamie Ferguson | Western Canada Marine Response Corporation |
| Ben Fieldhouse | ECCC – Science et technologie, Région de la capitale nationale |
| Michal Galus | MPO – Sciences, Région de la capitale nationale |
| Ryan Greig | MPO – Sciences, Région de la capitale nationale |
| Charles Greer | Conseil national de recherches Canada |
| Chantal Guénette | Société d'intervention maritime, Est du Canada |
| David Hart | Point Tupper Marine Services |
| Douglas Helton | National Oceanic and Atmospheric Administration des États-Unis |
| Peter Hodson | Université Queen's |
| Bruce Hollebhone | ECCC – Science et technologie, Région de la capitale nationale |
| Lindsay Hounjet | RNCan – CanmetÉNERGIE, Devon |
| Lisa Isaacman | MPO – Sciences, Région de la capitale nationale |
| Paula Jackman | ECCC – Science et technologie, Région Atlantique |

**État des connaissances sur les dispersants
chimiques pour les déversements
d'hydrocarbures en mer au Canada**

Région de la capitale nationale

| Nom | Organisation/affiliation |
|---------------------|---|
| Greg Janes | Suncor |
| Tom King | MPO – Sciences, Région des Maritimes |
| Ken Lee | MPO – Sciences, Région de la capitale nationale |
| Stephan LeFloch | CEDRE |
| Elizabeth Love | GCC – Préparation et intervention, région de la capitale nationale |
| Elizabeth MacDonald | Office Canada–Nouvelle-Écosse des hydrocarbures extracôtiers |
| Kyle Matheson | MPO – Sciences, région de Terre-Neuve |
| James McCourt | SL Ross Environmental Research Ltd. |
| Nathalin Moy | RNCan – Ressources pétrolières, région de la capitale nationale |
| Tim Nedwed | Société de recherche en amont d'ExxonMobil |
| Patrick O'Hara | ECCC – Service canadien de la faune, Région du Pacifique |
| Jeff O'Keefe | Office Canada–Terre-Neuve-et-Labrador des hydrocarbures extracôtiers |
| Gillian Oliver | GCC – Préparation et intervention, région de l'Ouest |
| Uta Passow | Université Memorial de Terre-Neuve-et-Labrador |
| James Porter | ECCC – Protection de l'environnement, région de la capitale nationale |
| Brian Robinson | MPO – Sciences, Région des Maritimes |
| Boumy Sayavong | GCC – Préparation et intervention, région de la capitale nationale |
| Paul Schuler | Oil Spill Response Limited |
| Lisa Setterington | MPO – Sciences, Région de la capitale nationale |
| Lana Shaya | MPO – Sciences, Région de la capitale nationale |
| Mike Stoneman | MPO – Sciences, Région de la capitale nationale |
| Shannon Stuyt | MPO – Sciences, Région de la capitale nationale |
| Robert Totten | Équipe d'intervention environnementale de l'Atlantique |
| Blain Trainor | GCC – Préparation et intervention, région de la capitale nationale |
| Alex Tuen | MPO – Sciences, Région de la capitale nationale |
| Aisha Uduman | MPO – Gestion des écosystèmes, Région du Pacifique |

| Nom | Organisation/affiliation |
|-------------|--|
| Rob Willis | Dillon Consulting Ltd. |
| Helen Zhang | Université Memorial de Terre-Neuve-et-Labrador |

SOURCES DE RENSEIGNEMENTS

Le présent avis scientifique découle de la réunion sur les avis scientifiques national qui s'est tenue du 1^{er} au 12 mars 2021 sur l'état des connaissances sur les dispersants chimiques pour les déversements d'hydrocarbures en mer au Canada. Toute autre publication découlant de cette réunion sera publiée, lorsqu'elle sera disponible, dans le [calendrier des avis scientifiques de Pêches et Océans Canada](#)

- American Petroleum Institute (API). 2015. [Aerial and Vessel Dispersant Preparedness and Operations Guide](#). Rapport technique de l'API 1148. Washington (DC) : API.
- Bock, M., Robinson, H., Wenning, R., French-McCay, D., Rowe, J., et Walker, AH. 2018. [Comparative risk assessment of oil spill response options for a deepwater oil well blowout: Part II. Relative risk methodology](#). Marine Pollution Bulletin. 2018 (133): 984-1000.
- French-McCay, D., Crowley, D., Rowe, J., Bock, M., Robinson, H., Wenning, R., Walker, AH., Joeckel, J., Nedwed, T.J., and Parkerton, T.F. 2018. [Comparative Risk Assessment of spill response options for a deepwater oil well blowout: Part 1. Oil spill modeling](#). Marine Pollution Bulletin. 2018 (133): 1001-1015.
- MPO. 2021. [Communiqué de presse : Pêches et Océans Canada et la Garde côtière canadienne confirment les limites des nouvelles régions visant à améliorer les services dans l'Arctique](#); [accédé March 23, 2021].
- Mullin, J.V. 2014. [The Arctic Oil Spill Response Technology – Joint Industry Program](#). Proceedings of the OTC Arctic Technology Conference; Houston (TX). OTC-24591-MS.
- National Academies of Sciences, Engineering and Medicine (NASEM). 2020. [The use of dispersants in Marine Oil Spill Response](#). Washington (DC): The National Academies Press.
- National Oceanic and Atmospheric Administration (NOAA). 2020. [Chemical Aquatic Fate and Effects \(CAFE\) Database](#); [accessed March 17, 2021].
- National Response Team (NRT). 2013. [Environmental Monitoring for Atypical Dispersant Operations](#); [accessed March 16, 2021].
- U.S. Coast Guard, National Oceanic and Atmospheric Administration, U.S. Environmental Protection Agency, Centers for Disease Control and Prevention, and Minerals Management Service. 2006. [Special Monitoring of Applied Response Technologies](#). Seattle (WA): National Oceanic and Atmospheric Administration [NOAA] ; [consulté le 16 mars 2021].
- Vikebø, F.B., Rønningen, P., Meier, S., Grøsvik, B.E., et Lien, V.S. 2015. [Dispersants Have Limited Effects on Exposure Rates of Oil Spills on Fish Eggs and Larvae in Shelf Seas](#). Environmental Science and Technology. 2015 (49): 6061-6069.
- Walker, AH., Scholz, D., McPeck, M., French-McCay, D., Rowe, J., Bock, M., Robinson, H., and Wenning, R. 2018. [Comparative risk assessment of spill response options for a deepwater oil well blowout: Part III. Stakeholder engagement](#). Marine Pollution Bulletin. 2018 (133): 970-983.

CE RAPPORT EST DISPONIBLE AUPRÈS DU :

Secrétariat canadien de consultation scientifique (SCCS)
Région de la capitale nationale
Pêches et Océans Canada
200 rue Kent,
Ottawa (Ontario) K1A 0E6
Téléphone : (613) 990-0293
Courriel : csas-sccs@dfo-mpo.gc.ca
Adresse Internet : www.dfo-mpo.gc.ca/csas-sccs/

ISSN 1919-5117

ISBN 978-0-660-40763-0 N° cat. Fs70-6/2021-051F-PDF

© Sa Majesté la Reine du chef du Canada, 2021



La présente publication doit être citée comme suit :

MPO. 2021. État des connaissances sur les dispersants chimiques pour les déversements d'hydrocarbures en mer au Canada. Secr. can. de consult. sci. du MPO. Avis sci. 2021/051.

Also available in English:

DFO. 2021. *State of Knowledge on Chemical Dispersants for Canadian Marine Oil Spills. DFO Can. Sci. Advis. Sec. Sci. Advis. Rep. 2021/051.*